

Duurzaamheid in de gebouwde omgeving

AUTONOMIE & HETERONOMIE

Integratie en verduurzaming van essentiële stromen in de
gebouwde omgeving

Arjan van Timmeren

Duurzaamheid in de gebouwde omgeving

AUTONOMIE & HETERONOMIE

Integratie en verduurzaming van essentiële stromen in de
gebouwde omgeving

Proefschrift

ter verkrijging van de graad doctor
aan de Technische Universiteit Delft,
op gezag van de Rector Magnificus prof. dr. ir. J.T. Fokkema,
voorzitter van het College voor Promoties,
in het openbaar te verdedigen op vrijdag 23 juni 2006 om 10.00 uur

door
Arjan van Timmeren

bouwkundig ingenieur,
geboren te Groningen

Dit proefschrift is goedgekeurd door de promotoren:

Prof.ir. L.C. Röling (Em.)

Prof.ir. J. Kristinsson (Em.)

Prof.ir. C.A.J. Duijvestein

Samenstelling promotiecommissie:

Prof.dr.ir. J. Fokkema, Rector Magnificus Technische Universiteit Delft, voorzitter

Prof.ir. L.C. Röling, em. hgl. Technische Universiteit Delft, promotor

Prof.ir. J. Kristinsson, em. hgl. Technische Universiteit Delft, promotor

Prof.ir. C.A.J. Duijvestein, Technische Universiteit Delft, promotor

Prof.dr. L. Reijnders, Universiteit van Amsterdam

Prof.dr. N.G. Röling, em. hgl. Landbouw Universiteit Wageningen

Prof.dr. J. Schoonman, Technische Universiteit Delft

Prof.ir. B. van Reeth, Technische Universiteit Delft

ISBN-10: 90-5972-122-5

ISBN-13: 978-90-5972-122-7

Uitgeverij Eburon,

Postbus 2867

2601 CW Delft

info@eburon.nl

www.eburon.nl

Grafische vormgeving: Millie Tawil, i-Kunst

Omslag gebouwschets: Bauke Muntz, BM' Concepting

Omslagontwerp: Ruderger Smits

Copyright © 2006 A. van Timmeren

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of op enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de rechthebbende.

Copyright © 2006 A. van Timmeren

All rights reserved. No part of this publication may be used and/or reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior permission in writing from the proprietor.

para Millie, Yair & Eva,

Sois seres iluminados por la magia, el talento de lo bueno y la belleza...
Millie, tu profesión es construir, crear un hábitat armonioso, estético y trascendente. Lo haces con todo tu alma y tu ser; en todo lo que sos. Y lo compartes... Estamos reunidos, formando la cuarta dimensión. Es equilibrio, es profundidad, es amor, es futuro...

voorwoord

Sinds de jaren tachtig wordt veel onderzoek gedaan naar de invloed van het milieu op onze samenleving, en dan met name op de gebouwde (leef)omgeving. Veel van het onderzoek beperkt zich tot deelaspecten terwijl het belangrijkste voor een toekomst van de samenleving is, dat het om een integrale problematiek gaat. Alleen een integrale benadering kan een reële oplossing bieden.

Dit proefschrift behandelt een integrale benadering van de milieuaspecten die van invloed zijn op onze gebouwde omgeving en de overlevingscondities voor nu en voor later. Gezien de gekozen achtergrond van de studie en de mogelijkheden die vanuit de onderzoeksmethodologie gecreëerd zijn, wil ik met nadruk nog wijzen op het belang van het kiezen van een 'leeswijze'. Op deze manier is ook mogelijk om delen van de studie te lezen zonder de kern te hoeven missen.

Aan de totstandkoming van dit proefschrift hebben velen bijgedragen. Allereerst dank ik de praktijkbetrokkenen van de respectievelijke deelonderzoeken die door de lengte van het proefschrift soms maar marginaal zijn opgenomen: Ruigoord Amsterdam, Ecu-dorp 'Alminde' Almere, 'Recycleshop' Haarlem, 'Retourette' Tynaarlo, 'De Groene Kreek' Zoetermeer, 'Oosterhout-midden' Nijmegen, 'Poptahof' Delft, 'Noordereiland' Rotterdam, 'De Wijk' Tilburg en 'Lanxmeer' Culemborg.

De leden van de diverse begeleidings- en adviescommissies, de diverse vakspecialisten op gebied van energie en sanitatie. Ook de vele 'gewone' gebruikers, bewoners, beheerders en geïnteresseerden die ik in de loop van de jaren via gesprekken, interviews en/of projectgroepen heb mogen betrekken bij actuele en vaak afwijkende én innovatieve ontwikkelingen. Mijn dank voor de inzet, de betrokkenheid, het vakmanschap en de beschikbaar gestelde tijd en gelegenheid. In het bijzonder wil ik nog Ger de Vries noemen die vanuit zijn betrokkenheid bij de wijk Lanxmeer, Culemborg en het SenterNovem onderzoek naar de Biogas implementatie en integratie geholpen heeft delen van het onderzoek te controleren en verfijnen. Ook Dick Sidler voor zijn leidende rol bij de kwantificering en oplossen van de vele praktische aspecten van de biogas installatie binnen de wijk Lanxmeer, het energieconcept van de wijk, en de Biogas Installatie Groep (BIG) in het bijzonder. Zeer veel dank gaat daarbij uit naar de belangrijkste persoon binnen de ontwikkeling c.q. toetsing van de uitkomsten van dit onderzoek binnen de belangrijkste praktijkstudie in dit proefschrift, de wijk Lanxmeer te Culemborg en het achterliggende 'EVA' gedachtegoed: Marleen Kaptein. Haar constante betrokkenheid bij- en inzet voor de wijk Lanxmeer, het EVA Centrum en daarmee ook dit onderzoek, in voor en tegenspoed, zijn van grote waarde.

Zonder de steun van de organisaties, waarbij ik werkzaam ben, en ben geweest, zouden de opzet en de afronding van dit boek niet mogelijk zijn geweest. Ik bedank daarom de leiding en medewerkers van Milieu Technisch Ontwerpen (MTO-b), inmiddels omgedoopt tot Climate Design & Environment, binnen de afdeling Bouwtechnologie van de faculteit Bouwkunde (Technische Universiteit Delft), het Delftse Interfacultaire Onderzoeks Centrum Duurzaam Gebouwde Omgeving (DIOC-DGO), alle betrokkenen bij het ontwerpatelier 'De Ecologische Stad' en de verschillende medewerkers van de andere zogenaamde MTO –tak (MTO-a), of 'StadsOntwerp en Milieu' (SOM).

Binnen het deelonderzoek naar de bouwkundige implementatie van decentrale sanitatiesystemen (DESAH) als onderdeel van het onderzoek 'Economy, Ecology and Technology' (EET) geleid vanuit de Wageningen University and Research Centre (WUR) in aansluiting op eerder werk hierbinnen van Alexia Luisiing, heb ik Paul de Graaf en Bas Hasselaar mogen aansturen. Ze hebben een belangrijk deel van het onderzoek verder helpen verdiepen en illustreren. Kees van der Linden heeft als dagelijks leidinggevende en collega veel betekend voor het mogelijk maken van tijd en financiën voor dit onderzoek en boek. Ook Andy van den Dobbelsteen die het laatste studiejaar nagenoeg mijn volledige lijst afstudeerders heeft overgenomen en mij (mede) daarmee ruimte verschaft voor de afronding van dit werk. Binnen het onderzoek zijn diverse deelstudies verwerkt van afstudeeropdrachten van studenten die ik in de loop van de afgelopen jaren met plezier heb begeleid binnen diverse faculteiten en onderwijsinstellingen. Enerzijds heeft dit bijgedragen om scherp en betrokken te blijven bij de actualiteit van 'jong en weinig verpest gedachtengoed', anderzijds is door hen belangrijk 'productiewerk' uitgevoerd. Aan het einde van het boek is een lijst en dankbetuiging opgenomen.

Het uitvoeren van een promotieonderzoek is bij tijd en wijle een eenzaam bestaan. Het is vooral de bewondering voor prestaties van je medemensen die aanzet om in je eigen werk de norm steeds hoger te stellen. Het is daarbij onmogelijk om een promotieonderzoek af te ronden zonder een goede begeleiding. Allereerst wil ik daarom mijn promotores Wiek Röling, Jón Kristinsson en Kees Duijvestein bedanken voor hun tomeloze geduld, inspiratie, aangedragen verdieping en verbreding in de vorm van contacten, boeken, quotes, levenswijsheden en anekdotes. Speciaal wil ik daarbij Wiek Röling en Marijke Don bedanken voor hun veelvuldige gastvrijheid en interesse, tijdens de vruchtbare besprekingen bij hen thuis, vaak vergezeld van heerlijke koffie of een goed glas wijn.

Verder wil ik mijn dank betuigen aan de mensen die binnen het lees- en corrigeerteam tot vervelens toe werden geconfronteerd met de mij bekende lange zinnen, vele bijzinnen, in het begin vaak nog 'slagen om de arm', referenties en woorden als 'optekenen', 'insteek', 'opstap', 'doorontwikkelen' en zo verder. Met name wil ik hier ook mijn vader noemen die zijn kennis en kunde hieromtrent flink heeft kunnen doen laten gelden, en het Nederlands daarmee leesbaarder en begrijpelijker heeft helpen maken. Samen met mijn moeder en zus Sonja hebben ze mij verder vaak geholpen bij allerlei zaken, waaronder 'gewoon opa, oma en tante zijn' voor Yair en Eva. Jullie steun blijft een fundament.

Het allerbelangrijkste in het leven en bij lang (s)lopende projecten, is de steun en liefde van je allernaasten. Mijn 'soulmate' en levenspartner Millie, en onze kinderen Yair en Eva hebben mij maximaal gemotiveerd en gesteund. Telkens opnieuw hebben ze daarbij weer hun oneindige geduld, positieve energie en enthousiasme getoond, en dat op elk willekeurig moment van de dag én de nacht. Lieve Millie: zonder jou grenzeloze liefde, concrete hulp, inzicht en optimisme was deze studie nooit afgerond en geworden tot wat het is; je bent samen met de kinderen mijn belangrijkste inspiratiebron en motivatie. Lieve Eva: in jouw ogen, vrolijkheid en levenslust zit de kracht van mijn geloof in een goede toekomst van deze wereld! Lieve Yair: jouw visie, creativiteit en ideeën om dat te realiseren tonen zich ondermeer in je uitzonderlijk heldere analyses. Dat bleek onder andere uit je wijze overweging (in het Spaans) die ik tot Latijnse stelling heb verheven... 'Solum in umbra umbram suam efugere potes' (stelling nr. 1). Deze geeft licht en is meer dan werelds. Dit belooft nog wat!

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave

Proloog	01
Duurzame ontwikkeling in perspectief	03
Deel I: Introductie	19
Hoofdstuk 1	21
<hr/>	
Probleemstelling en Methodologie	
1.1 Inleiding	23
1.2 Maatschappelijk- en wetenschappelijk kader	25
1.2.1 aanleiding onderzoek	25
1.2.2 wetenschappelijk kader: duurzame ontwikkeling in 3-dimensies	30
1.3 Onderzoeksvragen	35
1.3.1 context probleemstelling	35
1.3.2 probleem- en vraagstelling	37
1.3.3 doelstelling en randvoorwaarden	39
1.4 Opzet van de studie	39
1.4.1 structuurbeschrijving; uitwerking van de probleemstelling	39
1.4.2 methodologie	42
1.4.3 onderzoeks- en ontwerpcases	45
1.5 Leeswijzer	46
Hoofdstuk 2	51
<hr/>	
Afbakening en Definiëring	
2.1 Inleiding	53
2.2 Definiëring en milieutechnisch context	53
2.2.1 gehanteerde definities	53
2.2.2 milieutechnisch context	66
2.3 Ruimtelijke afbakening	68
2.3.1 begripsbepaling	68
2.3.2 schaalgerelateerde ontwerpconsequenties	70
2.4 Aanleiding Deel II: Probleem analyse & Diagnose	76

Deel II: Probleem Analyse en Diagnose	79
Hoofdstuk 3	81
Huidige Technische Infrastructuren	
3.1 Inleiding	83
3.2 Energie infrastructuur	84
3.2.1 begripsbepaling	84
3.2.2 probleem analyse energie infrastructuur	86
3.2.3 actoren in de energieketen	89
3.2.4 elektriciteit infrastructuur	92
3.2.5 gas infrastructuur	95
3.2.6 warmwater infrastructuur	97
3.3 Sanitatie infrastructuur	98
3.3.1 begripsbepaling	98
3.3.2 probleem analyse sanitatie infrastructuur	100
3.3.3 afval- en water gerelateerde actoren	106
3.3.4 toevoerwater infrastructuur	109
3.3.5 water afvoer infrastructuur	110
3.3.6 vaste afvalverwerking	112
3.4 Conclusies & Aanleiding hoofdstuk 4	114
3.4.1 conclusies hoofdstuk 3	114
3.4.2 aanleiding hoofdstuk 4	114
Hoofdstuk 4	117
Aandeel Milieubelasting Technische Infrastructuren	
4.1 Inleiding	119
4.2 Milieubelasting en ruimtelijke ordening	120
4.2.1 begripsbepaling	120
4.2.2 keuze milievalidatiemethode	121
4.2.3 bestaande instrumenten verduurzaming (technische-) infrastructuren	124
4.3 Bepaling aandeel milieubelasting huidige technische infrastructuren	126
4.3.1 referentie casus Oosterhout, Nijmegen	126
4.3.2 casus specifieke alternatieve configuraties	132
4.4 Conclusies & Aanleiding hoofdstuk 5	133
4.4.1 conclusies hoofdstuk 4	133
4.4.2 aanleiding hoofdstuk 5	133

	Hoofdstuk 5	135
	Toekomstige Ontwikkelingen en Verleden	
5.1	Inleiding	137
5.2	Technologie ontwikkeling in relatie tot het milieu	137
5.2.1	begripsbepaling	137
5.2.2	technologie ontwikkeling	138
5.2.3	ontwerperelateerde benaderingswijzen (duurzame) technologie	140
5.3	Ontwikkeling van essentiële technische infrastructuren	143
5.3.1	begripsbepaling	143
5.3.2	historische ontwikkeling technische infrastructuren	145
5.4	Verkenning toekomstige ontwikkelingen technische infrastructuren	149
5.4.1	begripsbepaling	149
5.4.2	energiesystemen	151
5.4.3	sanitatiesystemen	160
5.5	Conclusies & Aanleiding hoofdstuk 6	164
5.5.1	conclusies hoofdstuk 5	164
5.5.2	aanleiding hoofdstuk 6	165
	Hoofdstuk 6	167
	Centrale Technische Infrastructuren en Systemen: Heteronomie	
6.1	Inleiding	169
6.2	Schaal vergroting en de rol van infrastructuur	169
6.2.1	begripsbepaling	169
6.2.2	schaalvergroting in relatie tot fundamentele behoeften en maatschappelijke doelstellingen	170
6.2.3	schaalvergroting in relatie tot de essentiële technische infrastructuren	173
6.3	Voor- en nadelen centrale energiesystemen	178
6.3.1	verduurzaming en toename heteronomie	178
6.3.2	efficiëntie, flexibiliteit en beheer	180
6.4	Voor- en nadelen centrale sanitatie systemen	183
6.4.1	hygiëne en heteronomie	183
6.4.2	afvalwater gerelateerd	186
6.4.3	vast afval gerelateerd	188
6.5	Conclusies & Aanleiding hoofdstuk 7	190
6.5.1	conclusies hoofdstuk 6	190
6.5.2	aanleiding hoofdstuk 7	191

	Hoofdstuk 7	193
	Decentrale Technische Infrastructuren en Systemen: Autonomie	
7.1	Inleiding	195
7.2	Afbakening en relevantie decentraal georiënteerde systemen	196
7.2.1	begripsbepaling	196
7.2.2	decentrale en lokale energievoorziening	198
7.2.3	decentrale en lokale sanitatievoorziening	198
7.2.4	uitgangspositie en relevantie decentraal georiënteerde systemen	200
7.3	Voor- en nadelen decentrale energiesystemen	202
7.3.1	algemeen	202
7.3.2	specifieke voor- en nadelen	204
7.4	Voor- en nadelen decentrale sanitatiesystemen	206
7.4.1	algemeen	206
7.4.2	specifieke voor- en nadelen decentrale afvalwaterbehandeling	208
7.4.3	specifieke voor- en nadelen decentrale vaste afvalverwerking en inzameling	211
7.5	Conclusies & Aanleiding hoofdstuk 8, Deel III	214
7.5.1	conclusies hoofdstuk 7	214
7.5.2	aanleiding hoofdstuk 8	215
	 Deel III: Bestaande Concepten en Alternatieve Configuraties	 217
	Hoofdstuk 8	219
	Autonome- en Autarkische Concepten	
8.1	Inleiding	221
8.2	Autonomie en autarkie	222
8.2.1	begripsbepaling	222
8.2.2	ontstaan en gebruik van het begrip autarkie	224
8.2.3	relevante autarke leefgemeenschappen en concepten uit de historie	224
8.3	Autonome- of quasi autarke gebouw(deel)concepten	234
8.3.1	begripsbepaling	234
8.3.2	Earthships	235
8.3.3	The Autonomous House; Southwell, Verenigde Koninkrijk	236
8.3.4	Healthy House Project; Ontario, Canada	237
8.3.5	The Sustainable House; Sydney, Australië	240
8.3.6	overige projecten	242

8.4	Autonome- of quasi autarke leefgemeenschappen en concepten	244
8.4.1	begripsbepaling	244
8.4.2	Arcosanti; Arizona, Verenigde Staten	245
8.4.3	Hockerton Housing Project; Southampton, Verenigde Koninkrijk	246
8.4.4	overige projecten	249
8.5	Conclusies & Aanleiding hoofdstuk 9	252
8.5.1	conclusies hoofdstuk 8	252
8.5.2	aanleiding hoofdstuk 9	252

Hoofdstuk 9

Geïntegreerde Systemen en Concepten

9.1	Inleiding	257
9.2	Integratie en concentratie van functie en deelstromen	258
9.2.1	polycentrische ontwikkeling als basis	258
9.2.2	gesloten kringlopen en overige voorwaarden voor een stadsecologie	260
9.2.3	verbonden water, energie en nutriënten kringlopen: urban agriculture en permaculture	264
9.3	Verbonden energie - sanitatie voorziening	269
9.3.1	begripsbepaling	269
9.3.2	woon / werk complex Vauban; Freiburg, Duitsland	270
9.3.3	woonbuurt Flintenbreit; Lübeck, Duitsland	274
9.3.4	overige projecten	277
9.4	Gecombineerde ruimtelijk - ecologische functies	277
9.4.1	begripsbepaling	277
9.4.2	Biovaerk; Kolding, Denemarken	278
9.4.3	Living Machine; BedZED; London, Verenigde Koninkrijk	281
9.4.4	overige projecten	285
9.5	Discussie	286
9.6	Conclusies & Aanleiding hoofdstuk 10	291
9.6.1	conclusies hoofdstuk 9	291
9.6.2	aanleiding hoofdstuk 10	293

Hoofdstuk 10

Interconnectie en Netwerk Geometrie

10.1	Inleiding	297
10.2	Integratie en innovatie binnen netwerken	298
10.2.1	begripsbepaling	298
10.2.2	innovatie bij complexe systemen	303

10.2.3	integratie van ketenonderdelen bij de essentiële netwerken	307
10.3	Interconnectie en integratie van lokale clusters binnen essentiële netwerken	310
10.3.1	begripsbepaling	310
10.3.2	verbindingen en structuren in complexe netwerken	310
10.3.3	vertaling netwerkgeometrie naar fysieke en sociale structuren	315
10.3.4	nut en noodzaak interconnectie van lokale clusters binnen essentiële netwerken	319
10.4	Conclusies & Aanleiding hoofdstuk 11	321
10.4.1	conclusies hoofdstuk 10	321
10.4.2	aanleiding hoofdstuk 11	322

Hoofdstuk 11

Consequenties Ruimtelijke Ordening

11.1	Inleiding	327
11.2	Stedelijke modellen en de integratie van alternatieve functies	328
11.2.1	begripsbepaling	328
11.2.2	herintroductie van het stad-achterland principe: stedelijke modellen	329
11.2.3	invloed van typologie en grondgebruik	333
11.2.4	vertaling naar stedenbouwkundige typologie	335
11.2.5	bioregionaliteit en biotextuur	339
11.3	Infrastructuur als instrument voor verduurzaming	342
11.3.1	begripsbepaling	342
11.3.2	strategische interacties	342
11.4	Conclusies & Aanleiding hoofdstuk 12	345
11.4.1	conclusies hoofdstuk 11	345
11.4.2	aanleiding hoofdstuk 12	346

Deel IV: Ontwerp Parameters & Praktische Interventie

Hoofdstuk 12

Ontwerp Condities / Criteria

12.1	Inleiding	351
12.2	Milieutechnisch beoordelings- en evaluatiecriteria technische infrastructuur	352
12.2.1	begripsbepaling	352
12.2.2	minimale vervuiling	354
12.2.3	sluiten van (stof)kringlopen	354
12.2.4	optimaliseren toevoeging van grondstoffen	355
12.2.5	minimaal energieverbruik / maximale energieproductie	355

12.2.6	maximale veiligheid, gezondheidsgarantie en hygiëne	356
12.2.7	voorzieningszekerheid en consistentie	357
12.2.8	toekomstwaarde: flexibiliteit en uniformiteit	358
12.2.9	incasseringsvermogen	358
12.3	Ruimtelijke beoordelings- en evaluatiecriteria	360
12.3.1	begripsbepaling	360
12.3.2	inpasbaarheid in de woonomgeving	362
12.3.3	optimalisatie (grond)oppervlaktegebruik	362
12.3.4	minimalisatie c.q. optimalisatie van het materiaalgebruik	363
12.3.5	afscherming sabotage en vandalisme	364
12.3.6	toegankelijkheid actoren	364
12.3.7	optimalisatie inzameling en transport	364
12.3.8	aanpasbaarheid en uitbreidbaarheid	364
12.3.9	esthetische kwaliteit	364
12.4	Criteria vanuit het gebruikersperspectief	366
12.4.1	begripsbepaling	366
12.4.2	handhaving dan wel verhoging gebruiksgemak	367
12.4.3	geen afbreuk aan comfort	368
12.4.4	vergelijkbare kosten	368
12.4.5	machtiging (empowerment): onafhankelijkheid van gespecialiseerde instituties en verplichte netwerken	368
12.4.6	imago en leesbaarheid: esthetische kwaliteit en waarneembaarheid oplossingen	370
12.5	Conclusies & Aanleiding hoofdstuk 13	370
12.5.1	conclusies hoofdstuk 12	370
12.5.2	aanleiding hoofdstuk 13	372
	Hoofdstuk 13	375
	Sleutelfactoren en Plan van Aanpak	
13.1	Inleiding	377
13.2	Ondersteunen van verandering	378
13.2.1	begripsbepaling	378
13.2.2	belang van actoren	379
13.2.3	actoren in de gebouwde omgeving	381
13.3	Vraag- en aanbodsturing	386
13.3.1	begripsbepaling	386
13.3.2	kwalitatieve versus kwantitatieve sturing op vraag en aanbod	386
13.3.3	directe versus indirecte sturing op vraag en aanbod	388
13.4	Participatie als voorwaarde	390
13.4.1	begripsbepaling	390
13.4.2	participatie bij de realisatie van infrastructuren	393

13.4.3	participatie en cognitieve interactie als voorwaarde van duurzame ontwikkeling	396
13.4.4	voorbeeldconcepten uit de uitvoerings- en beheersfase	398
13.5	Conclusies & Aanleiding hoofdstuk 14	401
13.5.1	conclusies hoofdstuk 13	401
13.5.2	aanleiding hoofdstuk 14	402

Hoofdstuk 14

Programma van Mogelijkheden

14.1	Inleiding	407
14.2	Programma van Mogelijkheden, Deel II	408
14.2.1	begripsbepaling	408
14.2.2	technische infrastructuren (PvM - Hoofdstuk 3)	408
14.2.3	milieubelasting (PvM - Hoofdstuk 4)	410
14.2.4	toekomstpaden (PvM - Hoofdstuk 5)	411
14.2.5	heteronomie en centralisatie (PvM - Hoofdstuk 6)	413
14.2.6	autonomie en decentralisatie (PvM - Hoofdstuk 7)	416
14.3	Programma van Mogelijkheden, Deel III	418
14.3.1	begripsbepaling	418
14.3.2	autonomie en autarkie (PvM - Hoofdstuk 8)	418
14.3.3	functie- en systeemintegratie (PvM - Hoofdstuk 9)	421
14.3.4	heteronomie en netwerkgeometrie (PvM - Hoofdstuk 10)	424
14.3.5	ruimtelijke ordening en -ontwikkeling (PvM - Hoofdstuk 11)	426
14.4	Programma van Mogelijkheden, Deel IV	429
14.4.1	begripsbepaling	429
14.4.2	ontwerpcriteria (PvM - Hoofdstuk 12)	429
14.4.3	participatie als voorwaarde (PvM - Hoofdstuk 13)	432
14.5	Overzicht PvM & Aanleiding hoofdstuk 15	434
14.5.1	relaties en inschaling van de programmapunten	434
14.5.2	aanleiding hoofdstuk 15	440

Hoofdstuk 15

Casus EVA Lanxmeer, Culemborg

15.1	Inleiding	445
15.2	Planvormingsproces en duurzaamheidsstatus EVA Lanxmeer, Culemborg	446
15.2.1	toelichting op de wijk en de ontstaansgeschiedenis	446
15.2.2	huidige energieconcept, water- en afvalbeheer binnen de wijk Lanxmeer	448
15.2.3	bewoners en overige betrokken (belanghebbende) actoren	450
15.2.4	inpassing ontwikkelingsproces EVA Centrum, Lanxmeer	452

15.3	Ontwerp parameters, transport varianten en mogelijke technieken	456
15.3.1	begripsbepaling	456
15.3.2	transport varianten	460
15.3.3	mogelijke DESAR technieken	468
15.3.4	systeemconfiguraties	470
15.3.5	definitieve systeemconfiguratie en dimensionering van systeem en componenten	474
15.3.6	verkenning mogelijke knelpunten met belanghebbende actoren	483
15.4	Uitwerking en integratie EVA Centrum en Sustainable Implant	485
15.4.1	begripsbepaling	485
15.4.2	planproces tweede fase EVA Centrum en SI	486
15.4.3	definitieve schetsontwerp EVA Centrum en hotel 'De Luchtendans'	490
15.4.4	succes- en faalfactoren	497
15.5	Conclusies & Aanleiding hoofdstuk 16	500
15.5.1	conclusies hoofdstuk 15	500
15.5.2	aanleiding hoofdstuk 16	502

Deel V: Probleem Analyse en Diagnose 503

Hoofdstuk 16 505

Samenvatting, Conclusies en Aanbevelingen

16.1	Samenvatting en analyse	507
16.1.1	heteronomie en 'duurzame ontwikkeling'	507
16.1.2	heteronomie en decentrale (zelf)voorziening	509
16.1.3	lokale zelfvoorziening en autonomie	511
16.1.4	autonomie én heteronomie	514
16.1.5	consequenties voor de ruimtelijke ordening	519
16.1.6	uitwerking in de praktijk	521
16.1.7	voorbeeldcasus Lanxmeer, Culemborg	524
16.2	Reflectie en beantwoording onderzoeksvragen	530
16.2.1	achtergrondvraag I	530
16.2.2	achtergrondvraag II	531
16.2.3	achtergrondvraag III	533
16.2.4	achtergrondvraag IV	535
16.2.5	achtergrondvraag V	536
16.2.6	onderzoekshoofdvraag	538
16.3	Slotconclusies	543
16.4	Aanbevelingen	545

	Summary	547
	Autonomy and Heteronomy	
Extensive summary		549
	Bijlagen	
	Samenvattingen, Achtergrondstudies & Gegevens	575
I	Ontwikkelingsgeschiedenis (technische) energie infrastructuur	577
II	Ontwikkelingsgeschiedenis (technische) afvalwater infrastructuur	582
III	Technische infrastructuur; onderdeel energie	588
IV	Technische infrastructuur; onderdeel water	595
V	Technische infrastructuur; onderdeel afval	597
VI	Definiëring en ruimtelijke afbakening per ontwerp- en schaalniveau	604
VII	Analyse op duurzaamheid gerichte stedelijke typologie	609
VIII	Transport varianten	615
IX	Decentrale systemen; oplossingsprincipes onderdeel sanitatie	619
X	Technische infrastructuur; ketenonderdelen, leveringsvarianten	627
XI	Vormen van infrastructuur	632
XII	Samenstelling en grootte van stromen	635
XIII	Ontheffingenbeleid t.b.v. decentrale energie- en afvalwater installaties en systemen	636
	Referenties	
	Bronnen en aanvullende informatie	639
Literatuurlijst		640
Figurenlijst		671
Publicatielijst		675
Participerende / Gerelateerde onderzoekers		677
Curriculum Vitae		679

“I am enough of an artist
to draw freely upon my imagination.
Imagination is more important than knowledge.
Knowledge is limited.
Imagination encircles the world”

Albert Einstein

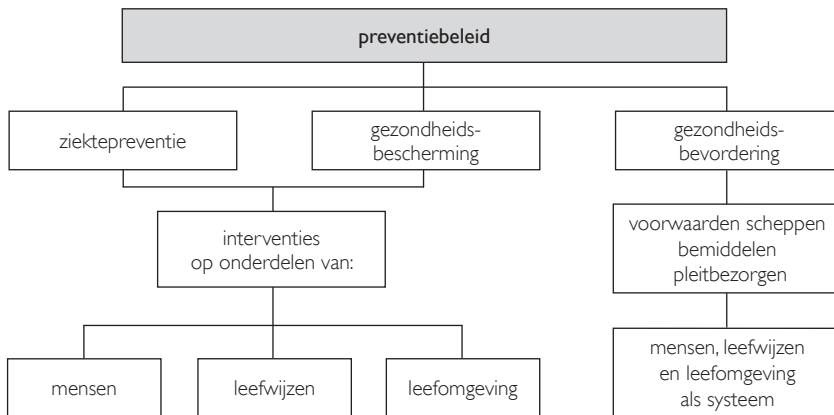
Proloog

Duurzame ontwikkeling in perspectief

In de tweede helft van de 19^e eeuw ontwikkelt zich vanuit de gezondheidszorg een sterke invloed op de stadsontwikkeling. Deze invloed van de zogenaamde ‘hygiënisten’ bestaat uit een lobby met argumenten voor onder meer een goede huisvesting, drinkwatervoorziening en riolering als belang voor de volksgezondheid. In 1901 worden met de introductie van de Woningwet¹ in Nederland deze gezondheidsaspecten voor het eerst geïntroduceerd in de bouw, vooral gekoppeld aan licht, lucht en ruimte, vertaald in minimale eisen waaraan woningen dienen te voldoen. Deze wet vormt het begin van ontwikkelingen met betrekking tot verplichte aansluiting van (in eerste instantie) drinkwatervoorziening en later worden ook afvalwater en energie aan een centrale (gecontroleerde) infrastructuur gekoppeld. Algemeen kan gesteld worden dat de woningen hierdoor in de decennia die volgden steeds minder ongezond worden [Haas, 1997]. De cultuur van de ‘gezondheidszorg’ in deze periode is volgens Van der Kamp [1990] generaliserend te typeren als: “mensen kunnen gezond gehouden worden als men zijn ziekten kan bestrijden”.

Figuur 0.1

Preventiebeleid en gebouwde omgeving



Eén van de eerste indicaties van een veranderende houding tegenover gezondheidsaspecten is de publicatie van Ebenezer Howard [1902]: ‘The garden cities of tomorrow’, waarin hij een “gezond stadsleven” ontwerpt, tuinsteden die een wisselwerking tussen stad en platteland mogelijk moeten maken. Hij wil er samenlevingsprocessen mee sturen. Door eigen beheer en zelfbestuur van de bewoners ten aanzien van hun woning en woonomgeving hoopt hij de kwaliteit van de verbeterde situatie te kunnen waarborgen.

¹ Het kabinet van H. Goeman Borgesius nam meerdere wetten aan die de verantwoordelijkheid van het openbaar bestuur benadrukten. Een van deze wetten was de woningwet.

Deze verplichtte iedere gemeente met meer dan 10.000 inwoners tot het opstellen van uitbreidingsplannen. Bovendien eiste ze kwaliteitsbewaking van de woningen en voorzag

ze in financieringsmogelijkheden van (sociale) woningbouw [Risselada, 2002].

In Engeland en Duitsland ontstaan na de eerste Wereldoorlog, als reactie op de industrialisatie, stromingen die terug grijpen op bewegingen zoals de Arts & Crafts² uit de voorgaande eeuw, waarin gestreefd werd naar gezonder leven en wonen. Het is in deze tijd dat Leberecht Migge³ en Ernst May een link leggen tussen 'gezonde' landbouw en 'gezond' bouwen en wonen. Langzamerhand ontstaat er een stroming van 'anders bouwen', zoals de antroposofische beweging van Rudolf Steiner⁴. In Europa ontstaat een stroming, bekend als: 'het Nieuwe bouwen'⁵. Aanhangers streven op een geheel andere manier naar gezondheid en (geestelijke) hygiëne. Op het CIAM congres van 1929, met als thema: "Die Wohnung für das Existenz minimum"⁶ stelt Gropius in zijn voordracht vast dat de vraag is wat het minimum aan licht, lucht en ruimte is, dat de mens nodig heeft [Kloos, 1985]. Daarnaast onderkent Le Corbusier⁷ in z'n werk het belang van beschaduwing en natuurlijke ventilatie, aspecten die niet alleen zijn ingegeven door esthetische motieven, maar ook vanwege de onderkenning van een verbetering van leefcomfort en andere (sociale) kwaliteiten. Het begrip 'ordering' staat volgens Taverne [1986a] centraal bij het tot overeenstemming laten komen van sociale⁸ en technische aspecten van het bouwen. Architecten, stedenbouwers en planologen denken in de jaren van de wederopbouw (na 1945) in eerste instantie aan de noodzakelijke realisatie van een sociaal-culturele ruimtelijke ordening, waarbij volgens hen de aanpassing van de omgeving aan de veranderde omstandigheden in het geding is. Typierend voor de uiteenlopende benadering van het begrip 'ordering' vlak na de Tweede Wereldoorlog is de verbaasde kijk van enkele vooraanstaande Nederlandse architecten op de Engelse aanpak⁹. In Engeland was het wetenschappelijk onderzoek op het gebied van planning, stedenbouw, bouwtechniek en technologie goed georganiseerd.

Dit leidde tot lijvige boekwerken waarin de grondslagen (typologie, bezonning, verlichting, fysische-, fysiologische beginselen etc.) werden vastgelegd voor de modernisering van de bouw. Mede onder invloed van de Amerikaanse cultuursocioloog Lewis Mumford koesterden vakgenoten in Nederland een bijna religieus geworteld wantrouwen tegen de uit de Engelse geschriften voortkomende "totale mechanisering van de materiële omgeving, en van de woning in het bijzonder". De architecten, stedenbouwers en planologen beginnen zich als 'sociale ingenieurs' steeds meer toe te leggen op de exploitatie van de sociaal- culturele dimensies van de ruimte (woning, wijk, stad, regio). Er komt een groot aantal technische

² Arts & Crafts (1874) in Engeland ontstane beweging die het kunstambacht, dat door de opkomst van het industrieproduct in betekenis achteruit was gegaan, in ere wilde herstellen. Onder invloed van William Morris en John Ruskin en de kunstidealen van de Prerafaëlieten werd binnen deze stroming, als doel gesteld, leven en kunst bij elkaar te brengen en de verschillende takken van het handwerk, die het artistieke karakter van het binnenhuis bepalen, te stimuleren.

³ Leberecht Migge, Duitse wetenschapper en landschapsarchitect die in de twintiger jaren van de twintigste eeuw het belang aangaf van volkstuinen als belangrijke gebruiksfunctie van groen in de steden. Hij

vertaalde dit tezamen met Ernst May naar ontwerpen voor de nieuwe 'Siedlungen' in Frankfurt. May stelde voor om groene ruimten en educatieve en recreatieve voorzieningen op te nemen en hoog- en laagbouw te combineren, terwijl Migge net als Daniel Paul Schreber pleitte voor "Gartenkultur statt Gartenkunst", en voor intensieve tuinbouwzones rond de steden [Tjallingii & Reh, 1989; Winblad, 2000].

⁴ Rudolf Steiner [1861-1925) Oostenrijker geboren in Kroatië en grondlegger van de antroposofie. Zijn 'Goethe-studiën' hebben grote invloed gehad op de esoterische zijde van zijn denkbeelden. Na jaren leiding te hebben gegeven aan de Theosofische Vereniging zorgden

meningsverschillen er uiteindelijk voor dat Steiner in 1913 tezamen met zijn aanhangers de Anthroposofische Gesellschaft oprichtte, en werd onder leiding van Steiner gestart met een (later afgebrand en volgens zijn theorie opnieuw gebouwd) eigen centrum, genaamd 'het Goetheanum', in Dornach, Oostenrijk [Caenegem, 1979].

⁵ Het Nieuwe Bouwen is een andere naam voor het Nederlands functionalisme. De stroming ontwikkelt zich gedurende de jaren twintig en bestaat uit een groep architecten die elkaar vonden o.a. rond het tijdschrift 'De 8 en Opbouw', waarbij de nadruk lag op de consequenties van nieuwe materialen en nieuwe

specialisten op het gebied van verkeer, energie en communicatie, en concrete voorstellen worden gedaan voor een aantal noodzakelijke collectieve voorzieningen, die voor de massawoningbouw van doorslaggevend betekenis zijn¹⁰. Op deze wijze wordt de woning geleidelijk aan een technische 'orde' onderworpen. Ook de omgeving ontkomt hier niet aan, al valt het proces nagenoeg buiten het blikveld van de planologen¹¹ [Taverne, 1986a].

Na de Tweede Wereldoorlog wordt mondiaal gezien een ruimere inhoud gegeven aan het begrip gezondheid: in 1948 wordt de Wereld Gezondheid Organisatie (w.h.o.) opgericht. Gezondheid wordt in navolging van Andrija Stampar¹² voor het eerst 'positief' gedefinieerd. Het zal echter nog lange tijd duren voordat deze positieve betekenis operationeel gemaakt wordt.

technieken in hun ontwerpen. Met name het werk van Berlage vormt de basis van het denken vanwege zijn ideeën over normalisering en typering in de woningbouw. Uiteindelijk leidt dit tot een pleidooi voor een geïndustrialiseerde bouwproductie met als doel betaalbare woningbouw in grote hoeveelheden. Middelen van toepassing zijn veel licht (glas), beton en staal. Als 'vaders' van het Nieuwe Bouwen worden Brinkman, Van der Lugt en Duiker gezien.

⁶ In de voorbereidingen van de CIAM congressen fuseerden in 1932 de Rotterdamse groep 'Opbouw' en hun Amsterdamse geestverwanten 'De 8', met als communicatiemiddel het tijdschrift 'De 8 en Opbouw'. In 1932 ontwikkelden zij een model voor 'De organische woonwijk in open bebouwing', mede als reactie op de strenge strokenbouwplannen van E.May [Risselada, 2002].

⁷ Le Corbusier (1887-1965), eigenlijk Charles Edouard Jeanneret. Frans, van origine Zwitserse architect, stedenbouwkundige, schilder en publicist. Na zijn studie wijdde hij zich in Parijs eerst voornamelijk aan de schilderkunst, met name het purisme, en richtte hij het tijdschrift 'L'Esprit Nouveau' op (1920/'25). De hierin uitgewerkte ideeën past hij in de praktijk toe bij zijn ontwerpen voor de zgn. Citrohan huizen en een aantal particuliere huizen. Later propageerde hij samen met zijn neef Pierre Jeanneret ideeën die uitgingen van een mechanisering van het leven en noemde hij het woonhuis een machine, die zo weinig mogelijk inbreuk mocht maken op de indivi-

duele vrijheid van de mens en de omringende natuur. In de periode na 1922 realiseerde hij vele grote, ook stedenbouwkundige projecten. Zijn ontwerpen voor grote wooneenheden, de Unité d'Habitation en de plannen voor de stad Chandigarh zijn in dit kader bekend. Tevens introduceerde hij het zogenaamde modulator systeem dat uitging van de verhoudingen van het menselijk lichaam. Ook zijn religieuze bouwwerk 'Notre-Dame-du Haut' in Ronchamp en het klooster 'La Tourette' hebben veel invloed uitgeoefend.

⁸ Sociaal is "al datgene dat voortkomt uit menselijke interactie, uit het samenleven en -verkeren van mensen [Jager, 1971].

⁹ Het idee van de 'wijkgedachte' was, zo constateerden architecten als Kraaijvanger, De Ranitz en Van Embden in 1946, al volledig geïntegreerd in de planologische-stedenbouwkundige praktijk, en hier en daar zelfs politiek gezien in de vorm van wijkraden. Planologen en stedenbouwers waren in Engeland tijdens de oorlog door middel van surveys, enquêtes, tentoonstellingen, boeken en pamfletten tot een werkelijke 'dialoog' met de bevolking gekomen [Izonis et al., 1986].

¹⁰ In 1947 wordt de 'Voorlopige Wenken en Voorschriften voor het ontwerpen van eengezinshuizen' gepubliceerd, waarin ondermeer de keuken wordt afgestemd als een ruimte om in te koken en niet om "in rond te hangen". Tegelijkertijd wordt ook buitensporig veel aan-

dacht besteed aan de maten en locatie van de meterkast. Het 'op maat brengen', ofwel het streven naar een zo beknopt mogelijke kast werd ingegeven door het "de bewoners zo min mogelijk gelegenheid geven om vóór de meters stofzuigers te plaatsen of kleren te hangen" [Bouw, 1947].

¹¹ In 1946 spreekt de directeur van de Rijksdienst voor het Nationaal Plan op een internationaal congres in Hastings over de ruimtelijke decentralisatie van Nederland. Hij noemt de relatief lage geboortecijfers en de hoge krankzinnigheidscijfers als een bewijs voor het sociaal ongewenst zijn van hoge bevolkingsconcentraties. Op basis hiervan komt hij, net als Van Embden in zijn studie over de Streekstad [1948], tot een negatieve beoordeling van de Randstad en tot verregaande voorstellen voor bevolkingsverspreiding, o.a. met behulp van een geleide industrialisatiepolitiek [Koopmans, 1946]. Uit deze publicatie, maar zeker ook uit de publicatie van S.J. van Embden blijkt de beperkende, kleinburgerlijke angst voor groot-schalige, stedelijke planning, waardoor het visioen uitmondde in de veilige ordening van de wijk.

¹² Andrija Stampar: Yugoslavische sociaal geneeskundige en tevens Minister van Volksgezondheid. Hij definieerde gezondheid als volgt: "gezondheid is niet alleen de afwezigheid van ziekte of gebrek, maar ook een situatie van fysiek, geestelijk en sociaal welbevinden" [Kamp, 1990].

In de Verenigde Staten publiceert Frank Lloyd Wright¹³ in de jaren vijftig zijn boek ‘The Natural House’ (1954) dat grote invloed heeft op architecten en de kunstwereld. In de jaren zestig maakt de massaproductie in de bouw een enorme vlucht. Door de ontwikkeling van technologie en de aanwezigheid van relatief goedkope energie verdwijnt de concrete noodzaak van ‘duurzaam bouwen’ en ‘zorgvuldig bouwen’. Vanaf de jaren vijftig, maar vooral in de jaren zestig, wanneer de woningbouw steeds grootschaliger wordt aangepakt komen door andere (meestal versnelde) bouwmethoden en nieuwe (chemische) materialen de gezondheidsaspecten meer onder druk te staan [Haas, 1996]. In de Verenigde Staten duikt rond de tweede helft van de jaren zestig onder leiding van Mumford het regionalisme als een tussenfase van de Populistische beweging op. Het (neo)regionalistisch populisme is als anti-modernistische beweging vrij snel -zij het kortstondig- een brede internationale beweging, die sociale architectuur bij de tijd probeert te brengen door haar los te maken uit de dwangbuis van universele normen [Tzonis & Lefavre, 1986c]. De oplossing, die het aanreikt is decentralisatie, ook van het besluitvormingsproces bij de architectonische productie¹⁴. In Nederland heeft de in 1966 gepubliceerde Tweede Nota voor de Ruimtelijke Ordening en de instelling van de Wet op de Ruimtelijke Ordening grote gevolgen voor de ruimtelijke ontwikkelingen. Met name het schaalniveau valt op: “het is een ordening van het gehele land, in plaats van een stad of stadsdeel” [Meyer, 2003, p.21]. Vanaf dit moment worden functies en bestemmingen vastgelegd en is amper sprake van het scheppen van condities, gekoppeld aan de specifieke, plekeigen karakteristieken.

In 1972, een jaar voor de wereldwijde energiecrisis, verschijnt het rapport ‘The limits to growth’ [Meadows & Meadows, 1972]. Het betreft verkenningen van de ‘Club van Rome’¹⁵ inzake de situatie van de mensheid in relatie tot de voorraad grondstoffen op deze wereld en de daaraan gekoppelde beperkingen. In het rapport wordt de dynamiek van het wereldsysteem zoals bevolkingsgroei, grondstoffenvoorraden, voedselproductie, industrieproductie en milieuvuiling in computermodellen gesimuleerd en worden de grenzen aan de groei onderzocht. Onderkend wordt dat de gestelde milieuproblemen dermate verstrekkend zijn dat het niet mogelijk is deze op lokale of nationale schaal aan te pakken.

¹³ Frank Lloyd Wright is een Amerikaanse architect (1869-1959) die voor het eerst op grote schaal en op een meeslepende manier de architectuur aanpast aan de natuurlijke omstandigheden en ecologie van het Midden-Westen van Noord-Amerika: “Om te beginnen voorziet de natuur de materialen van architectonische motieven, waaruit de architectonische vormen, zoals we die nu kennen, zich hebben ontwikkeld. Alhoewel onze praktijk zich al eeuwenlang voor het merendeel van de natuur heeft afgekeerd –inspiratie zoekend in boeken en slaafs trouw blijvend aan een dode formule- is de rijkdom aan suggesties van de natuur onuitputtelijk, haar rijkdommen groter dan enig menselijk verlangen”

[Wright, 1901].

¹⁴ Als middelen worden ingezet: ‘participerende-’, ‘self-help-’, ‘advocacy-’ of ‘onbepaalde-’ architectuur. Allemaal kenmerken bekend binnen het (kritisch) regionalisme. Het grote verschil is dat de ‘regio’ niet zozeer bepaald wordt door de grenzen van de streek, als wel door de strikte grenzen van ‘design’ in relatie tot een maatschappelijke groepering [Tzonis, 1986c].

¹⁵ Club van Rome, een in 1968 opgerichte en in Zwitserland geregistreerde particuliere stichting van geleerden en industriëlen (ca. 50) uit ongeveer 30 landen. De voornaamste doelstelling is het onderzoeken of doen onderzoeken van de kwantitatieve en kwalitatieve samenhang

van de wereldproblemen en het in brede kring aandacht vestigen op de ernst van de problemen, hun onderlinge samenhang en op de noodzaak gecoördineerde maatregelen te nemen ter verbetering van de onevenwichtige situatie [Forester, 1972].

¹⁶ Hier wordt gesproken van de tweede energie crisis aangezien door bepaalde auteurs de periode voorafgaand aan het ‘kolentijdperk’ wordt aangeduid als de eerste energiecrisis. Als bron van kracht waren de mens, dierkracht en het gebruik van wind en water destijds niet langer toereikend om de steeds verder groeiende industriële bedrijvigheid te voeden. Ook hout als energiebron was na grootschalige kap niet langer in

Juridisch gebeurt dit -met beperkt succes- in de vorm van mondiale milieuverdragen of middels uitgegeven verklaringen tijdens internationale conferenties, zoals de 'Verklaring van het leefmilieu' [1972, Stockholm, U.N.].

De (tweede)¹⁶ energiecrisis in 1973 vormt tezamen met de sombere voorspellingen van de Club van Rome feitelijk de basis voor een opkomend milieubesef en voor zorgen om welzijn op korte én langere termijn¹⁷. De zeer hoge olieprijs legt de grote olieafhankelijkheid van de economie bloot, en diversificatie van de energiebronnen wordt een doel op zich. Pas tegen het eind van de jaren zeventig leidt groeiend milieubesef tot een, op meer 'passieve' geïntegreerde technieken gebaseerde aanpak, bekend als het zogenaamde 'integraal ontwerpen' [Kristinsson et al., 1995a].

Van grote invloed is een beleidsdocument uit 1974 dat de Canadese minister van Volksgezondheid uitbracht: 'A new perspective on health for Canadians'. In het in dit document gelanceerde 'Health Field Concept' wordt de aandacht gevestigd op fysieke en sociale levensomstandigheden, op leefwijzen en op biologische (genetische) kenmerken als de zogenaamde "determinanten" van gezondheid. In navolging van dit document worden door de W.H.O. initiatieven ondersteund om te werken aan het stimuleren van een gezonde interactie tussen mensen en hun omgeving, waarbij "de wisselwerking tussen mens en omgeving wordt gezien als een zelforganiserend systeem dat via een evolutionair- of groeiproces leidt tot verbetering van gezondheid" [Kamp, 1990].

Het is in dezelfde jaren zeventig en tachtig dat nieuwe stromingen zich sterk maken voor 'gezond bouwen'. Zo verzet zich in de Verenigde Staten de 'Shelter Movement'¹⁸ tegen de gevestigde, geïndustrialiseerde maatschappij en verkondigt ze alternatieve leefwijzen en de eerste vormen van zelfbouw en informele (steden)bouw. Dit voorbeeld wordt in Nederland gevolgd ondermeer door de vereniging 'De kleine Aarde'¹⁹ en hieruit voortgekomen 'De Twaalf Ambachten', beiden te Boxtel. Vanuit de alternatieve, milieubewuste leefwijze worden ook ideeën over ecologisch bouwen ontwikkeld.

voldoende mate aanwezig. Deze aldus ook wel genoemde 'eerste energiecrisis' werd 'opgelost' door op grote schaal steenkool als energiebron te gebruiken; een voor die tijd schijnbaar onuitputtelijke energiebron. [Verkooijen, 1996]. Er zijn al serieuze onderzoeken/publicaties naar de volgende 'oliecrisis', mogelijk de derde energiecrisis. De meeste onderzoeken spreken over periodes van 20 à 30 jaar dat de mogelijkheid voor praktische winning nog reëel is [Kouffeld, 1999]; volgens een ander onderzoek is dit maar 10 jaar [Kerr, 1998].

¹⁷ "Ontplooiing van diversiteit en creativiteit, eerlijke verdeling en eindige welvaart, verwezenlijking van zeggenschap op basis van aller inzet voor vrijheid en geluk ten behoeve van deze en nakomende generaties –

daarin vertaalt zich dat begrip welzijn" [Kraemer, 1974, p.521].

¹⁸ De Shelter Movement was (is) een onderdeel van de hippiecultuur en een reactie op "burgerlijke samenleving". Hun belangrijkste publicatie is 'Shelter' [1973; re-print 1997]. De beweging richtte zich op levensstijlen en op zelfbouw van woningen volgens low-tech en plaatselijke, regionale architectuur. Voorbeelden en principes vanuit de gehele wereld worden in Shelter aangedragen.

¹⁹ De Kleine Aarde is een in Boxtel gevestigde stichting die sinds 1973 (geïnspireerd door het Rapport van Club van Rome) zoveel mogelijk mensen wil interesseren voor een duurzame levensstijl, gebaseerd op landbouwmethoden, voedingsge-

wonten en een bewuste omgang met energie en grondstoffen, waarmee het milieu ontzien wordt en ook in andere landen een duurzame ontwikkeling ondersteund wordt. Nadat de Stichting groeide (tot ca. 10.000 donateurs) is een van de grondleggers Sietz Leeftang, een groot voorvechter van kleinschaligheid, het Boxtelse centrum voor duurzame milieutechnieken 'De twaalf ambachten' (2000 donateurs) begonnen. Dit technisch centrum experimenteert sinds 1976 met ecologische technieken op basis van ambachtelijke aanpak (met zo eenvoudig mogelijke middelen) met als doel minder afhankelijkheid van grootschalige moderne technische systemen en het bevorderen van nieuwe kleinschalige bedrijvigheid.

Daarbij verplaatst zich de alternatieve gedachte naar de praktijk mede dankzij de in 1976 opgerichte ‘Vereniging van Integrale Biologische Architectuur (VIBA)²⁰, en via het boek ‘Bio-logische Architectuur’ [Schmid & Haas, 1982/1990] naar onderwijsinstellingen. In 1980 wordt de term ‘sustainability’ voor het eerst bekend via het boek ‘Building a sustainable society’ van Lester Brown. In 1987 wordt vervolgens door de Commissie Brundtland²¹ het begrip ‘Duurzame Ontwikkeling’ geïntroduceerd in het rapport ‘Our common future’ [WCED, 1987, p.46]:

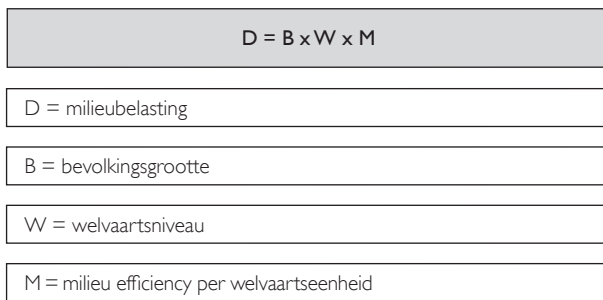
“Sustainable development is a process of change in which the exploitation of resources, the direction of investments, the orientation of technological development and institutional change are all in harmony and enhance both current and future potential to meet human needs and aspirations”²².

Dit rapport is optimistischer dan het eerdere rapport van de Club van Rome en legt voor het eerst verband tussen armoede en milieuproblematiek. In Nederland leidt het Brundtland rapport in 1988 tot ‘Zorgen voor morgen, nationale milieuverkenningen 1985-2010’ [RIVM, 1988]. Dit vormt de basis voor het eerste Nationale Milieubeleidsplan, ‘Kiezen of verliezen’ (NMP) [Ministerie VROM 1988/1989] en de daarop gebaseerde latere beleidsplannen NMP+ [1990], de 4e nota Ruimtelijke Ordening [Ministerie VROM, 1990], het 1e en 2e Plan van aanpak Duurzaam Bouwen met begeleidende deelnota’s [Ministerie VROM, 1995; Ministerie VROM, 1997a], het ‘Langertermijnperspectief Duurzaam Bouwen’ [Ministerie VROM, 1997b] en de 4e nota Ruimtelijke Ordening Extra²³ [Ministerie VROM, 1996].

In 1990 wordt door Ehrlich en Speth²⁴ op basis van de in 1972 geïntroduceerde ideeën van de Amerikaanse bioloog en milieudeskundige Bary Commoner²⁵ de –als metafoor, of denkmodel²⁶ te lezen- formule voor het ‘berekenen’ van de noodzakelijke mondiale milieudrukverlaging over een periode van 50 jaar gezien [Ehrlich & Ehrlich, 1990; Speth, 1990; Commoner, 1972].

Figuur 0.2

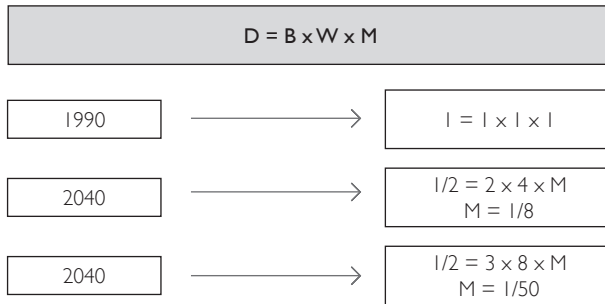
Formule milieubelasting bepaling



Het begrip milieugebruiksruimte²⁷ is geïntroduceerd door Opschoor [1987]. Als men uitgaat van de wenselijkheid van (mondiale) maatschappelijke continuïteit, de milieugebruiksruimte (M) moet behouden blijven, dan moeten we volgens Opschoor en Van de Ploeg een aantal gebruiksmogelijkheden van ‘het milieu’ en ‘de natuur’ beschikbaar houden.²⁸ Het echtpaar Lovins ontketende tezamen met Von Weiszäcker als eerste de discussie omtrent het (zogenoemde) factordenken, dat voortkomt uit de milieudruk - formule. Zij stelde aan de hand van de formule van Ehrlich en Speth (Figuur 0.2) dat over de periode van 1996 tot 2001 de milieudruk per eenheid welvaart een vierde zou moeten bedragen van de ‘huidige’ situatie²⁹.

Figuur 0.3

Milieubelasting reductie



Jansen en Van Heel [1993] waren de eersten die keken naar een periode van 50 jaar. Uitgangspunt is hier dat men de druk op het milieu (in 1990) te hoog vindt. Dit resulteert bij hen in de doelstelling om in het jaar 2040 de druk op het milieu te halveren. Daarbij wordt uitgegaan van voorzichtige scenario's, die aantonen dat de wereldbevolking tot het jaar 2040 zeker zal verdubbelen dan wel verdrievoudigen³⁰ en dat de gemiddelde welvaart per persoon minimaal met een factor 4 à 8 zal toenemen. Door deze gegevens in de formule in te voeren is uit te rekenen dat de milieubelasting 'als eenheid welvaart' (of 'eenheid product'), om het gestelde doel te bereiken, gemiddeld met een factor 8 tot 50 moet afnemen. De conclusie dat de milieubelasting per eenheid welvaart met een factor 8 tot 50 naar beneden zal moeten, houdt een milieudruk reductie in van 87% tot 98%. Jansen stelt

²⁰ VIBA staat voor Vereniging voor Integrale Bio-logische Architectuur. De vereniging gaat er van uit dat de oplossingen voor actuele vraagstukken van bouwen en wonen, verstrengelde combinaties moeten zijn van zorg voor mensen, natuur en milieu. De aandacht voor de gangbare 'duurzaam en energiezuinig bouwen' thema's vult de VIBA aan met gezondheids- en leefbaarheidstema's, richt zich op "het combineren van verschillende prestatievelen en het samenbrengen van uiteenlopende disciplines en stelt het hoge ambities via duidelijker keuzes dan de gangbare" [Viba, 2003].

²¹ Commissie Brundtland is genoemd naar haar voorzitter de Noorse premier Ero Haalen Brundtland.

²² In het Nederlands vertaald: "een ontwikkeling die voorziet in de behoeften van de huidige generatie zonder daarmee voor de toekomstige generaties de mogelijkheden in gevaar te brengen om ook in hun behoeften te voorzien".

²³ De Adviesraad voor Wetenschap en Techniek stelt in 1993 voor om,

analoog aan de manier waarop de deltawerken fungeerden, namelijk als symbool voor de strijd tegen de zee, nu een deltaplan Duurzaam Nederland te maken [AWT, 1993].

²⁴ Ehrlich & Speth (& Bary Commoner) De gebroeders Ehrlich en Ehrlich waren tezamen met Speth werkzaam op het Max Planck Instituut in Duitsland en hebben de factor 20 formule in 1972 geïntroduceerd op basis van het werk van de Amerikaanse bioloog en milieudeskundige Baary Commoner ["The Poverty of Power"]. De factor 20 duidt op het streven in 50 jaar twintig keer zo milieuefficiënt in de maatschappelijke behoeften te voorzien (zie h.1.1) [VROM, 1999].

²⁵ Commoner drukte als eerste de belasting op het milieu uit in een formule.

²⁶ Het denkmodel illustreert algemeen en indicatief de spanning die ten gevolge van demografische en economische ontwikkelingen kan ontstaan tussen het wenselijke en het werkelijke beslag op de milieugebruiksruimte [Teunissen, 1999].

²⁷ Milieugebruiksruimte wordt door

Opschoor als volgt geformuleerd: "het draagvlak dat de biosfeer de (mondiale) maatschappij biedt voor leveranties van essentiële materialen en van opvangcapaciteiten voor milieuverontreiniging" [Opschoor, 1987; 1989].

²⁸ Het milieu en de natuur (de biosfeer) vervullen voor de maatschappij een aantal functies: (1) leveranties en condities ten behoeve van economische activiteiten (grondstoffen); (2) ecologische functies (temperatuur regulatie, genenbank, verdunden en afbreken van vervuiling, etc.); (3) culturele functies (schoonheid, educatie, wetenschap) [Opschoor/Van de Ploeg, 1990; Hengeveld, 1993].

²⁹ De factor vier ontketende een enorme discussie. Over de 'utopie' dat meer consumeren en produceren (economische groei is een van de uitgangspunten van dit model) tegelijkertijd mogelijk zou zijn met minder belasten van het milieu [Von Weiszäcker, 1996].

³⁰ Er is gekozen voor de weergave van de formule binnen de context van het jaartal van publicatie aange-

in dezelfde publicatie als ambitieniveau een milieudruk reductie met een factor 20 voor³¹. Volgens Jansen en Van Heel [1999; Vergragt & Jansen, 1993] ontkom je niet aan het praten over trendbreuken als je duurzaamheid nastreeft. Dit impliceert radicale technologische innovaties, verandering in leefstijl, cultuur en organisatie- en productiestructuren [Bras-Klapwijk & Knot, 2000]. Reij [1987] noemt drie kennissystemen die hierbij een rol spelen: een systeem van natuurwetenschappelijke verklaringen, een systeem van sociaal-wetenschappelijke verklaringen en een systeem van persoonlijke waarden. Door Jansen en Van Heel [1999; Vergragt, 1999] ook wel samengevat als 'technologie', 'cultuur' (gedrag en behoeften) en 'structuur' (instituten, economie, etcetera)³².

De formule van Ehrlich en Speth is één van de twee interpretatierichtingen van de veel onderschreven omschrijving van 'Duurzame Ontwikkeling' van de Commissie Brundtland. Centraal kenmerk van deze eerste visie is, dat het uitgaat van een begrenzing: het ecologische systeem stelt grenzen aan ons handelen. De visie wordt aangeduid met 'de ecologische positie' [Korthals, 1994]. Het stelt dat "de natuur ordelijk en zelforganiserend is, dat de wetenschap van de ecologie ons richtlijnen geeft hoe die zelforganisatie van de natuur eruit ziet, en dat de samenleving zich volgens de richtlijnen dient in te richten". De tekortkoming van deze benadering is dat het streven naar duurzaamheid wordt ver-absoluteerd, waarbij de gebruiksruimte als basis voor het beleid wordt gehanteerd. Zolang het echter niet om ethische zaken gaat zoals kwesties van leven en dood, is de mate waarin een norm of doelstelling vervuld kan worden afhankelijk van de mate waarin het ten koste gaat van andere normen en doelstellingen en is deze niet te verabsoluteren tot het zeggen of de ingreep duurzaam of niet duurzaam is. Bovendien is niet altijd duidelijk wat duurzaamheid voor het handelen impliceert omdat onduidelijk is hoe de verschillende criteria zich tot elkaar verhouden.

Aanvankelijk richt de bouwwereld zich slechts op het energiebewust bouwen. Hierbij ontstaat zelfs een architectuurstroming aangeduid met 'solar architecture'. Pas tegen het einde van de jaren tachtig krijgen ook andere milieuaspecten een bredere aanpak. De 'Raad voor het Milieu- en Natuur Onderzoek'³³ vertaalt in 1990 binnen de door Brundtland gekenschetste 'duurzame ontwikkeling' naar: "het proberen economische processen zodanig te laten verlopen dat daarbij energie- en grondstoffen (waaronder schoon water) zoveel mogelijk worden gespaard, actief kringloopbeheer plaatsvindt en meer gebruik gemaakt wordt van vernieuwbare (energie)bronnen" [RMNO, 1990]. Het is een voorbeeld van de tweede groep interpretaties van de definitie van Duurzame Ontwikkeling van de Commissie Brundtland. De nadruk wordt gelegd op het woord 'ontwikkeling', dat volgens deze visie aangeeft dat het niet gaat om duidelijk aanwijsbare en niet te overschrijden milieugrenzen, maar om een zoekrichting. Transitie management moet deze ontwikkeling sturen naar een bewust streven naar duurzaamheid. Duurzame ontwikkeling wordt als een dynamisch proces gezien, als een onbegrensde perspectief in plaats van een afgegrensde gebruiksruimte. Het staat bekend als de 'proces- of interactie benadering'. De uitwerking van deze benadering gaat niet uit van het maximaliseren van het milieubelang, maar van het optimaliseren van deze belangen in relatie met andere belangen. Er is sprake van een prescriptieprobleem: "er wordt geen normering aangegeven. Het erkent de verschillende interpretaties en doelstellingen van de betrokken actoren, en aanbevelingen kunnen daarom alleen tot stand komen wanneer voor een van de willekeurige werkelijkheidsdefinities wordt gekozen" [Ruis, 1996]. De interactie benadering is gebaseerd op netwerktheorieën en komt voort uit onderkenning van de vele onzekerheden die aan het streven naar duurzame ontwikkeling kleven. De twee beschreven benaderingen van de factor 20 aanpak binnen de doelstelling van de Commissie van Brundtland komen overeen met wat wordt aangeduid als 'zwakke' en

'sterke' duurzaamheid. Het verschil spitst zich toe op de vraag in hoeverre duurzame ontwikkeling op basis van natuurwetenschappelijke gronden is vast te stellen en te operationaliseren. De 'sterke' interpretatie stelt dat dit kan, terwijl de 'zwakke' interpretatie meent dat hiervoor teveel technische en wetenschappelijke onzekerheden zijn³⁴.

In 'The State of the World 1995'³⁵ [Brown, 1995] worden voor het eerst duidelijke verbanden aangetoond tussen de stofstromen op de wereld en hun directe of indirecte relatie met de bouw. Men onderkent het belang van een holistische, multidisciplinaire aanpak van de mondiale- en daarvan uitgaande lokale problemen. Onderkend wordt dat, evenals het eerder beschreven prescriptieprobleem door gebrek aan duidelijke parameters om 'sustainability' te kwantificeren, een bepaalde vaagheid bestaat aangaande al dan niet nodige maatregelen. Zelfs definities van gerenommeerde commissies, zoals de proces- of interactiebenadering van de definitie van Brundtland van 'Sustainable development' zijn "dermate open, dat het voor mensen, instellingen en regeringen eenvoudig is om maatregelen desgewenst te vermijden" [Lettinga, 2001, p.3].

Een probleem is dat milieubelangen en economische belangen van fundamenteel andere aard zijn. De milieuproblemen zijn vaak diffuus. De problemen worden verdeeld over een groter gebied of afgewenteld op de toekomst. Economische belangen daarentegen zijn meer geconcentreerd. Dit is bijvoorbeeld het geval bij de (nuts)voorzieningen die geacht worden een 'algemeen (noodzakelijk) goed' te zijn, zoals de energievoorziening. De baten komen, door beursgenoteerde privatisering aan bepaalde actoren toe, die daarbij maar beperkte (investerings)risico's lopen met betrekking tot de kosten van het project.

Het specifiek sectorale belang kan sterk verschillen van het geldend algemeen economische belang. De eenzijdige belangenverteenwoordiging kan als rem op vernieuwing werken. Nieuwe ideeën die niet goed bij de huidige belangen aansluiten zullen minder snel serieus worden genomen.

zien uit recent onderzoek is gebleken dat de aanname van de wereldbevolkingsgroei en –elasticiteit sterk afhankelijk zijn van de bevolkingsomvang van het moment van de meta-analyse [Bergh, 2004].

³¹ Als we –evenals de uitgangspunten van de commissie Brundtland– de derde wereld evenveel welvaart gunnen als ons zelf, ook wel het 'equity principe' genoemd, houdt dit in dat we als veranderende samenleving (incl. de bouw) het gebruik van onze welvaarts- en consumptiemiddelen tot 5% van het huidige moeten reduceren.

³² Het belang van de laatste twee wordt nog onvoldoende beseft: de culturele en structurele condities waaraan voldaan moet worden om de implementatie van technologische innovaties mogelijk te maken. De culturele condities komen neer op de noodzaak van een vraag voor de service waarin een technisch systeem kan voorzien. De structurele condities hebben betrekking op de socia-

le-, politieke- en financiële structuren in de maatschappij en de technologische infrastructuur. Om technologische verandering te bewerkstelligen is het noodzakelijk om de (opbouw van de) energieprijzen of de institutionele structuren in de samenleving te veranderen. Vraag blijft wat het uitgangspunt is.

³³ De RMNO, de Raad voor het Milieu- en Natuur Onderzoek, is een sectorraad die de Nederlandse regering adviseert over te voeren onderzoeksbeleid op het gebied van ruimtelijke ordening, milieu, natuur en landschap. De Raad streeft naar een duurzame samenleving waarin kennisontwikkeling en kennisbenutting optimaal beantwoorden aan maatschappelijke behoeften. Daarbij wordt zo'n drie tot vijftien jaar vooruit gekeken [RMNO, 2003].

³⁴ Eén van de weinige maatregelen waarin de duurzaamheidsdoelstelling wel wordt geoperationaliseerd en een verbinding wordt gelegd tussen ecologie en economie is de instelling

van de 'Ecotax' (officieel 'Regulerende Energie Belasting' genoemd. De Eco-tax moet een bijdrage leveren aan het terugdringen van de CO2 uitstoot, uitgedrukt in economische termen, ofwel in centen per kilowattuur (Eurocent/KWh). De consument betaalt deze belasting voor alle vormen van elektriciteitsopwekking, maar de exploitant van duurzame energie niet [Kuik, 1998].

³⁵ 'State of the World' is een periodiek uitgevoerd onderzoek naar de kwantitatieve en kwalitatieve stand van zaken van de verschillende bronnen (grondstoffen) en putten (verontreinigingen) van de aarde. Door Nationale Overheden, V.N. instanties en anderen heeft het, bij afwezigheid van een jaarlijkse beoordeling door de Verenigde Naties, inmiddels een 'semi-officieel' status verkregen. In publicaties worden tevens (logische) oplossingen aangedragen [Brown, 1990 / 1995].

Dit proces is mede door de gestarte privatisering in enkele sectoren wel aan het verbeteren. Het zogenaamde 'onderneming- en productieproces paradigma' en het 'managerial paradigma'³⁶ werken niet meer [Linden, 2003] en de private organisaties c.q. ondernemingen zijn zich, ingegeven door markteisen (concurrentie), actief bezig gaan houden met zogenaamd 'redesign'; het aanpassen van hun belangen en plannen in een meer milieuvriendelijke richting³⁷. De feitelijk benodigde fase van 'rethinking', het zorgdragen voor verdere integratie van toekomstige economische en milieukundige belangen in het heden³⁸, staat nog te ver van deze partijen af. Vooralsnog lijkt dit de taak van de overheid en de wetenschap³⁹.

De laatste decennia dringt in een groot deel van de milieublicaties een opkomend besef door, dat het (milieu)credo "Think global, act local" basis moet zijn voor de aan te dragen oplossingen. Maar dit is juist hét probleem ten aanzien van het bewustmaken van de huidige maatschappij.

Het belang van duurzaam gebruik en de relatie tussen eigen handelen en globale milieueffecten op korte en lange termijn is voor velen moeilijk inzichtelijk te maken.

Volgens Wilson [2002] is het bewustzijn van "de gezondheid van de aarde" sterk toegenomen, maar het tempo waarin habitat wordt vernietigd niet significant afgenomen. "Als vernietiging van de habitat (zoals regenwoud, oceanen, zoetwaterbekkens en rivieren) verder doorgaat valt de voedingsbodem weg onder de natuurlijke reserves waarvan de mensheid afhankelijk is. Ofwel, de natuurlijke economie waarvan de markteconomie afhankelijk is wordt steeds verder verzwakt" [Wilson, 2002; Vitousek et al., 1997]. Goudsblom [Vries & Goudsblom, 2002b] geeft twee redenen waarom mensen door de industrialisatie het contact met de 'biosfeer' verloren hebben: "het zijn kwesties van tijd en geld. (...) De mensen zijn zich gaan specialiseren tot enkele activiteiten, andere aan (andere) specialisten overlatend, waardoor weinig mensen overbleven, die in hun dagelijks werk nog te maken hadden met de natuur. Bovendien betalen wij elkaar voor geleverde diensten niet meer in natura maar in geld. Geen wonder dat geld verdienen op gespannen voet is komen te staan met die natuur" (einde citaat). Bezien tegen deze achtergrond wordt steeds vaker de nood-zakelijkheid om mensen meer inzicht te geven in de gevolgen dan wel behoeften van eigen handelen genoemd. In tijd bezien kan dit vóór het handelen zijn, en daarmee negatieve gevolgen voorkomen, maar ook na het handelen (mits de gevolgen gecontroleerd c.q. beperkt blijven tot de aanstichter). Dit leidt vaak tot de roep om het handelen inzichtelijk te maken op een schaalniveau dicht bij de mensen. De vormgeving en afbakening van de ecosystemen en eraan gerelateerde schaalniveaus worden van groter belang als de oplossingen uitgaan van technologie op basis van natuurlijke (eco)systemen [Yeang, 1999]. De meeste mensen zijn zich niet bewust van het nut van goedwerkende ecosystemen⁴⁰.

De hoge vlucht van de technologie noodzaakt wereldwijd tot veranderingen in structuren die de ruimtelijke ontwikkeling kunnen sturen. De metaforische formule van Ehrlich en Speth, gebaseerd op werk van Bary Commoner⁴¹ [Ehrlich & Ehrlich, 1990], maakt dit duidelijk. Zowel de factor tijd, als ook de factor economie zijn van belang: de ene dringt, de ander dwingt. Dat tijd, economie en ecologie nauw met elkaar samenhangen, en soms elkaar in de weg zitten, wordt bijvoorbeeld duidelijk verwoord door enkele oudere economen als Pen en Goudzwaard⁴². Die zeggen: "als je een goed milieubeleid wilt voeren, moet je een visie hebben op het soort economie dat je wenst". Bij hen resulteert dat vaak in een versoberingsstrategie, en de roep om een krimpeconomie.

Lijnrecht daartegenover staat de mening van hen die zeggen dat economische groei een

voorwaarde is voor ecologisch handelen. Voor de Ruimtelijke Ordening is het interessant of zowel binnen een krimpende als een groeiende economie nog een milieudrukverlaging van tenminste een factor 20 is te bereiken. Kwaliteit, en het tot uitgangspunt nemen van de aanwezige (ecologische) condities zijn hierbij sleutelbegrippen.

Ten aanzien van kwaliteit moet gesteld worden dat de intentie tot bouwkundige en stedenbouwkundige kwaliteitsverbetering in een kenmerk is van alle interpretaties van bouwen. Maar al te vaak wordt deze vertaald naar kwaliteit in de zin van degelijkheid en/of economische- en technische kwaliteit. Kwaliteit moet betrekking hebben op meer aspecten dan degelijkheid alleen. Bovendien geldt dat bij bouwen getracht moet worden de gebruikers individuele vrijheid en een hoge belevingswaarde te bieden. Volgens Melet [1999] is een belangrijk doel van architectuur “de gebruikers optimaal te laten functioneren⁴³ in een als prettig te ervaren omgeving.

Een gebouw dat, klimatologische omstandigheden en omgevingskenmerken in aanmerking genomen, niet als spannend, mooi, of in andere opzichten prettig wordt ervaren, is geen duurzame architectuur”. Ruimtelijke kwaliteit is geen vaststaand begrip en is moeilijk te definiëren⁴⁴. Het begrip gaat verder dan het esthetische aspect. In de Vierde Nota over de Ruimtelijke Ordening [1996] wordt ten aanzien van ruimtelijke kwaliteit onderscheid gemaakt in verschillende ‘waarden’⁴⁵:

- gebruikswaarde: functionaliteit en efficiëntie; gericht op benutten, ontsluiten, structureren, situeren, zoneren, veiligheid;
- belevingswaarde: cultuur en schoonheid⁴⁶; gericht op inpassen, het bevredigen van emotionele en intellectuele behoeften van de mens;

³⁶ Het onderneming- en productieproces paradigma staat voor het beperken van ‘de omgeving’ waar men actief was voor leveranciers van grondstoffen en afnemers van producten. Genoemde paradigma bieden niet voldoende houvast aangezien ook overheid, concurrenten, consumentenorganisaties, media, milieubeweging en andere belangengroepen steeds meer invloed krijgen op het succes van de onderneming [Linden, 2003].

³⁷ Het zogenaamde ‘maatschappelijk verantwoord ondernemen’.

³⁸ Deze fase heet ook wel de fase van het ‘heroverwegen’ en ‘het stellen van de goede vraag’ [Kristinsson, 1995]. Van Koppen [1993] stelt: “Het is kennelijk niet alleen moeilijk en tijdrovend om op de juiste vraag te komen, maar veel moeilijker en tijdrovender is, het antwoord te begrijpen wanneer daarvoor oude en vertrouwde antwoorden moeten worden losgelaten. Om het antwoord te kunnen begrijpen moet je de vraag, naar het lijkt, zelf gevonden hebben”.

³⁹ De fase van ‘rethinking’ vormt in

deze context, een belangrijk onderdeel van dit onderzoek.

⁴⁰ Als mensen gevraagd wordt hoe ze van de natuur afhankelijk zijn, wordt door de meerderheid gekeken naar voedsel, vezels, geneesmiddelen en sinds kort ook genen. Bij de meeste mensen is onvoldoende bekend dat ecosystemen lucht en water reinigen, het klimaat gedeeltematig reguleren, de grond vruchtbaar maken, in habitat voorzien en ongedierte en ziekteverwekkers beteugelen” [Lubchenco, 2002].

⁴¹ De factor 20 formule van Ehrlich en Speth is in 1972 geïntroduceerd door de Amerikaanse bioloog en milieudeskundige Bary Commoner. De factor 20 geeft het streven aan om in 50 jaar twintig keer zo milieuefficiënt in de maatschappelijke behoeften te voorzien (zie h.1.1) [VROM, 1999].

⁴² Jan Pen en Alex Goudzwaard zijn met Arnold Heertje vooraanstaande Nederlandse economen die al vroeg het belang van het milieu in hun analyses hebben betrokken.

⁴³ Røling spreekt van het misverstand omtrent functioneel, en dat

functionalisme en ‘fabrieksbouw’ elkaar nog te vaak dekken. De koelheid die het functionalisme vervolgens verweten wordt ligt niet aan het functionalisme, maar betreft de koelheid van slechte vormgeving, slechte architectuur. “Het gebruik is nadrukkelijk niet het ‘Existenzminimum’, maar optimaal gebruik. En in anekdote: “Als Kloos –werkend bij Duiker- van hem te horen krijgt dat leidingen volgens een ander verloop er ‘mooier’ uit zouden zien, zegt hij: ‘Mooier? U bedoelt functioneler?’ ‘Dat is toch hetzelfde’, antwoord Duiker.” [Røling, 2002b, p.20; p.62].

⁴⁴ Voor de hier aangehouden formele definiëring van ‘ruimtelijke kwaliteit’ zie de definiëring van De Voogd, in hoofdstuk 2.2.1 .

⁴⁵ Binnen interdisciplinaire processen praten over waarden in plaats van normen (en daarmee vaak vaktermen) is vooral van nut (zo niet noodzaak) bij complexe problemen en veel onzekerheden. ‘Duurzame ontwikkeling’ is een voorbeeld van een waarde.

⁴⁶ Cultuur is een deelverzameling van natuurlijke verschijnselen, als

- toekomstwaarde: duurzaamheid en flexibiliteit; gericht op blijvende technisch-economische en esthetische mogelijkheden voor de ruimte. Met als toegevoegde basiswaarden (als randvoorwaarden):
- een goed onderhouden omgeving;
- een schoon milieu;
- een veilige omgeving;
- ruimtelijke keuzevrijheid;
- ruimtelijke verscheidenheid.

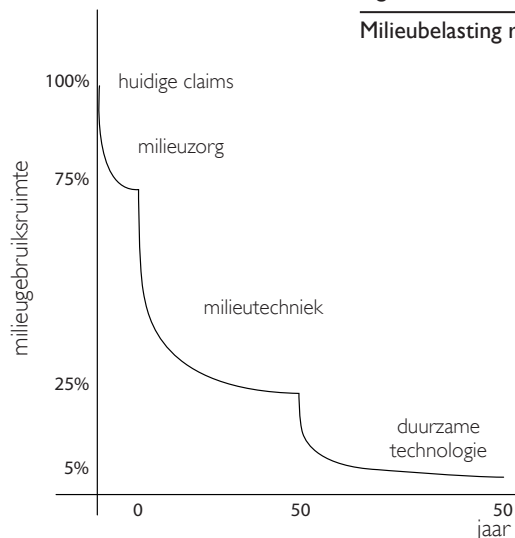
Door de grote onvrede over de resultaten van deze Nota met betrekking tot het Nederlandse stads- en natuurlandschap richt de Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening [2001] zich meer op de mogelijkheden om de ruimtelijke kwaliteit te transformeren. Belangrijk is de constatering dat ruimtelijke kwaliteit contextgebonden, en dynamisch van karakter is. Een en ander is weer afhankelijk van plaats, tijd, schaalniveau, sociale omstandigheden en culturele achtergrond [Ministerie VROM, 2001]. Naast de onderverdeling van ruimtelijke kwaliteit in drie waarden introduceert de nieuwe nota Ruimtelijke Ordening de 'lagenbenadering', die onderscheid maakt in drie fysieke planningslagen, te weten ondergrond, netwerken en occupatie⁴⁷ [Vries & Heerema, 2003].

Recente benaderingswijzen in de ruimtelijke ordeningspraktijk hebben in vervolg hierop vooral betrekking op het omgaan met verandering. Er is sprake van verschuiving in benaderingswijze [Verschuuren & Hemel, 2002]:

- van (statische) ordening naar (dynamische) sturing;
- van inrichting naar ontwikkeling;
- van (kwantitatieve) programmatoedeling naar (kwalitatieve) conditieplanning⁴⁸;
- van groei naar transformatie; en
- van ruimtelijk plan naar ontwerpend onderzoek en strategische interventies.

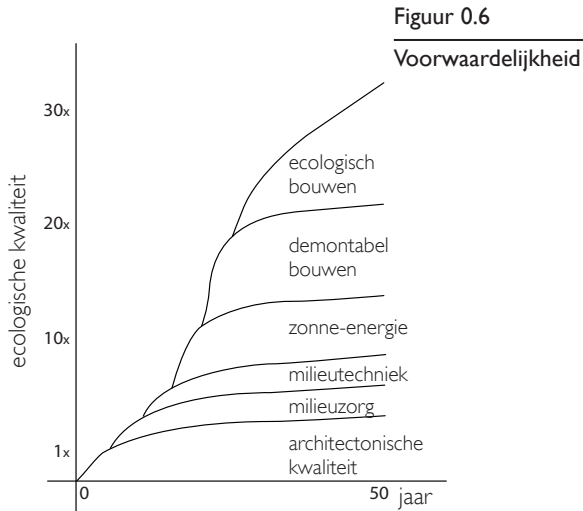
Figuur 0.5

Milieubelasting reductie



De factor tijd dient hiermee in nauwe samenhang gezien te worden⁴⁹. Pirsig [1991] maakt daarom onderscheid tussen statische kwaliteit en dynamische kwaliteit⁵⁰. Er bestaat voor (ruimtelijke) kwaliteit geen vaste maatstaf of waarderingsmaat. Kwaliteit is tijd-⁵¹, locatie- en cultuur afhankelijk. Er is bovendien sprake van 'voorwaardelijkheid': Milieuzorg is niet

zinvol als men geen aandacht heeft voor (steden)bouwkundige kwaliteit. Milieutechnische maatregelen hebben geen zin als je de milieuzorg over het hoofd ziet (Figuur 0.5, Figuur 0.6). Duurzaam gebruik en milieuzorg moeten daarom volgens De Jong [Jong, 1996a] altijd voorop staan (Figuur 0.5).



Dit principe van voorwaardelijkheid is te vertalen naar het planningsmodel van de nieuwe nota Ruimtelijke Ordening: de voorwaardenschepende en voorwaardenstellende betekenis van ‘ondergrond’ en ‘netwerken’ ten opzichte van het fysieke patroon dat voortkomt uit het ruimtegebruik door mensen (‘occupatie’)⁵². Een verstandige ruimtelijke ordening richt zich op herstel van de stabiliteit van de laag ‘ondergrond’ en op robuuste oplossingen die zeer lang (vol)houdbaar zijn [vrij naar Vries & Heerema, 2003].

bijzondere vorm van beheerste natuur [Jong, 1992]. Het Latijnse mannelijke zelfstandige naamwoord ‘cultus’ heeft drie betekenissen: (1) bebouwing, aanplantingen, (2) verzorging, onderhoud, levenswijze, (3) vorming, beoefening, verering en verzorgdheid van de taal. Het vrouwelijke ‘cultura’ sluit aan op de laatste betekenissen: (1) verzorging, bebouwing, landbouw, bouwland, en (2) vorming, veredeling, verering, hulddiging.

⁴⁷ Er bestaan ook andere analysekaders. De belangrijkste is dat van Habiforum. Hier worden de waarden gekoppeld aan maatschappelijke belangen, die in elk ruimtelijk plan en proces aan de orde zijn en gearticuleerd en afgewogen moeten worden. In dit laatste aspect wijkt dit kader af van die van het analysemodel van het Ministerie, waar dit als planningsmodel bedoeld is.

⁴⁸ Kwaliteit laat zich moeilijk kwantificeren. De basis van de duurzame totaaloplossing, van initiatief (ontwikkeling) tot gebruik (en hergebruik), ligt bij een goede interne en externe afstemming tussen de initiator, de ontwerper/vormgever en de gebruiker. Kwaliteit moet daarbij niet alleen statisch opgevat worden, maar ook dynamisch.

⁴⁹ Niet alleen de omloopsnelheid van het gebruik van de gebouwen wordt steeds hoger, ook de ideeën waarop de bouwproductie is gebaseerd; de bouwkunst verandert snel [Röling, 2002b].

⁵⁰ Gesteld wordt dat dynamische kwaliteit zonder statische verankering leidt tot chaos, terwijl statische kwaliteit zonder dynamiek verstarren geeft [Hengeveld, 1993; Pirsig, 1991].

⁵¹ Zo bereikt men al tot 25% reductie in alle milieuaspecten en bouwdeelen, indien een gebouw niet na 25 jaar weer moet worden afgebroken maar 100 jaar blijft staan [Jong, 1996]. Zowel de milieukwaliteit, de bouwtechnische- en materiaaltechnische kwaliteit en de ruimtelijke kwaliteit oefenen hierop invloed uit.

⁵² Deze dominantie houdt niet in dat ondergrond en netwerken belangrijker zijn dan het ruimtegebruik door mensen, en dat geen sprake is van een exclusieve relatie: De lange-termijnprocessen en de kwetsbaarheid betreffen vooral (en niet ‘alleen’) het ecologisch belang, terwijl de cruciale rol van doelmatige netwerken meer naar het economisch belang verwijst. De ‘strijd’ om de occupatie van de ruimte kan geassocieerd worden met sociale- en culturele belangen [Vries, 2003].

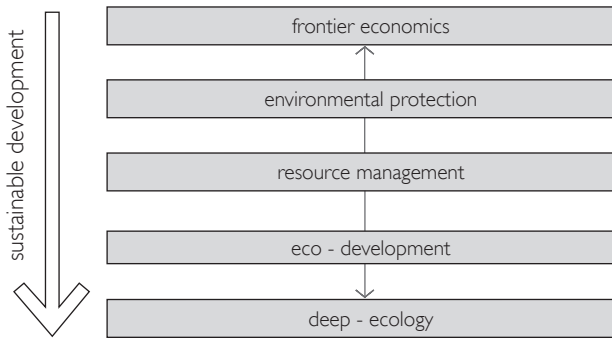
De invloed van ‘vorm’ op een structurele verbetering van duurzaamheid van de bouw- en gebruiksfase wordt vaak onderschat. Een voorwerp of gebouw dat in gebruik als ‘lelijk’, onhandig of oncomfortabel wordt ervaren kan ondanks haar duurzaamheid uiterst ‘onduurzaam’ worden als de gebruiksduur, ofwel economische levensduur, korter is dan de technische levensduur⁵³. Esthetische criteria moeten als even belangrijk beschouwd worden als milieutechnische-, functionele en sociale criteria.

Bij het ontwikkelen van nieuwe (infra)structuren voor bouwlocaties wordt inmiddels van (steden)bouwers verwacht dat getracht wordt om zoveel mogelijk van de oorspronkelijke natuur ter plekke intact te laten, ofwel het in cultuur brengen van gronden met respect voor de aanwezige natuur.

Kockelkoren [1990] onderscheidt vijf verschillende paradigma’s omtrent de relatie tussen mensen (cultuur) en de natuur (Figuur 0.7). De paradigma’s variëren van de egocentrische ‘deep ecology’ tot de ‘frontier economics’ waar ‘de mens’ centraal wordt gesteld:

Figuur 0.7

Cultuur - Natuur Paradigma’s



Bij de ‘frontier economics’ positie wordt de natuur beschouwd als een vrije, ongelimiteerde bron van materialen en energie. De ‘Environmental protection’ positie probeert de vervuiling van het milieu te minimaliseren tot een niveau waarbij de menselijke gezondheid en algeheel welzijn niet bedreigd worden. Bij ‘Environmental protection’ en bij ‘Resource management’ wordt de bedreiging van het milieu en de natuurlijke bronnen volledig onderschreven maar verschillend (meer of minder verregaand) uitgewerkt. Bij de ‘Eco-development’ positie is sprake van een co-evolutie van cultuur (maatschappij) en natuur. Het ecologiseren van de economie is het uitgangspunt: de (bestaande) biodiversiteit wordt gehandhaafd. Bij de ‘Deep ecology’ positie wordt de mens beschouwd als participant (een onderdeel) van ecosystemen, waarbij geldt dat als zij de ecosystemen aantast, zij haar eigen bestaansmiddelen vernietigt [Bakker, 1995a].

Een voorbeeld van zo’n extreme vertaling is de visie van H.G. Wells⁵⁴. In zijn boek, en gelijknamige film ‘The shape of things to come’ presenteert hij technologie als tweede natuur om ‘schoonheid’ te bereiken. In de film is dit vertaald als een witte stad die de infrastructuur volgt: onder de grond, volledig gescheiden van de natuur. Letterlijk een eigen wereld met dito microklimaat. Tegen de achtergrond van die tijd zag Wells in de technologie de mogelijkheid bescherming te bieden tegen de chaos en gevaren van de natuur⁵⁵.

Sinds de jaren tachtig is binnen de ruimtelijke ordening het paradigma van ‘frontier economics’ veranderd in die van de ‘environmental protection’, en in een enkel geval zelfs in

die van 'resource management'. Steeds vaker is sprake van vormen van duurzaam bouwen. Probleem van duurzaam bouwen is dat zij na twee decennia al ten onder gaat aan eigen succes. De laatste jaren wordt 'duurzaam' steeds vaker gebruikt als een containerbegrip, waarin alles past en wat niets meer zegt. In Nederland is het begrip 'duurzaam' bovendien voor tweërlei uitleg vatbaar⁵⁶. Het is beter om van 'sustainable' in de betekenis van het Duitse equivalent 'nachhaltig' te spreken. In het Nederlands wordt dit benaderd door 'volhoudbaar', al dekt dit niet volledig de lading⁵⁷.

Vraag blijft hoe de gestelde duurzaamheid bereikt kan worden: kan of moet dit door zinniger en dus zuiniger te zijn -'de economie van het genoeg'- of zijn de milieuproblemen (alleen) op te lossen door technisch steeds beter te worden? [Röling, 1996].

In de ontwikkeling van de (moderne) architectuur heeft de expressie van technologische vooruitgang altijd een belangrijke rol gespeeld. Zo beschouwden vroege modernisten zoals Le Corbusier⁵⁸ en Walter Gropius⁵⁹ technologie als een 'transforming force for change'. Tegenwoordig is men zich, bij het zoeken naar een meer holistische benadering van ontwerpen, beter bewust van het feit dat de gebouwde omgeving onderdeel is van een veel groter en complexer geheel. De invloed van sociale-, politieke- en economische krachten wordt steeds sterker.

Het is te simpel om alle antwoorden in technologie te zoeken. De door de techniek op gang gebrachte vooruitgang werkt alleen als ze op een sociaal voordelige manier wordt toegepast. Zo stelde de filosoof Michel Foucault eens: 'Technology must be social before it is technical'. Peter Rice⁶⁰ zei in dit kader: 'Technology is the answer, but what was the question?' [Buchanan, 1992].

⁵³ Los daarvan geldt dat een duurzaam product (de duurzame woning) niet garandeert dat het product duurzaam gebruikt wordt. Dit blijkt uit verschillende (monitor) onderzoeken naar leefstijlen en/of deelaspecten (energieverbruik) van duurzaam gebouwde woningen [Uyterlinde, 2000; Van Dorst, 2002b].

⁵⁴ H.G. Wells (1866-1946): Britse romanschrijver en essayist, was korte tijd lid van de Fabian Society en was bezielde door "de wens de maatschappij te hervormen en toonde zich aanhanger van de theorie dat de mens, tot grote ontdekkingen en weergalozes prestaties in staat, wegen dient te vinden om de hem boven het hoofd gegroeide schepping te leren beheersen en beheren" [Caenegem, 1979]. Zijn oeuvre is in te delen in drie hoofdgroepen, te weten: de 'scientific romances' (1), fantastische romans met een natuurwetenschappelijke ondergrond, de humoristische/realistische, soms semi-autobiografische romans (2) waarin de kleine man als verwaar-

loosde schakel in de maatschappij wordt uitgebeeld, en de 'profetische utopieën' en studies (3).

⁵⁵ Voorafgaand hieraan had Pasteur de ontdekking gedaan dat bacteriën ziekteverspreiders kunnen zijn, wat leidde tot het begin van een ontwikkelde samenleving met de nadruk op 'schoon' in de zin van het nemen van afstand ten opzichte van de (bedreigende) natuur. Aan het einde van de 20e eeuw werd het het omgekeerde: voor velen gold dat niet zozeer de chaotische natuur bedreigend was, maar de technologie zelf.

⁵⁶ Zie hoofdstuk 2.2.1 definities.

⁵⁷ Binnen dit onderzoek is er voor gekozen 'duurzaam' en 'verduurzaming' te blijven gebruiken daar waar het de dubbele (brede) betekenis betreft en in geval van aanhalen van andere auteurs, beleidsdocumenten en bestaande terminologie, zoals 'duurzame ontwikkeling', 'duurzaam bouwen' en 'duurzame landbouw'. Daar waar mogelijk is duurzaam vervangen door het meer specifieke 'volhoudbaar' (of 'handhaafbaar'), 'milieubewust' of 'hernieuwbaar'.

⁵⁸ Zie noot 7.

⁵⁹ Walter Gropius (1883-1969) was de initiator van het Bauhaus, de architectuur en algemene kunsten academie, in Dessau, Duitsland. De filosofie van Bauhaus kwam neer op een algehele voorrang aan de functionaliteit en de zakelijkheid, asymmetrische plattegrond, platte daken, raamstroken, lokale bouwmaterialen, industrieel vervaardigde onderdelen en de modernste huishoudelijke hulpmiddelen [Rooy, 1992; Isaacs, 1991].

⁶⁰ Peter Rice (1935 – 1992) was één van de partners in Ove Arup & Partners, die grote invloed heeft gehad in het werk van Renzo Piano en Richard Rogers. Piano omschreef hem als "A man of science yet at the same time a humanist, Peter never let his mind rest and did not accept easy or ready-made solutions" [Piano, 1992].

⁶¹ Buckminster Fuller stelde dat: "You can't better the world by simply talking to it. Philosophy to be effective must be mechanically applied" [Baldwin, 1996; p. 12].

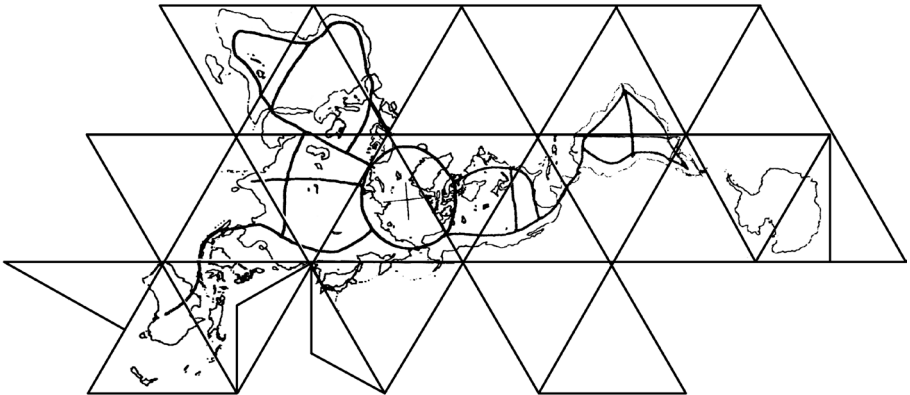
David Puttnam voegt hier het belang van het creatieve idee aan toe: een vernieuwende onderlinge afstemming, het integraal ontwerpen waarbij het geheel meer wordt dan de som der delen: “It is unarguably true that there are only two primary sources of wealth available to us: what we get from the earth itself and what we get from our own creative imaginations.

“Unless we start relying less on the former and much more on the latter, then it is inconceivable that we can sustain the growing population of the world with anything approaching decent, civilised and broadly comparable standards of living.” [Rogers, 1997]. Vervolgens stelt Richard Rogers dat we de rol van technologie in deze context moeten plaatsen. De uitspraken onderstrepen het groeiend besef van het belang om de heteronomie, van schijnbaar onbeïnvloedbare technologie en systemen, tot een minimum te beperken [Röling, 2002]. Wellicht ligt een deel van het antwoord in het werk van Richard Buckminster Fuller die honderd jaar geleden al op zoek was naar een gezonde leefomgeving zonder koppeling aan centrale voorzieningen en systemen.

Voor Buckminster Fuller was autonomie een belangrijk onderdeel in zijn doel van een ‘one-town world’ [Baldwin, 1996]. Vraag is nu of zorgvuldige en volhoudbare autonomie van afzonderlijke delen op basis van natuurlijke systemen de oplossing is, wat deze afzonderlijke onderdelen daarbij inhouden, en hoe we de rol van technologie en gebruikers moeten zien⁶¹.

Figuur 0.8

Energienetwerk binnen de ‘Dymaxion Map’ van Buckminster Fuller



Inleiding en Afbakening

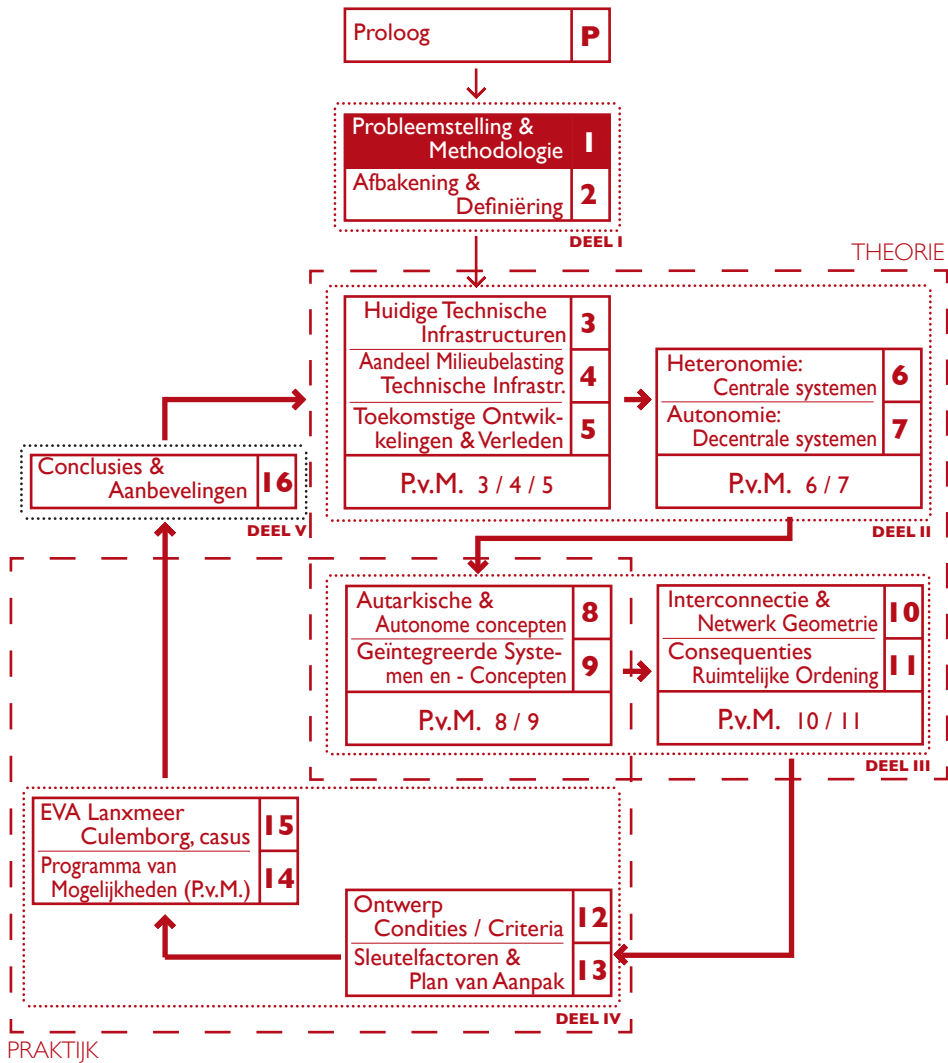
Hoofdstuk 1

Uitgangspunten en probleemstelling

Hoofdstuk 2

Afbakening en definiëring

DEEL I



Uitgangspunten en Probleemstelling

1.1

Inleiding

1.2

Maatschappelijk- en wetenschappelijk kader

1.3

Onderzoeksvragen

1.4

Opzet van de studie

1.5

Leeswijzer

h l

“...if in a society dominant trends can be observed tending in a certain direction, we are always well advised to look for countervailing trends as well, pulling people in other directions, and to inquire why the countervailing trends were outweighed by the trends that turned out to be dominant”

J. Goudsblom, 1996

1.1

Inleiding

Dit onderzoek heeft als doel de voorwaarden voor duurzame ontwikkeling, volgens de definitie van Brundtland, te analyseren en te vertalen naar de gebouwde omgeving. De bedoeling is om een gidsprincipe en een voorbeeld uitwerking aan te dragen die gezamenlijk kunnen bijdragen aan het tegengaan van verdere uitputting- en aantasting van primaire grondstoffenreserves en de uitstoot van schadelijke stoffen.

Centraal staat de vraag hoe de essentiële stromen binnen de gebouwde omgeving optimaal verduurzaamd kunnen worden (indien mogelijk met kringlopen). Daaruit volgt de rol van de verbindende infrastructuur. De verschillende essentiële milieuthema's energie, water en afval(materiaal) worden in het onderzoek daarom tezamen bezien¹.

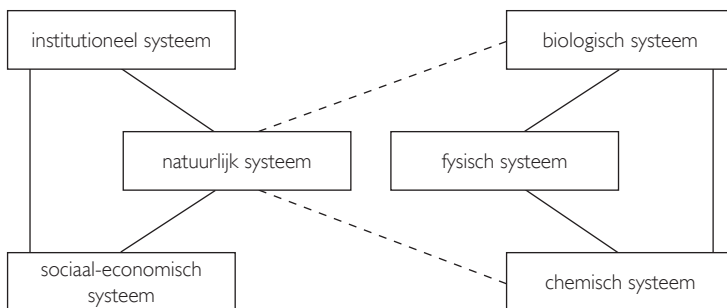
Bekeken wordt de mogelijkheid een koppeling aan te brengen tussen de milieuthema's energie, water en afval(materialen) en de ecologische-, esthetische- en sociale kwaliteiten. De sturende rol van de infrastructuur staat binnen de relatie van ingrepen betreffende stromen, gebieden en actoren centraal. Om de integraliteit en interconnectie van deze aspecten duidelijk te maken onderkent Tjallingii [1990] het 'ecologisch veld'. Hiertoe rekent hij de stromen, levensprocessen en sociaal culturele processen, waarmee de houdingen tegenover de natuur samenhangen.

Van belang is het besef dat de werkingen binnen het ecologische veld van plaats tot plaats verschillend zijn. Binnen dit ecologische veld worden een biotische en a-biotische component onderscheiden. Binnen de biotische component kunnen vervolgens verschillende essentiële systemen onderkend worden, zoals het watersysteem.

Binnen deze systemen bestaan relaties op sociaal- (sociaal-economisch systeem, institutioneel systeem), ruimtelijk-, en ecologisch gebied (natuurlijk systeem, fysisch systeem, biologisch systeem en chemisch systeem; Figuur 1.1) [Wesseling, 1992].

Figuur 1.1

Het watersysteem

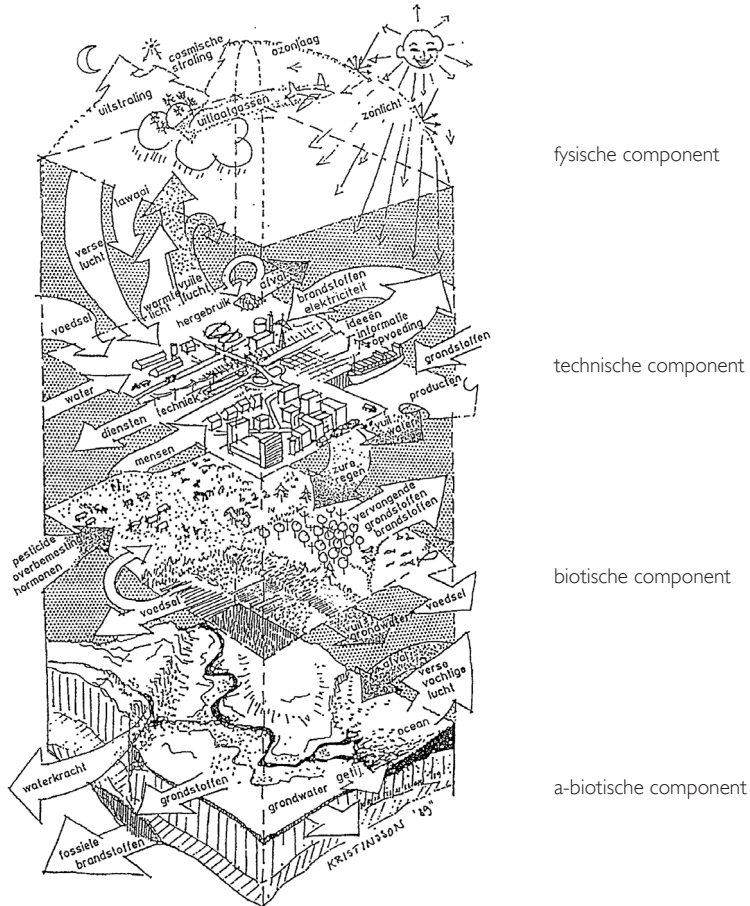


¹ Het integratiegebied tussen de verschillende vakgebieden en oplossingsrichtingen wordt nog onvolgende onderzocht.

Kristinsson splitst de abiotische component op in de 'niet-levende' aarde als statische component en het veranderlijke, eindeloze fysische omhulsel van de aarde als dynamische vierde component (Figuur 1.2) [Kristinsson et al., 1997a].

Figuur 1.2

Ons milieusysteem



Aangezien naast de milieukwaliteit en de ruimtelijke kwaliteit de aandacht voor de sociale kwaliteit binnen de gebouwde omgeving nog te veel achterblijft, wordt onderzocht hoe gebruikers en bewoners via de (de)centralisatie van systemen en/of technische infrastructuur al dan niet meer kunnen participeren in de eigen 'leefomgeving', die de basis vormt voor de woonkwaliteit, de leefbaarheid en daarmee de duurzaamheid van de fysieke omgeving.

Het onderzoek tracht bij te dragen aan het 'cyclisch denken' en 'cyclisch ontwerpen' [Kristinsson, 1997a; Piano, 1996] binnen de (bestaande) gebouwde omgeving, waarbij toevoeging van zo weinig mogelijk arbeid, energie en kapitaal uitgangspunt is. Autonomie is een streven, maar niet doel op zichzelf. "Het is geen religie" zoals men dat in workshops voor het nieuwe Ruigoord² verwoordde. Wel kan de relatie tussen het individu, de gemeenschap en de leefomgeving meer betekenis krijgen, en kan de vervreemding³ van de primaire levensprocessen mogelijk gekeerd worden.

Volgens Herman Wijffels⁴ komen door de herinstructie van autonomie en autarkie op de schaal van leefgemeenschappen, het zelfbewustzijn, de eigen verantwoordelijkheid en de betrokkenheid mogelijk meer centraal te staan [Moet, 2004]. In vervolg op eerdere onderzoeken [DOSIS: Kristinsson et al., 1995a; Ecopolis: Tjallingii, 1996] zal getracht worden aan te tonen dat milieukwaliteit van de stad(sdelen) en de invloed van sterke leefgemeenschappen niet als beperkende voorwaarde hoeft te gelden, maar als uitdaging en aanleiding om te komen tot een succesvolle nieuwe vormgeving en organisatie van processen. Het onderzoek is toepassingsgericht van karakter.

1.2

Maatschappelijk- en wetenschappelijk kader

1.2.1

aanleiding onderzoek

Naast de in de proloog gekenschetste steeds verder ontwikkelende mondiale bewustwording ten aanzien van het belang van 'duurzame ontwikkeling' is sprake van enkele belangrijke 'megatrends' [Sassen, 2004; VROM, 2004; Bouwer, 1998; Hengeveld, 1993] voor wat betreft diverse huidige maatschappelijke processen:

- toenemende emancipatie⁵, vergrijzing, multiculturaliteit en individualisering van de samenleving⁶;
- optredende schaaldifferentiatie, internationalisering en globalisering;
- voortgaande economisch-technologische vernieuwing (waaronder informatisering).

De toenemende emancipatie van individuen en groepen en de individualisering hebben invloed op de behoeften van mensen, terwijl schaalvergroting en internationalisering belangrijke trends zijn. Deze berusten op maatschappelijke en economische voordelen zoals lagere kosten door efficiënte productie van goederen en diensten, intensieve benutting van schaarse ruimte en hoge attractie voor de gebruikers door niveauverhoging van het aanbod⁷ [Hengeveld, 1993].

De globale 'interconnectie' neemt op allerlei gebied enorm toe. Toch geldt dat de ongelijkheid in toegang tot bronnen, kapitaal en andere 'kansen', en het gemeenschappelijk profijt ervan, ook toenemen [Röling, 2000b].

² Ruigoord: kunstenaarsnederzetting nabij Amsterdam. De nederzetting bestaat deels uit gekraakte (aanwezige) arbeiderswoningen en deels uit zelfbouwswoning en mobiele woningen en is een voorbeeld van informele stedenbouw en zogenaamde 'silent green' of 'no tech' stroming.

³ Onderdelen van kringlopen zijn minder zichtbaar en beleefbaar, wat vaak leidt tot weinig spaarzaamheid op allerlei essentiële gebieden.

⁴ Herman Wijffels is (anno 2006) voorzitter van de SER (Sociaal Economische Raad).

⁵ Emancipatie is te omschrijven als

"mensen in staat stellen te leven naar hun 'ware' aard, hen te bevrijden uit de slavernij der conventies" [Duijker, 1980, p.69], waarbij de emancipatorische benadering ervan uit gaat, dat "menselijke activiteit aan de ene kant wordt bepaald door maatschappelijke structuren, maar dat zij tegelijkertijd in staat is die structuren te overwinnen en door nieuwe te vervangen" [Kuypers, 1979, p.8].

⁶ Individualisering en emancipatie worden vaak tezamen met andere maatschappelijke ontwikkelingen onderscheiden, zoals zelfontplooiing, secularisering en afvlakking van geografische verschillen in

levensbeschouwing. Versterking van deze processen door demografische ontwikkelingen zoals de bevolkingsgroei, immigratie, gezinsverdunding en vergrijzing is daarbij aan de orde.

⁷ Dat er sprake is van internationalisering en globalisering wordt niet algemeen onderschreven. Patel en Pavitt [1991] en Ruigrok & Van Tulder [1995] tonen aan dat de ontwikkeling van de technologie over het algemeen dicht bij de thuisbases blijft plaatsvinden. Volgens Kleinknecht [1998] zien we eerder 'regionalisering' of 'lokalisering' van de wereldeconomie in combinatie met een groeiende mobiliteit.

Het proces van globalisering houdt tegelijkertijd een verdergaande specialisatie in, en daarmee toenemende risico's als gevolg van grotere (inter)nationale afhankelijkheid [McCarthy, 2003] en heteronomie. Het ruimtelijk beleid zal slechts beperkt sturend kunnen optreden, omdat de ruimtelijke ordening vooral door economische belangen wordt gestuurd⁸.

In 'Economie met open grenzen' [Tweede Kamer, 1990] volgt uit een sterkte-zwakke analyse van Nederland binnen Europa, dat één van de sterkere punten de relatief goede infrastructuur (in de ruimste betekenis) is⁹. Volgens Hengeveld [1993] is dit concurrentievoordeel binnen Europa niet onbedreigd. Het op niveau houden en brengen van de infrastructuur en het schoonmaken en schoonhouden van het milieu zijn daarom volgens Hengeveld belangrijke doelen, terwijl infrastructuur en milieu tegenwoordig als tegengestelde waarden worden ervaren. De ruimtelijke ordening zal de ruimtelijke consequenties van deze ontwikkelingen moeten geleiden¹⁰ [Heuvelhof, 1993], terwijl voor de milieusector het integreren van het milieubeleid in andere beleidssectoren een belangrijke opgave is. Achtergrond is verder het besef dat in de afgelopen decennia de milieubelasting door huishoudens¹¹ en gebouwde omgeving aanmerkelijk is toegenomen [Quist et al., 1999b; Noorman & Schoot-Uiterkamp, 1998; Slob et al., 1996].

Vele vormen van globalisering zijn te onderkennen [Sassen, 2004]. De complexiteit van de problematiek vraagt om het kijken over de grenzen heen. Het is juist de versnelling van de verandering, wat de grootste verandering in de huidige maatschappij inhoudt¹² [Hakkesteegt, 1996]. Alberthal stelde in 1998 al dat 'binnen het komende decennium één van de grootste technologische transformaties ooit zal plaatsvinden, te weten de smelting van de verschillende geografische markten op de wereld tot één dynamisch, complex organisme'¹³. Ruwweg 40 'mondiale steden' nemen daarbij een sleutelpositie in binnen de globale economie. Deze kunnen aangeduid worden als de 'hubs' van de huidige globale economie, die gekenmerkt wordt door 'denationalisering' [Sassen, 2004]. Gevolg is dat 'de mondiale stad' veel complexer, chaotischer is, en er steeds meer verbanden aan het ontstaan zijn die over grenzen heen reiken. Het als noodzakelijk geachte over de grenzen heen kijken heeft dan ook niet alleen betrekking op fysieke (gebieds- of lands)grenzen, maar ook op de grenzen van de verschillende schaalniveaus van oplossingen, de verweving van netwerken van de openbare ruimte [Meyer, 2003] en vooral de wederkerigheid ervan [AER, 2003c].

Europa als kader

Binnen dit onderzoek wordt gekeken naar de Nederlandse situatie, met Europa als kader. Terwijl de nationale overheid steeds vaker een minder centrale rol inneemt bij het reguleren en uitvoeren van processen in de samenleving en wetten en regelgeving steeds vaker worden vervangen door convenanten en gedragscodes, wordt daarnaast steeds vaker geclaimd dat binnen de Europese gemeenschap het thema 'milieu' meer is opgepakt. Dit gebeurt onder de slogan 'het milieu kent geen grenzen'¹⁴. Feit is echter, dat als er al eens een duidelijke norm gesteld wordt (bijvoorbeeld met betrekking tot de luchtkwaliteit) lokale- en/of nationale politieke bewindsvoerders gestelde normen (tijdelijk) verruimen dan wel anders interpreteren.

Op dit moment kent de Europese Gemeenschap maar een beperkt aantal vastgestelde richtlijnen¹⁵ en verordeningen op milieugebied¹⁶. De maatregelen stellen nog relatief weinig voor en zijn er op gericht de leef- en werkomstandigheden van burgers te verbeteren. Hiervoor werd de formele juridische basis gelegd met de Europese akte van 1987.

In deze akte zijn drie doelstellingen geformuleerd:

- bescherming van het milieu
- gezondheid van de mens
- behoedzaam en rationeel gebruik van natuurlijke hulpbronnen (en grondgebruik¹⁷)

In het Verdrag van Maastricht [1992] is het concept van de ‘duurzame ontwikkeling’ formeel vastgelegd en in het Verdrag van Amsterdam [EU, 1997] tot één van de belangrijkste doelstellingen van de Europese Unie verheven¹⁸. In dit laatste verdrag is onder andere verankerd dat het beginsel van de toekomstige ontwikkeling van de Europese Unie moet zijn gebaseerd op ‘duurzame ontwikkeling’ en een hoge mate van milieubescherming¹⁹. Hierbij geldt dat de Europese Unie haar regelgeving baseert op het subsidiariteitsbeginsel²⁰ en ingrijpt als een probleem niet op nationaal niveau kan worden opgelost²¹.

⁸ Als voornaamste gevolgen worden ruimteverspilling, suburbanisatie en versnippering gezien [Bouwer, 1998].

⁹ Vaak wordt gesteld dat Nederland, in tegenstelling tot ons omringende landen, ‘zich gelukkig mag prijzen dat zij een intensief gebruik van de bodem kent voor de leidingen-infrastructuur’ [COB, 2003, Tweede Kamer, 1990]. Achtergrond is de gedachte dat de bodem een zekere bescherming biedt aan de leidingen-infrastructuur (los van fysieke bescherming geldt bijv. dat inzicht bij onbevoegden in de ligging van kwetsbare infrastructuur ongewenst is). De vraag is of dit nog steeds op gaat of dat andere nadelen zwaarder wegen. Zo is sprake van een toenemende druk van buiten (boven-) af en komt de veiligheid door het toenemend aantal objecten in de ondergrond in het gedrang [COB, 2003].

¹⁰ In het denken over de ruimtelijke ordening valt volgens Ten Heuvelhof [1993] een verschuiving te constateren van de intentie dan wel mogelijkheden van de overheid van (1) het van overheidswege leiding geven aan de ruimtelijke ordening, via (2) het van overheidswege geleiden van de ruimtelijke ordening, naar (3) het inspelen op maatschappelijke ontwikkelingen.

¹¹ Een groot deel van de milieuvuiling wordt veroorzaakt door consumptie van huishoudens, direct (energie en water consumptie en afvalproductie), of indirect (consumptie die goederen en diensten kopen die het milieu gedurende hun levenscyclus belasten) [Vergragt, 1999].

¹² Toffler noemt dit de future shock: “Future shock is what happens when change occurs faster than people’s ability to adapt is” [Toffler, 1984].

¹³ Dat deze mondiale ‘reorganisatie’ van rechten geen bedreiging hoeft in te houden stelt Bonnen [2000] in zijn beschouwing over de gevolgen voor- en de rol van de landbouw: ‘we must recognise that some of the greatest advances in human welfare over the past century have been the product of re-distribution of rights (for example anti-slavery laws, emancipation of women, and universal suffrage)’.

¹⁴ Veelal wordt bij het opstellen van modellen onderscheid gemaakt in zogenaamde regionale- en internationale milieuproblemen [Weber, 2000]. Achtergrond is dat milieuproblemen grensoverschrijdend zijn (artikel 130R, Europese akte van 1987) en dat ze dus op internationaal niveau moeten worden opgelost.

¹⁵ De eerste richtlijnen die werden opgesteld zijn gericht op het testen van gevaarlijke stoffen, de bescherming van drinkwater en oppervlaktewater en de beheersing van luchtverontreinigende stoffen [EEG, 1976].

¹⁶ Ondanks herhaalde verzoeken en toezeggingen van ‘De Europese Gemeente’ hieromtrent in laatste twee jaren voorafgaand aan het ter perse gaan van dit onderzoek heeft de Europese Gemeente de gestelde hoeveelheid, “125 vastgestelde richtlijnen en verordeningen op milieugebied” [De Europese Gemeente, 1999], niet nader weten te actualiseren.

¹⁷ In het indicatorenprogramma van de EU wordt binnen het ‘Sustainable Cities’ Programma 6 ingegaan op onderdelen van grondgebruik. De EU Common Indicator B.9 over ‘Sustainable Landuse’ stelt de vraag: “Is the municipality committed to a sustainable land use policy, though targeting development, increasing land use efficiency, protecting underdeveloped land and ecologically sensitive sites and restoring and redeveloping derelict and contaminated land?” [Roaf, 2004].

¹⁸ In de ‘The European Union Treaty’, ook bekend als het Verdrag van Amsterdam zijn de sociale- en economische doelstellingen gecomplementeerd met een milieudimensie met als doel het bereiken van ‘duurzame ontwikkeling’.

¹⁹ Het milieu “moet worden geïntegreerd in de vaststelling en de tenuitvoerlegging van alle andere economische en sociale onderdelen op het gebied van handel, industrie, energie, landbouw, vervoer en toerisme” [EEC DG Voorlichting].

²⁰ Het maatschappelijk streven naar subsidiariteit houdt in dat problemen op het laagst mogelijke maatschappelijke niveau moeten worden opgelost. In feite houdt dit in dat in eerste instantie een eigen taak en verantwoordelijkheid voor de individuele burger geldt. Geclaimd wordt dat het NIMBY (Not In My BackYard) - principe wordt dan omgezet in een drijfveer voor eigen handelen, ofwel IMBY. Vraag is of dit wel als zodanig functioneert.

²¹ Met betrekking tot de elektriciteitsmarkt stelt Boisseleau dat het subsidiariteitsbeginsel feitelijk

Bij de oprichting van de Europese Unie is afgesproken dat de lidstaten zelf verantwoordelijk zijn voor ruimtelijke ordening en stedenbouw, regionaal- en nationaal vervoer en beheer van watervoorraden. Daarbij speelt telkens weer het probleem op van de (omgekeerde) allocatie²². De EU heeft nog maar beperkte invloed. Bovendien vindt beïnvloeding voornamelijk in de vorm van stimulansen plaats, in de vorm van subsidiëring, ontheffingen, of via gestelde richtlijnen²³.

Om de gestelde en alom onderschreven doelstellingen aangaande ‘duurzame ontwikkeling’ van de EU te bereiken zijn maar weinig harde garanties vanuit dit schaalniveau te verkrijgen anders dan via het opstellen van vrijwillige richtlijnen, onderzoeken, netwerken en de steun aan mondiale programma’s zoals de ‘Agenda 21’²⁴. In 1996 is de bouwsector verbonden met het Agenda 21 verdrag voor realisatie van de Habitat II Agenda²⁵, als zodanig gedefinieerd en gepresenteerd in Istanbul [UNCHS, 1996]. Het meest sturende mondiale verdrag lijkt in dit kader het Kyoto Protocol. Concreet houdt dit protocol in de noodzaak tot inspanning om de CO₂ emissies verregaand terug te dringen²⁶.

Uit het omschreven tekortschieten van instanties op hogere schaalniveaus wordt duidelijk dat de stelling ‘think global, act local’ ook hier op gaat. Oplossingen moeten vooral op lagere schaalniveaus gevonden en uitgevoerd worden. Dit houdt niet (slechts) in dat nationale grenzen opnieuw leidraad worden. Uitgangspunt dienen bio-klimatologische kenmerken van de specifieke plaats, de ‘genius-loci’²⁷ en daartoe behorende grensoverschrijdende directe leefomgeving te zijn.

Binnen de kaderstelling van Europa is het voortdurende onderzoeksprogramma van de Europese commissie ‘RTD Framework Programmes (FP)’ relevant om te noemen. Het (vijfde) FP 1998-2002 [Europese commissie, 1997] promoot “competitive and sustainable growth” en onderkent verschillende zogenaamde “key actions”. Eén van de gestelde aandachtsgebieden richt zich op “products, processes and organisation”. Verschillende van de ‘key actions’ zijn relevant voor dit onderzoek²⁸, zoals het vijfde aandachtsveld “advanced energy systems and services” en het zesde aandachtsveld “the city of tomorrow”²⁹ [Europese commissie, 1997].

Verkokering

Binnen de milieukundige onderzoekstraditie is de aandacht voor water- en energiebesparing, door vraagvermindering, efficiëntieverbetering, en vernieuwbare bronnen altijd vanzelfsprekend geweest [Brezet, 1994].

Eind jaren negentig constateert Kristinsson³⁰ [Kristinsson et al., 1996] een sterke segregatie tussen de verschillende actoren en ook tussen de verschillende universitaire instellingen met betrekking tot oplossingen aangaande ‘duurzaam waterbeheer’ en de ontwikkeling van de daarvoor benodigde duurzame (afval)waterconcepten. Ook het energiebeleid wordt in de jaren zeventig en tachtig nog sterk gekenmerkt door een institutionele fragmentatie. Dit resulteert in scherpe tegenstellingen tussen [Man, 1987]:

- verschillende sectoren van de energievoorziening,
- de energieaanbodzijde, vraagvolgend gericht op uitbreiding van het energie-voorzieningsvermogen, en de vraagzijde, gericht op energiebeheer en energiebesparing,
- het beleid van energie- en milieudepartementen.

De meeste onderzoeksprojecten over de milieugerelateerde stromen energie, water en afval(materiaal) doen geen poging de verkokerde beleidsvelden te ontstijgen. Dubbeling [1993, p.12] stelt dat “veel goedbedoelde initiatieven blijven hangen in thematische en effectgerichte oplossingen zonder dat een zekere mate van integratie of meerwaarde van milieumaatregelen wordt bereikt”³¹. De bijbehorende infrastructuur wordt vaak beperkt tot verkeersinfrastructuur waar het Ministerie van Verkeer en Waterstaat en specialisten op het

gebied van verkeer en vervoer zich over buigen.

In sommige gevallen wordt telecommunicatie nog in het onderzoek meegenomen [Ruis, 1996], terwijl de energie-infrastructuur het beleidsterrein is van het Ministerie van Economische Zaken en daarmee nagenoeg onafhankelijk wordt ontwikkeld. De wetenschappelijke en de beleidsmatige verkokering wordt gelegitimeerd door te spreken van specialisaties. De verschillende ‘specialisten’ houden vervolgens het sectorale denken in stand. Gevolg is het ontbreken van aansluiting van verschillende schaalniveaus op elkaar³². De ‘oude’ sectorale verkokering lijkt de laatste jaren te verdwijnen, terwijl een ‘nieuwe’ sectorale verkokering ontstaat, met verzelfstandiging van thema’s in afzonderlijke circuits en instituties, elk met een eigen netwerk van deskundigen en voorzieningen³³, wat leidt tot een zekere verwarring en versplintering in de publieke sector [Meyer, 2003].

in conflict is met het creëren van één interne Europese markt en dat bij de in gang gezette Europese liberalisatieprocessen het onderwerp van ‘market design’ volledig vergeten wordt, met als gevolg dat de politiek en regelgeving achter de markt(ontwikkelingen) aanhobbelen [Boisseleau, 2004].

²² Bijvoorbeeld de vraag (per lidstaat) of we CO₂ reductie in andere (EU-) landen van even veel waarde vinden als reductie in het eigen land? Met andere woorden: lidstaten kunnen (een deel van) de stijging van de (toename van de) eigen milieubelasting afkopen via het reduceren van milieubelasting in andere landen.

²³ Aangezien de situaties voor wat betreft klimaat, bodem en wateroppervlak in de verschillende lidstaten zo variëren, lijken geen richtlijnen voor ‘duurzaam bouwen’ op komst te zijn. Wel zijn er richtlijnen die betrekking hebben op grondstofbeleid voor bouwmaterialen [Schutte-Postma, 1998].

²⁴ De Verenigde Naties hebben tot het werken aan lokale agenda’s voor de 21^e eeuw opgeroepen in hoofdstuk 28 van de Agenda 21, het actiepuntenboek van de (U.N.) conferentie “Earth Summit” over ‘milieu en ontwikkeling’, gehouden in 1992 in Rio de Janeiro (Brazilië). De Agenda 21 is een ontwerpverdrag van hoe de ontwikkeling sociaal-, economisch- en milieutechnisch duurzaam is te krijgen in de 21^e eeuw. Overheden, industrie en particulieren worden hierbij betrokken [UN, 1992]. Alhoewel het een tamelijk algemeen document is, heeft het geleid tot vele lokale- en sectorale agenda’s

met meer concrete doelstellingen. Op de in 2002 gehouden Rio +10 Conferentie zijn de resultaten van het Agenda 21 verdrag besproken.

²⁵ De Habitat II Agenda bevat verscheidene secties die specifiek handelen over de bouwindustrie, en beschrijft hoe overheden positief gedrag van de industrie moeten aanmoedigen [UNCHS, 1996].

²⁶ In het Kyoto Protocol wordt gesteld dat de wereldwijde CO₂ emissies in 2050 met 50% gereduceerd moeten zijn. Geïndustrialiseerde landen hebben volgens het protocol de plicht tot het nemen van meer verantwoordelijkheid, wat noodzaakt tot reducties van 70 tot 80%. In 1997 is de ‘The Kyoto Commitment’, waarin de doelen en tijdspaden zijn aangelegd voor de geïndustrialiseerde landen om de CO₂ emissies te reduceren en klimaat verandering te beheersen, aangenomen op basis van de ‘United Nations Framework Convention on Climate Change’ [UNFCCC, 1992]. Het Kyoto Protocol is nog maar door 30 landen geratificeerd (terwijl het tenminste door 55 landen geratificeerd moet worden om als dwingend te gelden) [Sunikka, 2001], en de ratificerende landen houden zich er (nog) niet aan.

²⁷ Genius-loci: de karakteristieke eigenschappen en eigenheid van de plek.

²⁸ De prioriteitstelling is in dit eerste aandachtsveld gelegd bij “technologies to reduce resource utilisation and promote reuse and recycling of waste and the development of clean processes and products based on the concept of ‘life-cycle

analysis”. De Key-actions binnen het tweede aandachtsveld zijn voor dit onderzoek relevant: “sustainable mobility and intermodality”, waar een prioriteitstelling gelegd wordt bij “infrastructures and their interfaces with transport facilities and systems, while reducing the environmental impact and taking account of accessibility and the integration of regional planning and transport policies”.

²⁹ Bij het vijfde aandachtsveld is de prioriteitstelling gelegd bij “the main new and renewable sources of energy and their integration, in particular, into decentralised systems”, terwijl het zesde aandachtsveld de prioriteit legt bij “new models for the sustainable development of European cities, the elaboration of medium- and longterm socio-economic scenarios and research, development and demonstration activities focusing in particular on problems of town planning and architecture, social integration, safety, energy efficiency and conservation”. Binnen dit aandachtsveld wordt een tweede prioriteit gesteld bij “development and demonstration of technologies for economic, clean, effective and sustainable recovery, renovation and construction, in particular for large groups of buildings and for the protection of the cultural heritage” [Europese commissie, 1997].

³⁰ J. Kristinsson, emeritus hoogleraar aan de Technische Universiteit Delft. In het begin van de jaren negentig van de 20^e eeuw leidde zijn constatering ertoe dat de belangrijkste wetenschappelijke onderzoekers tezamen met mensen uit de praktijk

Streven naar integratie

De interacties tussen de verschillende specialismen en vormen van infrastructuur en hun toekomstige verschijningsvorm zijn in wetenschappelijk opzicht een relatief onontgonnen gebied. De wetenschappen die het onderwerp enigszins raken zijn planologie en economie, al zijn er beperkingen. Zo richt de planologie zich op vormen van (de veelal niet-technische) infrastructuur die een duidelijke materiële component hebben [Ruis, 1996; Timmeren, 1999b]. Meer specifieke deelvragen, zoals het thema dematerialisatie, komen minder aan de orde. In de economische wetenschap worden de verschillende vormen van infrastructuur ook in de analyses betrokken. Deze integratie wordt gerealiseerd in de vorm van kostenafweging. Het probleem blijft dat het niet mogelijk is om alle 'waarden' in geld uit te drukken. Zo stelt Sagoff dat "private voorkeuren principieel onvergelijkbaar zijn met publieke wensen". Infrastructuur betreft vaak een publieke wens, een collectief goed, dat ten goede moet komen aan de samenleving als geheel. Besluitvorming over collectieve goederen moet collectief tot stand komen. "Kosten-baten analyses spreken mensen niet aan als burger maar wel als consument. Nagegaan wordt wat de private voorkeuren zijn. Private voorkeuren zijn vaak anders dan publieke voorkeuren" [Sagoff, 1988].

Op gebouwniveau is binnen het beleid, pas na de eerder vermelde introductie van het begrip 'duurzame ontwikkeling' door de commissie Brundtland, een voorzichtige relatie ontstaat tussen (eerst) energiebesparing, bouwmaterialen en het bouwproces zelf, en (later) de waterbesparing enerzijds en verbetering van de milieukwaliteit anderzijds [Brezet, 1994; Timmeren, 1999a]. Naast het sluiten van materiaalkringlopen, afval- en emissiereductie zijn (energie)besparing en kwaliteitsverbetering van producten en processen op dit moment een cruciaal element in het nationale milieubeleid [Ministerie VROM, 2000; Ministerie van Economische Zaken, 1999]. Voor wat betreft de Nederlandse situatie sluit het bovendien aan op actuele vraagstukken binnen het waterbeleid, vooral waar het de rol van watersystemen binnen de ruimtelijke ordening betreft³⁴ [RVW, 1996].

1.2.2

Wetenschappelijk kader: 'duurzame ontwikkeling' in 3-Dimensies

Het onderzoek is opgestart binnen twee onderzoeksprogramma's binnen de Technische Universiteit Delft, Milieu Technisch Ontwerpen (MTO), te weten DOSIS³⁵ en DIOC-DGO³⁶. In 2004 is het onderzoek vervolgens opgenomen in het onderzoeksprogramma van Climate Design & Environment³⁷.

Binnen het onderzoek van DOSIS en DIOC DGO wordt getracht de doelstelling meer relativerend en geïntegreerd op te nemen en de werkwijze van productgerichte en procesgerichte milieuverbeteringen verder te verabsoluteren, ofwel te ontwikkelen.

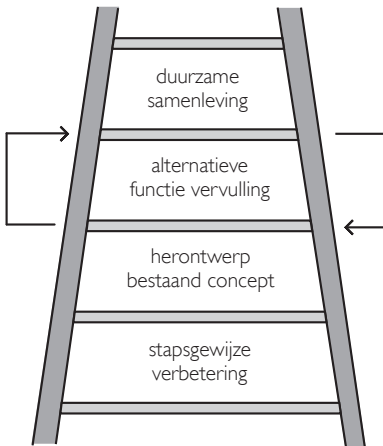
Binnen de zogenaamde 'BCS ladder'³⁸ [Stevens, 1996], een classificatie van 'duurzaamheid georiënteerd onderzoek', begint het onderzoek bij de overgang van de tweede ('bestaande concepten')³⁹ naar de derde trede ('revolutionaire alternatieven')⁴⁰ (Figuur 1.3).

Consequent onderzoek 'binnen deze trede' kan tot grote gevolgen leiden voor de actoren: industrie, consument, overheid, etcetera. Het impliceert veranderingen in de maatschappelijke structuren (zoals de infrastructuur, de voorzieningen, de energiepolitiek, het belastingstelsel) en veelal ook in de levensstijl van de consument. Bovendien hebben deze veranderingen een dusdanige tijdsconstante⁴¹, dat terugdraaien van het proces vrijwel onmogelijk is. De essentiële derde trede is een belangrijke voorwaarde voor, en daarmee de laatste opstap naar, het vierde niveau, de 'duurzame samenleving'⁴². Om de problemen

met betrekking tot implementatie in relatie tot de economische haalbaarheid, de vereiste maatschappelijke veranderingen en de acceptatie in een zo vroeg mogelijk stadium binnen de tijdshorizon om te kunnen zetten in geleidelijke verandering wordt binnen een deel van het onderzoek gebruik gemaakt van het ‘backcasten’⁴³. Daarbij wordt getracht om via ‘lateraal denken’ [De Bono, 1996] en backcasten [Kristinsson et al., 1995b; Vergragt & Jansen, 1993] te komen tot gerichte ingrepen nu, ten behoeve van het centrale doel van verdergaande milieubewuste ruimtelijke ordening op langere termijn (Figuur 1.5)⁴⁴.

Figuur 1.3

Focus binnen de ‘BCS’ ladder



in Nederland hun visies aan elkaar kenbaar maakten op de door hem georganiseerde: Integrale Water Workshops. De bedoeling was om nieuwe, al dan niet kleinschalige waterconcepten vanuit de drie belangrijkste wetenschappelijke partijen in Nederland op dit gebied -LU Wageningen, VU Amsterdam en de TU Delft- kort te sluiten op een manier die verder gaat dan het uitwisselen van elkaars denkbeelden en oplossingsrichtingen.

³¹ Dubbeling concludeert dat er voor de diverse ruimtelijke disciplines een zware opgave ligt daar waar gezocht moet worden naar nieuwe stedelijke concepten [Dubbeling, 1993].

³² Volgens Meyer [2003] wordt al sinds de jaren '80 van de vorige eeuw geroepen dat 'door de schalen heen' ontworpen moet worden, maar "toch telkens weer worden we geconfronteerd met het probleem dat een stedenbouwkundig ontwerp op het ene schaalniveau blokkades, en beperkingen oproept op het andere schaalniveau.

³³ Meyer duidt niet zozeer op de

splitsing energie/water/afval en dergelijke, maar op aparte circuits naar thema, zoals duurzaamheid, intensief ruimtegebruik, bescherming cultureel-historisch erfgoed, etcetera.

³⁴ Zoals omschreven in 'Geef water de ruimte, [RVW, 2002].

³⁵ 'Duurzame Ontwikkeling van Stad en InfraStructuur'. DOSIS is een interfacultair onderzoek- en onderwijsprogramma bij de faculteit Bouwkunde, aan de Technische Universiteit Delft (MTO/BT) geïnitieerd onder leiding van (emeritus) prof.ir. Jón Kristinsson.

³⁶ Delfts Interfacultair OnderzoeksCentrum 'Duurzaam Gebouwde Omgeving'. Het DIOCDGO ontwerpatelier 'De ecologische stad' is opgezet onder leiding van prof.ir. Kees Duijvestein en wijlen prof.dr.ir. Charles Hendriks. Daarnaast is de inbreng van (emeritus) prof.ir. Wiek Röling van belang ten aanzien van de integratie van de ruimtelijke- en sociale kwaliteit bij de implementatie van milieutechnische concepten.

³⁷ Na afronding van het project DIOC 'De Ecologische Stad' en als voortzetting van het DOSIS onderzoeksprogramma is medio 2004/2005 binnen het nieuwe onderzoeksprogramma Climate

Design and Environment opgestart, waarbinnen dit onderzoek gepositioneerd is in het domein 'Sustainable Energy' en de aspecten 'Technology development' en 'Architectural interaction'.

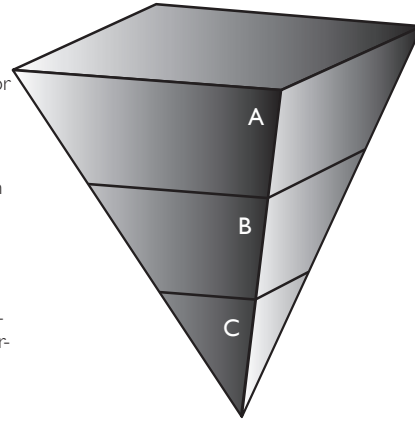
³⁸ Naar de opstellers Brezet, Cramer en Stevels, Technische Universiteit Delft, Faculteit Industrieel Ontwerpen [Stevels, 1996].

³⁹ Binnen dit schema bestaat de onderste trede uit de stapsgewijze verbetering van bestaande aspecten en werkwijzen. Bij de tweede trede is het ontwikkelen van het bestaande concept als doelstelling ambitieuzer: geprobeerd wordt binnen de grenzen die de fysica, de chemie, de natuur en de techniek stellen met betrekking tot de bestaande aspecten en werkwijzen de 'producten' te maximaliseren (optimaliseren) Dit komt nagenoeg altijd neer op het sluiten van een compromis tussen de

Figuur 1.4

Onderzoeksprogramma DOSIS Duurzame Ontwikkeling van Stad en InfraStructuur

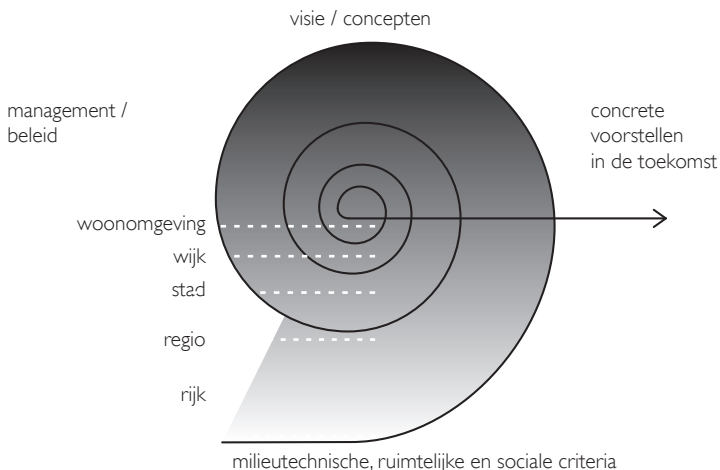
- A. Technologische aspecten van duurzame ontwikkeling
Meerjarig technologisch onderzoeksprogramma waarin kennis wordt vergaard voor nieuwe concepten
- B. Duurzaam ontwerp door de schalen heen
Programma waar vanuit het perspectief van duurzame ruimtelijke ontwikkeling oplossingen op verschillende schaalniveau's gezamenlijk worden beschouwd
- C. Gemeentelijke experimenten
Participatie en begeleiding van uitvoeringsprojecten waarin nieuwe wegen worden bewandeld vanuit integraal ontwerpen cq. optimalisering infrastructuur



Zoals gezegd valt het onderzoek naast het DOSIS programma ook binnen het DIOC-DGO; één van de acht in 1997 gestarte, succesvolle, en inmiddels beëindigde interfacultaire onderzoekcentra aan de Technische Universiteit Delft⁴⁵. Binnen het DIOC-DGO viel het onderzoeksprogramma c.q. ontwerpatelier 'De Ecologische Stad', waarbinnen deze studie mede is opgestart. Centrale doelstelling voor dit DIOC was: verregaande reductie van de milieudruk gedurende de gehele levensloop van de gebouwde omgeving⁴⁶. Als ambitieniveau gold een reductie van de milieubelasting per eenheid welvaart met een factor 20 in 2040⁴⁷.

Figuur 1.5

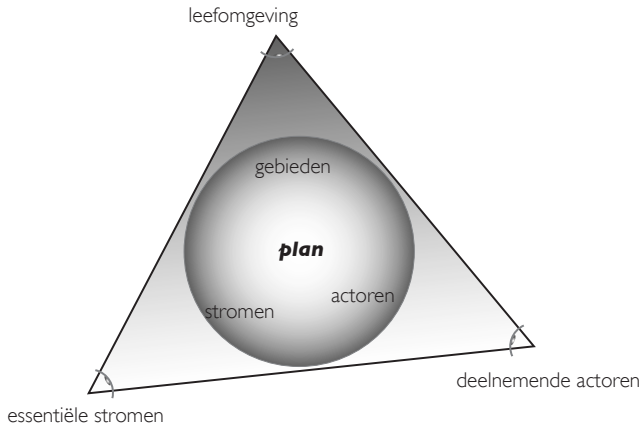
DOSIS schaalniveaus



Aansluitend op het Ecopolis kader wordt vanuit de drie gezichtspunten stromen⁴⁸, gebieden en actoren (de drie hoeken) gekeken naar een plan of deelgebied (Figuur 1.6, Figuur 1.7) [DIOC, 1999]. De drie gezichtspunten sluiten gedeeltelijk aan bij de 'People Planet Profit' benadering van de Verenigde Naties. In Johannesburg is dit veranderd in People, Planet, Prosperity⁴⁹.

Figuur 1.6

Ecopolis driehoek: Stromen, Gebieden, Actoren



diverse milieuaspecten. Deze fase is veelal kostbaar terwijl het uiteindelijke resultaat dat kan worden behaald geenszins vaststaat [Stevens, 1996]. Het derde en voorlaatste niveau wordt vaak gezien als een traject waar het gaat om creativiteit en durf [Girardet, 1999; Rogers, 1997]: ofwel om zogenaamde revolutionaire wetenschap.

⁴⁰ Kuhn stelt dat het essentiële verschil tussen 'revolutionaire wetenschap' en 'gewone wetenschap' is dat de eerste het breken van tradities inhoudt, terwijl 'gewone wetenschap' een traditie-instandhoudende wijze van veranderen kent. Het idee achter deze zogenaamde revolutionaire wetenschap is dat de gekoesterde ideeën worden vervangen door nieuwe om als zodanig 'de wereld in een ander licht te zien' [Buchanan, 2002].

⁴¹ Veel van de onderdelen binnen de gebouwde omgeving, zoals opwekking- en verwerkingssystemen, infrastructuur en gebouwen hebben een (relatief) lange afschrijvingsduur en passen, eenmaal aangelegd, niet in de gewenste uitkomsten, noch zijn daar eenvoudig binnen een korte tijdsperiode naar te transformeren.

⁴² Onze huidige maatschappij wordt gekenmerkt door een hoge materiaal- en energie-intensiteit. Als we de stap van de huidige materiaal- en energie-intensieve producten naar echt milieubewuste alternatieve

functievulling weten te zetten is vanuit het wetenschappelijk technisch perspectief bezien de daarop volgende stap relatief eenvoudig.

⁴³ Hieronder te verstaan: het vanuit een gewenste eindsituatie (op lange termijn) terughalen of –redeneren van de noodzakelijk te nemen stappen van de eraan voorafgaande periode tot heden [Vergragt, 1993], of: “vanuit toekomstige behoeften (bijv. huisvesting, mobiliteit, duurzame samenleving) terugzien naar noodzakelijke ontwikkelingen” [Hengeveld, 1993]. De methodologie rondom het principe van het backcasten omvat de volgende stappen: (1) strategische probleem definitie; (2) een op 'duurzame ontwikkeling' gebaseerde visie op de toekomst; (3) backcasten; (4) definitie van (meerdere) interessante oplossingsrichtingen/opties; (5) uiteenzetting/uitwerking gekozen optie; (6) samenwerking en verankering; nieuwe coalities met belanghebbende actoren gebaseerd op de gekozen oplossingsrichting c.q. optie; (7) realisatie en implementatie [Vergragt, 1999]. Aan de laatste drie stappen kunnen beleidsconclusies verbonden worden die ingaan op politieke, economische, juridische/regulatieve, sociale- en culturele barrières die implementatie van de ideeën en oplossingsrichtingen hinderen.

⁴⁴ De moeilijkheid is: hoe kan een visie op de toekomst worden gecon-

strueerd die enerzijds aannemelijk te maken is voor de belanghebbende actoren en anderzijds de mogelijkheid van een factor 20 milieubelastingreductie opent?; wat zijn de voorwaarden voor een succesvolle samenwerking tussen deze actoren, en hoe is een goede balans te vinden tussen de korte- en lange termijn visie gedurende het proces?

⁴⁵ Deze onderzoekscentra zijn rond centrale 'speerpunten' opgericht en overstijgen de grenzen van de afzonderlijke faculteiten van de Technische Universiteit Delft.

⁴⁶ De gebouwde omgeving omvat niet alleen het stedelijk gebied maar ook de wisselwerking tussen het stedelijk- en landelijk gebied.

⁴⁷ Zie ook de toelichting op deze factor 20 omschreven in de proloog.

⁴⁸ De verschillende stromen worden ook wel aangeduid als de verschillende 'milieu-compartimenten' [Bruggeman, 1996].

⁴⁹ Prosperity staat voor de economische kwaliteit, waaronder 'profit', betaalbaarheid, eerlijkheid / betrouwbaarheid en transparantie. De sociale kwaliteit (People) omvat in het nieuwe schema ondermeer gezondheid, leefbaarheid, vrijheid en keuzevrijheid, terwijl de milieukwaliteit (Planet) gericht is op zuiverheid en beschikbaarheid van energie, water, materialen, afval en mobiliteit [Duijvestein, 2004].

Figuur 1.7

Ecopolis prioriteiten

stromen	gebieden	actoren
<ol style="list-style-type: none"> 1. voorkom onnodig gebruik 2. gebruik duurzame en onuitputtelijke bronnen 3. gebruik eindige bronnen verstandig 	<ol style="list-style-type: none"> 1. gebruik natuur- en cultuur landschap t.b.v. identiteit 2. creëer condities voor gezond, veilig en leefbaar 3. creëer condities voor natuur (ontwikkeling) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. proces: bereik consensus over structuur; gedeelde verantwoordelijkheid en -inzet 2. gebruik en beheer: interactie 3. creëer een lerende organisatie

Bezien vanuit de stromen, gebieden, actoren driehoek is de mondiaal aanvaarde verdeling People, Planet, Prosperity als volgt te vertalen [Tjallingii, 2004]:

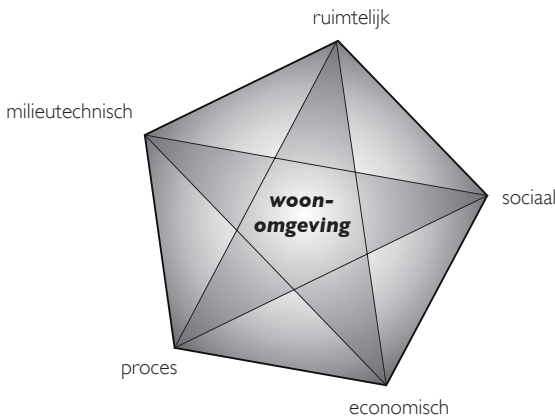
- Vanuit de stromen vindt de bijdrage aan de 'ecologische duurzaamheid' (Planet) plaats door het bevorderen van hergebruik en berging en de preventie van uitputting en vervuiling [Tjallingii, 2004]. De bijdrage aan een rechtvaardige(r) verdeling richt zich op de taakverdeling bij het stromenbeheer binnen de discussie centraal vs. decentraal. De bijdrage aan prosperity richt zich op financiële prikkels voor 'duurzaam produceren' en consumeren en het blijvend gebruik van oneindige hulpbronnen.
- Vanuit de gebiedsinrichting in relatie tot 'Planet' gaat het, naast het scheppen van condities (veiligheid, gezondheid, natuurontwikkeling) om 'design with nature' en ontwerpen in samenhang met natuur en cultuur. De uitwerking vanuit gebieden naar 'People', ofwel een rechtvaardige verdeling, richt zich op het kleinere schaalniveau: de verdeling tussen publieke en private ruimte. De bijdrage aan 'Prosperity' richt zich op het scheppen van condities (zoals het creëren van infrastructuur) voor toekomstwaarde van de ruimtelijke ordening in combinatie met de (blijvende) kwaliteiten van natuur en landschap.
- Vanuit de actoren speelt de regie van de processen. De bijdrage aan de 'ecologische duurzaamheid' richt zich op de organisatie van beheer en gebruik van de leefomgeving. Bij de sociale duurzaamheid gaat het om (het recht op) participatie, en de inrichting van de participatie- en leerprocessen. Met betrekking tot de 'blijvende welvaart' (prosperity) speelt het aspect van de garantiestelling c.q. verzekering van kwaliteit (gezondheid, leefbaarheid) en kwantiteit (gegarandeerde levering/behandeling).

Door Tjallingii en Duiverstein is nog een (vierde) kwaliteit toegevoegd: de ruimtelijke- of ontwerp-kwaliteit. Deze wordt als 'Project'⁵⁰ en 3^e dimensie binnen het People, Planet, Prosperity schema toegevoegd⁵¹ [Duijvestein, 2004; Tjallingii, 2004].

Binnen de drie-eenheid actoren, stromen, gebieden is de actoren gerelateerde tak later nader gespecificeerd naar de 'kwaliteiten' proces, economie en sociaal. Dit leidt tot vijf kwaliteiten voor een duurzame ontwikkeling in de woonomgeving (Figuur 1.8) [Dorst, 2002b], die in dit onderzoek als uitgangspunt genomen zijn.

Figuur 1.8

Vijf kwaliteiten in de gebouwde omgeving



1.3

Onderzoeksvragen

1.3.1

context probleemstelling

Uit een globale milieutechnische analyse is gebleken dat in Nederland huishoudens als geheel verantwoordelijk zijn voor 26% van de elektriciteitsconsumptie, 77% van het tapwatergebruik en 51% van de afvalproductie⁵² [Vergragt, 1999]. Het terugdringen van dit aandeel heeft meer consequenties dan voor de afzonderlijke stromen alleen. Het denken over de relatie tussen systeem, infrastructuur en de maatschappelijke doelstellingen dient zoveel mogelijk los van de bestaande denkwijzen en indelingen beschouwd te worden⁵³. Opnieuw wordt overdacht welke maatschappelijke behoeften er zijn en welke systemen en (technische) infrastructuur hierbij horen.

⁵⁰ 'Project' wordt ook wel door 'Place' (o.a. [Moet et al., 2005]) vervangen, om het plaats- en tijdgebonden karakter aan te geven.

⁵¹ Onder deze 'Ontwerpkwaliteit' vallen de verschillende relaties door de schalen heen, de (bio)diversiteit, robuustheid en schoonheid.

⁵² Binnen Europa zorgt de bouwsector voor ca. 40% van de totale energie consumptie en 30% van de CO₂ emissie [CIB, 1999]. De Europese Unie kampt met meer afval dan ooit: minstens 1,3 miljard ton per jaar. De helft van

het huisvuil gaat daarbij nog naar stortplaatsen, zonder verwerking, waarbij de hoeveelheid van bijv. plastic op stortplaatsen groeide met 21,7 procent tussen 1990 en 2002 [Europese Commissie, 2005].

⁵³ Bij het beschouwen van de stromen, en de erbij behorende (verschillende) vormen van technische systemen en infrastructuur benodigd voor deze 'stromen', dient steeds de volgende vraag centraal gesteld te worden: waarvoor is het systeem en de infrastructuur nodig en welke verschijningsvormen kan deze

aannemen? De vraag is te ontleden in waarvoor (de functie), waarvan (materiaal) en hoe (techniek) [Röling, 2002b].

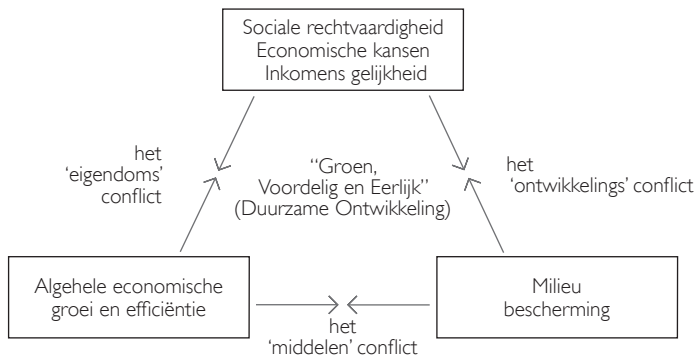
⁵⁴ De hoge kosten van aanleg, beheer en onderhoud van de technische infrastructuren drukken zwaar op de bouwprojecten en de lasten van de overheid en de nutsbedrijven [Moet, 2004].

Deze maatschappelijke behoeften, de zogenoemde suprastructuur, moeten worden gedefinieerd voordat iets kan worden gezegd over de meest geschikte systemen en bijbehorende infrastructuurle voorzieningen. Om de suprastructuur te kunnen formuleren is het nodig een visie op de toekomst te hebben, aangezien de eruit volgende systemen en infrastructuur in meerderheid van de gevallen voor langere tijd wordt aangelegd. Yaneske [2003] stelt dat momenteel als probleem speelt dat, 'bij afwezigheid van een algemene theorie van duurzaamheid (sustainability), de verbinding tussen lokale en mondiale duurzaamheid niet slechts wordt gekarakteriseerd door onzekerheid, maar door onwetendheid en onkunde'. Deze noodzakelijk geachte verbinding tussen lokale en mondiale duurzaamheid noopt tot het expliciteren van de achterliggende maatschappelijke behoeften en tot het vinden van instrumenten die (ver)nieuw(de) infrastructuur beter laat aansluiten bij de verander(en)de maatschappelijke doelstellingen⁵⁴.

Enkele nieuwe richtinggevende thema's van de laatste jaren op lokaal schaalniveau zijn dematerialisatie (niet zijnde immaterialisatie), ecologisering en multifunctionaliteit. Bij het realiseren van gewenste nieuwe (technische) infrastructuur spelen meerdere dilemma's. Zo zijn er de dilemma's 'snelheid versus kwaliteit'⁵⁵, 'zekerheid versus legitimiteit' en 'efficiëntie versus participatie'. De eerste twee dilemma's hebben betrekking op aan 'stromen' en aan 'gebieden'⁵⁶ gerelateerde aspecten, terwijl het derde dilemma de actoren aangaat. In de maatschappij zijn met betrekking tot milieubescherming drie conflicterende belangen c.q. doelstellingen te onderkennen.

Figuur 1.9

Driehoek van strijdige doelstellingen



In de praktijk blijkt steeds vaker dat de relatie tussen infrastructuur (in mindere mate technische systemen) en maatschappelijke behoeften is omgedraaid. De nieuw geplande en aangelegde (technische) infrastructuur stuurt grotendeels de maatschappelijke behoeften aan en is het gevolg van de machtsverhouding of gewoontes van bepaalde instituties⁵⁷ [Ruis, 1996].

Als de eerder besproken vraag aangaande de verschillende al dan niet benodigde vormen van infrastructuur en de heden ten dage gekozen verschijningsvormen bekeken wordt, valt voor de (afval)waterinfrastructuur en de energie-infrastructuur te constateren dat de binnen deze infrastructuur getransporteerde stromen nog gekenmerkt worden door een samenstelling die niet vanuit ver(der)gaande ecologisering en dematerialisatie maar meer vanuit efficiëntie in (centraal) beheer⁵⁸ en andere economische factoren geoptimaliseerd is. Vanuit de het duurzame ontwikkeling bezien lijkt de infrastructuur dan ook nog onvoldoende efficiënt⁵⁹.

1.3.2

probleem- en vraagstelling

Als gevolg van de gestelde inefficiëntie van de essentiële-, of kritische stromen energie, water en afval en de gangbare, grote schaal van toepassing van oplossingen hieromtrent wordt de nieuw aan te leggen technische infrastructuur milieutechnisch gezien niet optimaal afgestemd op de kwaliteit én kwantiteit van die stromen.

Dit leidt tot de volgende formulering van de drievoudige hoofdvraag van dit onderzoek:

Hoe kunnen duurzame vormen van hergebruik en milieubewuste voorziening van de essentiële 'stromen' energie en sanitatie in de gebouwde omgeving worden gerealiseerd. Is er een optimale schaal, en wat zijn de consequenties voor de gebouwde omgeving?

De volgende achtergrondvragen zijn te formuleren:

- I In hoeverre zijn de huidige technische (infra)structuren bepalend voor de (on)mogelijkheden van 'duurzame ontwikkeling'?

Toelichting achtergrondvraag I:

Bekeken moet worden of bij de ontwikkeling van de belangrijkste technische infrastructuur van dit moment sprake is van een star uitgangspunt waaraan men zich vasthoudt, en indien dat het geval is of het een paradigma is, en daarmee mogelijk een oorzaak voor beperkingen om binnen de bestaande- en nieuw gebouwde omgeving 'duurzame ontwikkeling' te bewerkstelligen. De voor- en nadelen van de huidige (technische) infrastructuursystemen moeten worden geanalyseerd los van eventueel van toepassing zijnde paradigma's. Ook valt te beoordelen in hoeverre de aanwezige technologische trajecten voorwaarden stellen aan verdere ontwikkeling. Zijdelings wordt ingegaan op de vraag 'hoeveel-, en welke infrastructuur nodig is en op welke wijze een eventuele nieuwe ruimtelijke inrichting kan worden bewerkstelligd. Voor het maken van een (eerlijk) vergelijk tussen de verschillende technieken en systemen en de daarvan afgeleide schalen van toepassing is het van belang de aan het transport gerelateerde aspecten van de gedefinieerde stromen in de gebouwde omgeving nader te onderzoeken. Er moet kritisch gekeken worden naar de kwantiteit, de kwaliteit en de invulling, ofwel materialisatie en energieverbruik van dit transport. Het onderzoek moet zich richten op bestaande- en nieuwe technische infrastructuur in relatie tot technieken en systemen van verduurzaming van de gedefinieerde stromen.

⁵⁵ Of zoals Winston Churchill in 1942 stelde "We shape our buildings and afterwards our buildings shape us" [Röling, 2002a].

⁵⁶ Stromen, gebieden, actoren; driedeling Ecopolis gidsprincipe; zie hoofdstuk 1.2.2 [Tjallingii, 1996].

⁵⁷ Zo worden bijvoorbeeld conventionele energiebronnen gewonnen, geïsoleerd en in hoge concentraties bijeengebracht in centrales, waar ze worden omgezet in grote hoeveelheden energie en via distributiekanaal enorme gebieden van energie kunnen voorzien. Het verlies tijdens omzetting en distributie

wordt ruimschoots gecompenseerd (feitelijk overschaduwd) door de overvloed aan energie die in de centrales opgewekt kan worden [Rogers, 1997]. De vernieuwbare energiebronnen zijn vrijwel overal aanwezig, zij het in relatief kleine concentraties en minder constant beschikbaar. Voor veel van deze oneindige bronnen is het onlogisch om in een centraal punt een dermate hoge energieopbrengst te krijgen, dat distributie naar grotere gebieden rendabel wordt. Decentrale opties zijn dan belangrijker.

⁵⁸ Onze infrastructuur, kapitaal

investeringen, organisaties, verzekeringsstelsels en dergelijke zijn volgens Röling 'gebouwd op drijfzand en op dit moment nog niet veerkrachtig genoeg om bijvoorbeeld klimaatverandering te doorstaan, laat staan andere ecologische verrassingen' [Röling, 2000].

⁵⁹ Infrastructuur wordt meestal in traditionele parameters beschreven: ton, watt, bytes, liter, of vierkante (kilo)meter. Naast de meer relevante economische criteria (zoals werkgelegenheid) moeten ook aanvullende milieucriteria, uitgaande van verdergaande ecologisering en

- II Kan het centraal dan wel decentraal oplossen van de essentiële stromen verdere processen van verduurzaming genereren op een hoger schaalniveau?

Toelichting achtergrondvraag II:

Het is van belang te bepalen of de optelsom van meerdere kleine duurzame ‘cellen’ automatisch leidt tot een duurzaam systeem, en waaraan moet worden voldaan. Leidt schaalverkleining inderdaad tot een groter ‘elastisch vermogen van het ontwerp’ en dus een grotere flexibiliteit van de onderdelen en van het geheel, qua realisatie- en gebruiksmogelijkheden. Onderzocht moet worden of duurzame deelsystemen verdere ‘duurzame ontwikkeling’ kunnen genereren op een hoger schaalniveau via het al dan niet integreren van educatieve- of andere gebruikersgerelateerde aspecten.

- III Is er een optimale schaal voor autonomie per stroom, en zo ja, wat is de optimale schaal?

Toelichting achtergrondvraag III:

Los van het bepalen van een optimale schaal van toepassing voor de aan de verduurzaming van het totaal van de stromen gerelateerde technieken is het van belang om per deelstroom te kijken naar optimale schaal, beredeneerd vanuit de milieutechnische-, ruimtelijke- en gebruikerscriteria. Onderzocht moet worden waar per proces het optimum tussen ‘lowtech’ en ‘hightech’ autonome systemen ligt [Röling, 1996] en op welke manier er combinaties mogelijk zijn van programma's en technieken die op dit moment nog de neiging hebben zich van elkaar te isoleren.

- IV In hoeverre kan via het oplossen van duurzaamheidsvraagstukken de participatie en betrokkenheid van gebruikers verhoogd worden?

Toelichting achtergrondvraag IV:

Onderzocht moet worden in hoeverre het al dan niet dichtbij de gebruikers realiseren van autonome systemen m.b.t. de essentiële stromen leidt tot een grotere betrokkenheid van die gebruikers en of het meer zichtbaar maken van de oplossingen leidt tot al dan niet positieve gedragsveranderingen. Een ander aspect is of het mogelijk is bewoners, en gebruikers van bestaande of nieuw te bouwen gebouwen, buurten, wijken of steden via het implementeren van een ‘device’ ten behoeve van het bereiken van autarkie reflexiever [Beck, 1994] te maken, en leidt dat tot een groter bewustzijn en zorgvuldiger handelen. Is het mogelijk om voor de mens en zijn omgeving, qua gezondheid, kritische processen in één ‘device’ te plaatsen tezamen met andere gebruikersfuncties? En wat zijn de consequenties van dit combineren voor de afzonderlijke processen en voor de gebruikers?

- V Moeten- en kunnen de verschillende technieken voor het optimaliseren van de stromen samengevoegd worden in één “device” of dienen ze afzonderlijk geïntegreerd te worden in bestaande (infra)structuren of gebouwen?

Toelichting achtergrondvraag V:

Het grond- en daglichtgebruik van de verschillende, al dan niet op natuurlijke processen gebaseerde, milieutechnieken om autonomie te realiseren moet worden geanalyseerd en waar mogelijk geoptimaliseerd. Is dit te integreren in bestaande bouwwerken of bestaande infrastructuur, en hoe is het proces van ‘duurzame ontwikkeling’ op wijk, buurt-, blok- of gebouwniveau in relatie tot de oplossing te optimaliseren. Wat zijn de bouwkundige consequenties van het samenvoegen van de verschillende technieken en stromen van een hoger schaalniveau in een bouwwerk, en wat betekent dit voor de architectonische vertaling? Is een dergelijk bouwwerk zo te ontwerpen en te bouwen dat uitbreiding (en ‘inbreiding’) qua aantal (en grootte) van de stromen mogelijk is?

I.3.3

doelstelling en randvoorwaarden

Doel is het onderzoeken en verklaren⁶⁰ van een alternatieve configuratie en invulling van de (infra)structuren en systemen binnen de gebouwde omgeving ten behoeve van het bereiken van een aanzienlijke reductie van de milieubelasting (factor 20 principe) ten gevolge van de essentiële stromen, al dan niet als (vorm van) autonomie of autarkie.

Om het resultaat (de claims) van het analytische deel van het onderzoek te toetsen zal getracht worden het geheel 'à contrarie' te formuleren⁶¹. Dit vormt de basis voor de uiteindelijke deelconclusies voor oplossingsrichtingen. Deze richtlijnen zijn weer de basis voor het in deze studie geïntroduceerde 'programma van mogelijkheden', ofwel P.v.M. [Quist, 1999a], dat met locatie- en gebruikersspecifieke situaties te vertalen is naar objectiveerbare argumenten betreffende de structuur van milieubewuste oplossingen⁶². Het uiteindelijke doel moet zijn: een zodanige inpassing in-, en een zodanig gebruik van het milieu, dat het ideaal van een duurzame ontwikkeling wordt benaderd⁶³. Het eigenlijke eindresultaat bestaat dan ook niet zozeer uit een casusspecifiek ontworpen device dat de gedefinieerde stromen ter plekke optimaal (milieubewust en volhoudbaar) benut c.q. opwekt, maar vooral ook uit het 'programma van mogelijkheden' waarin de benodigde randvoorwaarden en de gekoppelde gidsprincipes omschreven worden.

I.4

Opzet van de studie

I.4.1

structuurbeschrijving; uitwerking van de probleemstelling

Basis voor het onderzoek is de zogenaamde 'typologie van een paradigmaverschuiving tussen verblindende inzichten' [Miller, 1983/1985; Bawden 1997; Röling, 2000b]. Hierin worden vier extreme-, zogenaamde verblindende paradigma's ingedeeld in kwadranten, op basis van de assen holisme / reductionisme en positivisme (objectivisme) / constructivisme (subjectivisme) (Figuur 1.10).

dematerialisatie, voor de regulering en (her)structurering worden geformuleerd.

⁶⁰ Bridgman, een met de Nobelprijs gelauwerde fysicus, omschrijft 'het verklaren' als: "het analyseren van onze gecompliceerde systemen in eenvoudiger systemen, en wel zó, dat we in de gecompliceerde systemen het samenspel herkennen tussen elementen die ons al bekend zijn en dat we ze accepteren als iets dat geen verklaring nodig heeft" [Sierksma, 1988].

⁶¹ Redenerend vanuit het tegendeel. Het moet dan, omgekeerd geformuleerd,

leerd, mogelijk zijn om via enkele gevallen aan te tonen dat de betekenis van termen uiteindelijk ook theoretisch en historisch bepaald is. Kortom dat die betekenis mee wordt bepaald door de praktisch-theoretische samenhang waarin ze in de samenleving is opgenomen.

⁶² Het Programma van Mogelijkheden (PvM) is in het kader van deze studie begin 2000 geïntroduceerd en gepubliceerd. Later wordt in andere studies ook wel gesproken van het 'essay of clues' ('aanwijzingen'), als "een kaart voor de ontwikkeling van op gezondheid en hygiëne gebaseerde interactieve

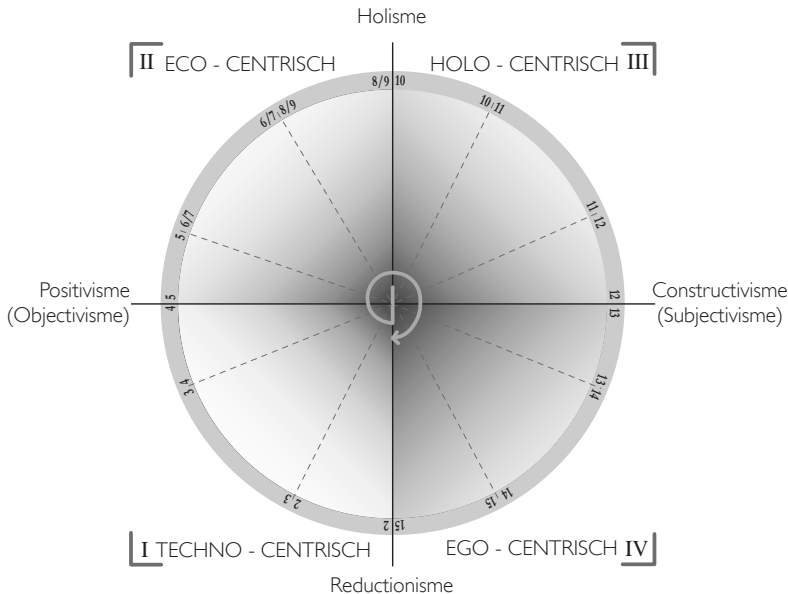
relaties tussen ontwerpen en de natuurlijke wereld" [McDonach & Braungart, 2003; p.15]. Het PvM en de EoC zijn vergelijkbaar qua opzet en inzet in het (her)ontwerpproces: De opzet is dusdanig, dat de aanwijzingen of mogelijkheden in samenhang te lezen zijn, en het dus niet als eenvoudige checklist gezien moet worden.

⁶³ De kunst is om dat te effectueren met een minimum aan energie, oppervlaktebeslag, bouwstoffen en chemische toeslagmiddelen en een minimum aan afvalstoffen, stank en lawaai en zo mogelijk ook met een minimum aan kosten.

Na analyse van het bestaande systeem, dat grotendeels in kwadrant I en gedeeltelijk in kwadrant II valt, beweegt het onderzoek door het schema heen vanuit de kwadranten I en II naar kwadrant III. In de uitwerking van de ontwerpcasus Lanxmeer, in Culemborg, zelfs naar kwadrant IV⁶⁴. Doel is het bereiken van een gidsprincipe dat te plaatsen is in kwadrant III van het 'paradigma typologieschema' (Figuur 1.10). Gekozen is voor het aandragen van oplossingsrichtingen via het opzetten van een programma van mogelijkheden (P.v.M.) waar de geldende netwerken en specifieke actoren (gebruikers) gekoppeld worden aan de ecosystemen.

Figuur 1.10

Indelingen van de studie binnen de verblindende inzichten typologie paradigma-verschuiving



Voor wat betreft de essentiële stromen zijn de actoren van deze ecosystemen afhankelijk. Een device wordt ingezet om dit gemeenschappelijk functioneren als zogenaamde 'cognitive agents' [Röling, 2000b] binnen transitieprocessen naar 'duurzame ontwikkeling' te faciliteren.

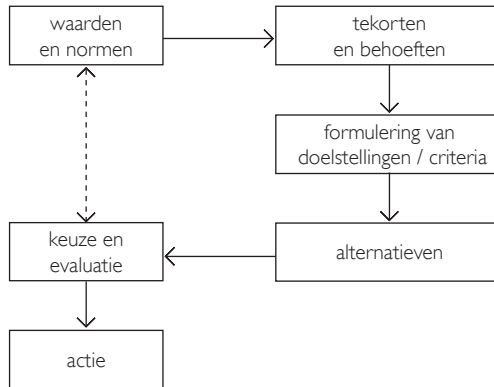
Het onderzoek heeft betrekking op processen, vormgegeven in systemen. Allereerst wordt analytisch onderzoek verricht naar de structuren en de condities waarbinnen, dan wel waaronder deze processen plaats vonden en -vinden. Deze analyse is vertaald naar de thema's: soort technologie, milieubelasting, infrastructuur, schaal van toepassing en betrokken actoren. Aansluitend wordt het onderling verbinden en integreren van deze thema's bekeken. Mede op grond hiervan worden beoordelings- en evaluatiecriteria benoemd waar eventuele nieuwe, alternatieve- en al dan niet verzelfstandigde oplossingen aan moeten voldoen⁶⁵.

Op basis van de voorlopige conclusies worden relevante deeltechnieken en processen, om stromen te verduurzamen, onderzocht. Dit vormt de basis voor het ontwerp van een "device" dat, voor een bepaalde situatie, een oplossing genereert in zake de centrale vraagstelling van deze studie. Het device wordt daarmee binnen de zogenaamde 'eco-challenge' [Röling, 2000b] een sleutelement ter ondersteuning van het principe van '(collective) cognitive agents'⁶⁶. Dit 'sleutel-device' is voor de eenvoud benoemd als

‘Sustainable Implant’ (S.I.). De ontwikkeling van deze Sustainable Implant, en indirect de structuur van het onderzoek volgt het patroon dat aan op verandering gericht handelen van mensen of groepen ten grondslag ligt.

Figuur 1.11

Paradigma-verschuiving; patronen



Het totale ontwerpprobleem wordt ten behoeve van de ontwikkeling gescheiden in samenhangende deelproblemen⁶⁷, die elk worden gedefinieerd en geanalyseerd. Na het kiezen van de juiste technieken en systemen volgt de synthese die de deeloplossing vormt. Alvorens te komen tot deze gecombineerde oplossing voor het verduurzamen van de stromen in een specifieke situatie zullen, binnen het onderzoek aan de hand van diverse plaatsgebonden voorbeelden, deeloplossingen (voor verschillende stromen en schalen) ontworpen en onderzocht worden. Dit zijn de momenten in het onderzoek dat het analytische deel en het meer hypothetische (ontwerpde) deel elkaar kruisen. Bij het ontwerpen van het device, waarin de verschillende stromen gecombineerd opgelost worden, moeten de bevindingen van de eerdere deeloplossingen tezamen met de bevindingen van het analytische deel van de studie leiden tot een locatie specifieke totaaloplossing. Bij deze synthese is het niet mogelijk aan alle evaluatiecriteria te voldoen en zullen, zoals ontwerpen impliceert, keuzes gemaakt worden⁶⁸. De via de combineeractiviteit van deeloplossingen verkregen casusspecifieke oplossing (de Sustainable Implant) wordt tenslotte getoetst op programma en op de voorheen vastgestelde evaluatiecriteria. Hierbij vindt terugkoppeling plaats: bepaalde aspecten worden opnieuw bestudeerd of gecombineerd, wat leidt tot een verbeterde totaaloplossing en een definitief programma van mogelijkheden.

⁶⁴ Het doorlopen van deze verschillende kwadranten geeft schematisch de gewenste verandering weer naar een ‘hogere systeemniveau’ [Röling, 2000b]. Binnen de algemene systeemtheorie worden zeven niveaus onderscheiden: (1) statische structuren (plannen); (2) eenvoudige dynamische systemen (‘clockworks’); (3) zelf-regulerende, cybernetische systemen (bijv. thermostaten); (4) zelf-onderhoudende levende structuren (bijv. cel-achtigen) en (5, 6 en 7) meer complexe, levende en zelf-or-

ganiserende-, aanpassende systemen. De inzet van het doorlopen van de kwadranten I tot en met III, en gedeeltelijk IV, streeft het uiteindelijke doel van zelf-organiserende, aanpassende reflexieve systemen na.

⁶⁵ De middelen die nodig zijn voor elk van de eerder genoemde processen worden per stroom geverifieerd. De opzet van dit deel van het onderzoek bestaat uit het evalueren van kansrijke technieken en systemen die een mogelijk antwoord vormen op (delen van) de uit het analytische

deel voortkomende tekortkomingen van de huidige praktijk.

⁶⁶ Met als doel om collectief eenvoudiger om te gaan met het fenomeen verandering binnen de gebouwde omgeving.

⁶⁷ Zoals de schaalvraag, de optimaliseringsvraag van grondgebruik, etcetera.

⁶⁸ Er moeten compromissen gesloten worden, waarbij sommige aspecten stroomspecifiek bezien wellicht minder optimaal zullen

1.4.2

methodologie

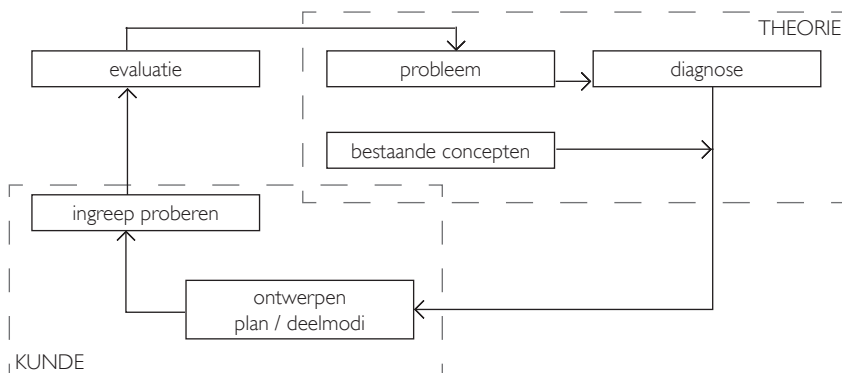
De onderzoeksmethodiek is gebaseerd op de regulatieve cyclus van Van Strien [Hertog & Sluis, 1995]. Onderscheid wordt gemaakt tussen een theoretisch en praktisch deel, wel aangeduid als “kennis en kunde”⁶⁹. Beide onderzoeksdelen kennen een cyclische opzet (Figuur 1.13), waarbij elk deelonderzoek over essentiële stromen een deelcyclus doorloopt. Dit geldt ook voor de plaatsgebonden voorbeelden.

Het theoretische deel is retroductief onderzoek [Ragin, 1994] en is op te splitsen in een (1) deductief deel (literatuuronderzoek) en een (2) inductief deel (sluit aan op (1)).

Het deductieve deel is een analyse van de gedefinieerde essentiële stromen naar aanwezige problemen, nu gangbare oplossingen en mogelijke milieubewuste en volhoudbare oplossingen. Het is een retrospectieve optekening van de gehanteerde aanpak. Ook omvat het de analyse van bestaande- en nieuwe technologie voor het (verregaand) verduurzamen van (delen van) stromen en van bijkomende transportopties (en eraan gekoppelde technische infrastructuur). Mogelijke schaalniveaus worden geanalyseerd, evenals relevante actoren. Specifieke aandacht is gericht op gerealiseerde concepten met een autonome voorziening van de essentiële (deel)stromen, of waar die geclaimd worden.

Figuur 1.12

De regulatieve cyclus van Van Strien



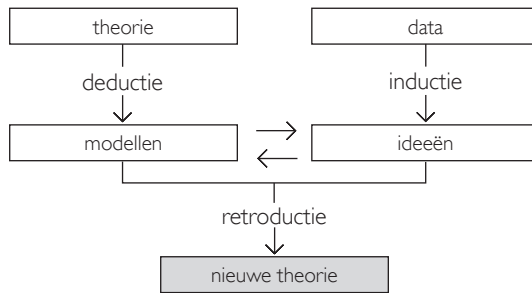
Zowel het deductieve- als inductieve onderzoeksdeel leveren binnen het onderdeel ‘theorie’ aandachtspunten voor het “Programma van Mogelijkheden” (P.v.M.).

Zo ontstaat mogelijk een betere afstemming binnen de onderzoeksstructuur, die op zowel analytische-, als ontwerpgerichte aanpak steunt. Verschuren [1995] geeft in overzicht de noodzakelijkheid weer.

Het praktische deel bestaat uit casestudy’s (in de hoofdstukken 5, 6, 7, 8 en 9) ter referentie⁷⁰ en één centraal gestelde integratiecasus (hoofdstuk 15) met een globaal ontwerp volgens uit het onderzoek voortkomende voorwaarden en het Programma van Mogelijkheden (P.v.M.), samengevat omschreven in hoofdstuk 14. Het onderzoek heeft een exploratief (verkenkend) en interdisciplinair karakter. In het begin van het ontwerp-proces treedt divergentie op, waarna gezocht wordt naar alternatieven, die vervolgens door middel van convergentie worden teruggebracht tot een enkel eindontwerp (Figuur 1.14).

Figuur I.13

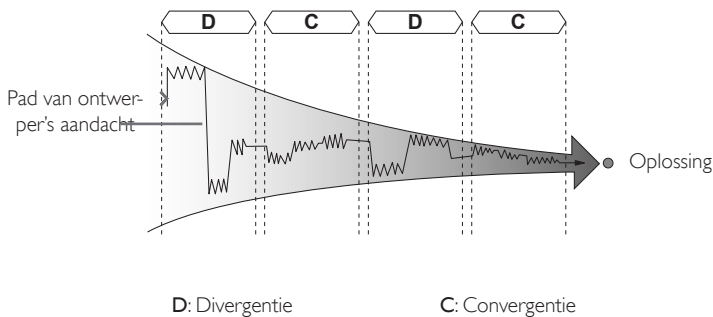
Opzet van een retroductief onderzoek



Door deductie (hoofdstukken 3 t/m 7) kan worden bepaald in hoeverre algemeen geldende regels ook van toepassing zijn in een specifiek onderzoeksgebied. De inductieve aanpak (hoofdstukken 10 t/m 14) zorgt ervoor dat het leidt tot een nieuwe theorie met betrekking tot het onderzoeksonderwerp en de specifieke situatie.

Figuur I.14

Divergentie and Convergentie



presteren. De noodzakelijke keuzes zullen casusspecifiek zijn en daarbij de moeilijker meetbare criteria zoals gebiedskwaliteit (gebieden) en leefkwaliteit (actoren) volgen. Op deze wijze wordt voorkomen dat meetbare aspecten (het stromenbeheer) de leidraad gaan vormen voor een instrument dat door de wijze van implementatie en gebruik (gebieden & actoren) al dan niet een succes zal blijken te zijn.

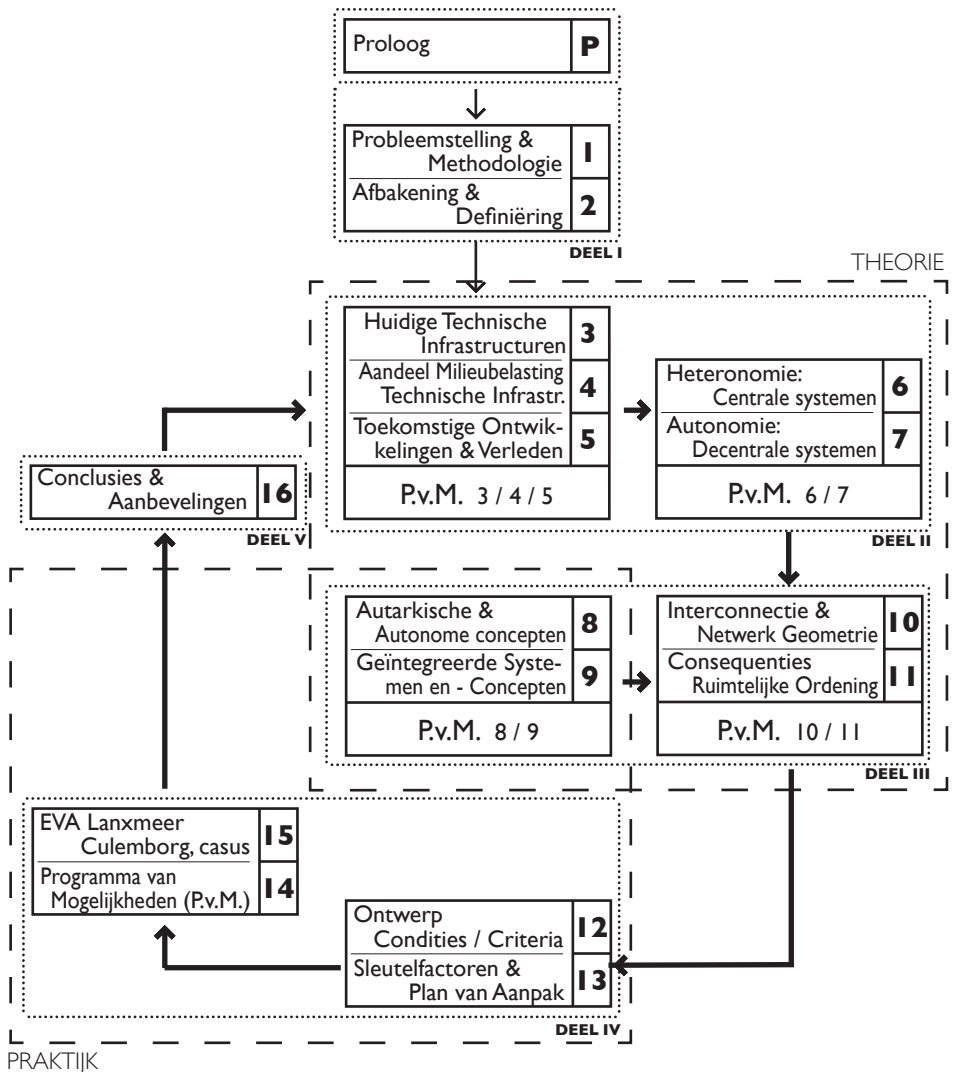
⁶⁹ Achtergrond is dat bij ontwerpen de kloof tussen kennen en kunnen (het in praktijk brengen) overbrugd moet worden; het is een op synthese gerichte aanpak, die wordt gevoed met kennis en vaardigheden. Het ‘ontwerpen’ is op velerlei manieren omschreven; in het collegedictaat Systematisch ontwerpen [Behesthi, 1992] van de Faculteit Civiele Techniek worden 28 definities gegeven. Interessant zijn de eenvoudige

definitie van Alexander [1963] “Design is finding the right physical components of a physical structure” en de definitie van Archer [1965] “design is a goal-directed problem-solving activity” [Hengeveld, 1993].
⁷⁰ Omtrent deelonderzoeksthema’s en schaalniveaus.

Figuur I.15

Onderzoeksstructuurschema

De onderzoeksopzet met daaraan gekoppeld de hoofdstukindeling is dan als volgt:



I.4.3

onderzoeks- en ontwerpcases

Binnen het onderzoek is telkens sprake van analyse en terugkoppeling naar verschillende praktijksituaties. In het tweede deel van het onderzoek ligt de nadruk expliciet op het 'ontwerpend onderzoeken'⁷¹, op de uitwerking van een geïntegreerde oplossing omtrent volhoudbare zelfvoorziening wat betreft de essentiële stromen. Dit gebeurt op basis van een centrale vraagstelling. Niet alleen wordt gekeken naar al dan niet gerealiseerde referentie projecten, maar ook worden meerdere kleinere cases beschreven en onderzocht om deel-vraagstellingen en -uitkomsten te toetsen.

De sequentiële manier van werken met casestudies wordt gevolgd [Verschuren & Doorewaard, 1995]. Bij het kiezen van de onderzoekscases is telkens gekeken naar drie variabelen:

- de stedenbouwkundige typologie,
- de mate van milieuvriendelijkheid, en
- het soort betrokkenheid van de gebruikers, en de organisatie ervan.

Er is sprake van referentie projecten en referentiestudies. De eerste groep betreft bestaande en gerealiseerde concepten en projecten. Binnen dit deel is probleemspecifiek gekozen voor vernieuwende projecten op wereldschaal. Binnen de referentiestudies is gekozen voor de Nederlandse context en ligt de nadruk op uitwerking c.q. analyse van één van de deelstromen: afval, energie en (afval)water. Dat aspect wordt bekeken op de centraal geplaatste schaalaspecten en eraan gekoppelde sociale, milieutechnische en ruimtelijke gevolgen⁷².

Referentie projecten

De referentieprojecten betreffen vernieuwende voorbeelden van bestaande concepten en projecten op verschillende schaalniveaus waar de energie, water en/of afvalstroom autonoom zijn gemaakt, dan wel waar getracht is dit zoveel mogelijk te benaderen.

Los van meerdere historische pioniersprojecten en andere voorbeelden zijn de volgende projecten binnen de hoofdstukken 8 en 9 meer in detail onderzocht en samengevat:

- Autonomous House, Southwell (Verenigd Koninkrijk);
- Healthy House project, Ontario (Canada);
- Sustainable House, Sydney (Australië);
- Hockerton Housing project, Hockerton, Nottinghamshire (Verenigd Koninkrijk);
- Vauban, Freiburg (Duitsland);
- Flintenbreite, Lübeck (Duitsland);
- Biovaerk, Kolding (Denemarken);
- BedZED, Londen (Verenigd Koninkrijk);

⁷¹ Tegenwoordig heeft het ontwerpen weer meer aandacht als onderzoeksstrategie. Volgens Hengeveld [1993] komt dit doordat vastgesteld is dat de kern van veel problemen niet bepaald wordt door gebrek aan kennis of gecompliceerde modellen om effecten te voorspellen, etcetera. Het ligt volgens hem meer in het vinden van acceptabele oplossingen,

ofwel ontwerpen.

⁷² Enkele cases zijn als afstudeerproject mede onderzocht door studenten van de faculteiten Bouwkunde, Industrieel Ontwerpen en Civiele Techniek van de Technische Universiteit Delft, de vakgroep Milieutechnologie van de Landbouw Universiteit Wageningen, de afdeling Milieutechnologie van de

Green Business School, HAS Den Bosch en de afdeling Internationaal Land en water Management van de Larenstein Hogeschool (zie ook bij: Acknowledgements).

Referentiestudies

Binnen het onderzoek zijn de deelingrepen en/of analyses uitgevoerd binnen verschillende praktijkverbonden referentiestudies. In tegenstelling tot de referentieprojecten gaat het om Nederlandse projecten, gezien de keuze voor de Nederlandse context voor de te ontwikkelen oplossingsprincipe. De volgende projecten zijn binnen achtergrondstudies onderzocht c.q. uitgewerkt, en wordt naar verwezen:

- ‘Oosterhout-midden’, Nijmegen⁷³;
- ‘De Wijk’, Koolhoven-west, Tilburg⁷⁴;
- ‘Groene Kreek’, Oosterheem, Zoetermeer⁷⁵;
- ‘Noordereiland’, Rotterdam⁷⁶;
- ‘Retourette’, Tynaarlo en Recycle-shop Haarlem⁷⁷;
- ‘Ruigoord’, Amsterdam en Ecu-dorp Alminde, Almere⁷⁸.

Tot slot is in een hoofdcasus getracht de in het onderzoek aangedragen samengestelde oplossingsrichting toe te passen en te toetsen naar de daarvoor opgestelde beoordelings- en evaluatiecriteria en probleemstelling.

- Casus Lanxmeer, te Culemborg (ontwerp- / toetsingscasus)

Deze casus wordt centraal gesteld als belangrijkste onderzoekscasus voor het ontwikkelen en ontwerpen van de zo genoemde Sustainable Implant (het laatste deel van deze studie). De eerder besproken cases worden als voorbeeld- dan wel als referentiekader van de verschillende deelaspecten gebruikt en, voor zover mogelijk gevisualiseerd.

De casus Lanxmeer is gekozen vanwege het feit dat de wijk feitelijk al enkele stappen verder is dan de –eerder behandelde- meer gangbare uitbreidingswijken. Is bij dit soort wijken veelal sprake van ‘hooguit’ een maximalisatie van bestaande (deel)plannen naar milieuaspecten, bij Lanxmeer betreft het een integraal concept van zowel milieumaatregelen, ermee samenhangende stedenbouwkundige opzet, aangelegde technische infrastructuur, architectonische uitwerkingen en verregaande vormen van participatie van de bewoners gedurende het gehele traject en op verschillende schaalniveaus. Het sluit aan op bewoners-initiatieven omtrent beheer, onderhoud, energie- en waterverbruik optimalisatie, etcetera. Het is een kansrijke context voor de zoektocht naar gesloten milieubewuste en volhoudbare autonomie op afwijkende schaalniveaus.

1.5

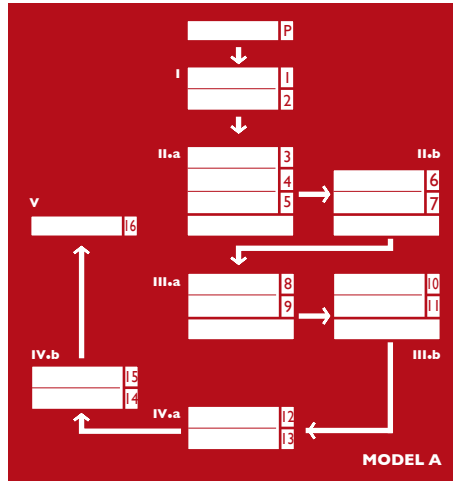
Leeswijze(r)

Dit boek beschrijft onderzoek naar de voorwaarden voor een duurzame ontwikkeling en de wijze hoe deze te vertalen naar de gebouwde omgeving. De brede doelstelling maakt dat het boek feitelijk meerdere studies omvat. Het laat zich op meerdere wijzen lezen⁷⁹, waarbij de lezer naar eigen behoefte kan kiezen uit één van de volgende wijzen⁸⁰.

MODEL A is de meest complete weergave van het onderzoek en kan op de gebruikelijke wijze gelezen worden. Aan de orde komen nut en noodzaak van het sluiten van autonome deelsystemen binnen de grotere systemen en kringlopen.

Meer toegespitst omvat het de nauwgezette probleemanalyse van de huidige kenmerken en de historische- en toekomstige ontwikkelingen van de twee onderzochte deelstromen: energie en sanitatie (deel II a). Dit leidt tot de diagnosestelling (deel II b), waarna vanuit aansprekende praktijkvoorbeelden, oplossingsrichtingen en kansrijke ingrepen worden

bepaald (deel III a). De wijze van invulling van deze ingrepen en mogelijke alternatieve configuraties worden onderzocht, evenals hun consequenties voor de gebouwde omgeving (deel III b). Dit wordt vertaald naar ontwerpcriteria, plan van aanpak en programma van mogelijkheden (P.v.M). Ze vormen de basis voor de hoofdcasus en praktijkuitwerking (deel IV). Het boek eindigt met de wetenschappelijke evaluatie en terugkoppeling naar de probleemstelling (deel V), de samenvatting, achtergrondstudies en bijlagen.



⁷³ Bij de referentiestudie Oosterhout gaat het om een recent opgeleverd deelgebied binnen een middelgrote vinex uitbreidingswijk. Onderzocht wordt de milieubelasting van de gerealiseerde technische infrastructuur in verhouding tot de milieubelasting van de woningen en het effect erop van mogelijke veranderingen.

⁷⁴ De referentiestudie Koolhoven-west betreft een deelgebied binnen een grote vinexwijk. Er wordt gekeken naar middelgrote schalen (woonblok, woonbuurt, woonwijk) voor energie en de koppeling met autarkische concepten van de andere stromen.

⁷⁵ De referentiestudie 'Groene Kreek' omvat een deelgebied binnen een grote vinex uitbreidingslocatie Oosterheem waarbij specifiek naar de energiekringloop op de kleinste schalen (woonblok en woning) is gekeken. Bij deze casus is ook sprake van actieve participatie van gebruikers, al is het vanuit de gemeente georganiseerd en gestructureerd.

⁷⁶ De referentiestudie

Noordereiland betreft een bestaand stedelijk deelgebied met hoge dichtheid waar specifiek gekeken wordt naar het omvormen van de (afval)waterstromen naar gesloten kringlopen. De 'harde' begrenzing en hoge dichtheid van het stadsdeel zorgen voor een zo goed mogelijke ruimtelijke inkadering van de maximale schaal van toepassing.

⁷⁷ De referentiestudie betreft een analyse van twee bestaande, op meerdere aspecten sterk van elkaar verschillende concepten van decentrale afvalscheiding en (gedeeltelijke) inzameling van deelstofstromen.

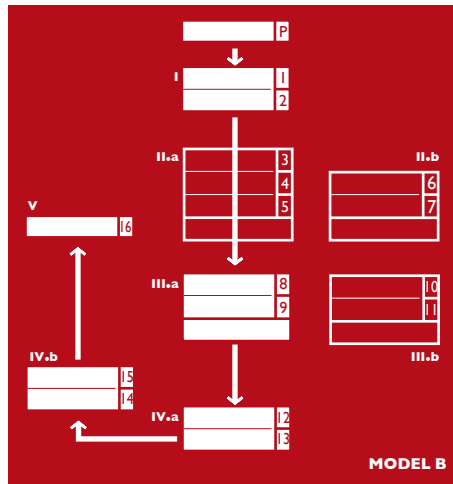
⁷⁸ Ruigoord is een unieke kunstenaarsnederzetting onder de rook van Amsterdam. Het betreft feitelijk een specifieke vorm van lichte stedenbouw, ook wel informele stedenbouw genoemd. Door de informele structuur is niet zozeer sprake van participatie dan wel van een volledig informele organisatiestructuur met vormen van eigenbeheer. Juist dit laatste maakt de casus uniek, bezien de huidige discussie in de diverse vakgebieden over het –ook in tijd bezien- vrij laten van de vormen van

verstedelijking. Deze referentiestudie wordt ingezet als voorbeeldcasus, maar ook voor het toetsen van de vrijheidsgraden van aangedragen oplossingsrichtingen zoals die naar voren zijn gekomen in de verschillende andere cases. Het betreft veranderende gebruikaspecten, dynamische aspecten zoals groei en krimp en beperkende milieue- en omgevingsomstandigheden. Naast de inzet van onderzoeksuitkomsten ten behoeve van de verdergaande 'ecologisering' van het bestaande Ruigoord (zonder woonfunctie), zijn ook plannen voor de opzet van een nieuw Ecu-woongemeenschap genaamd Alminde ondersteund en zijn de inzet, beperkingen en mogelijkheden van de uit het onderzoek voortgekomen oplossingsrichtingen globaal bekeken.

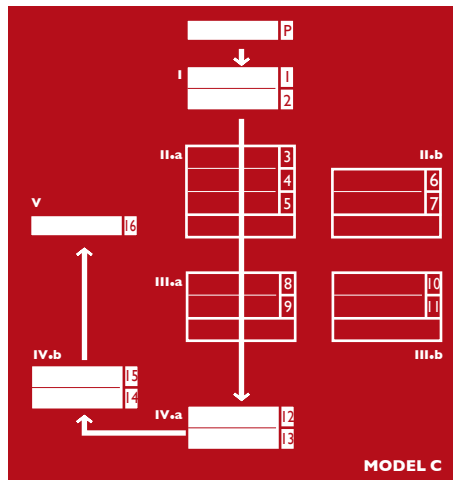
De drie hierna afgebeelde modellen volgen een specifieke achtergrond en belangstelling van de lezer. Hierbij wordt de lezer telkens voor de keus gesteld: de tekst (alsnog) vervolgen of de eigen alternatieve route aanhouden.

MODEL B gaat uit van interesse vanuit de praktijk en richt zich op planners, beheerders en praktijkgerichte toezichthouders. In dit model wordt de uitwerking van de probleem-analyse (deel II a en b) en de theoretische onderbouwing (deel III b) van alternatieve configuraties in eerste instantie buiten beschouwing gelaten.

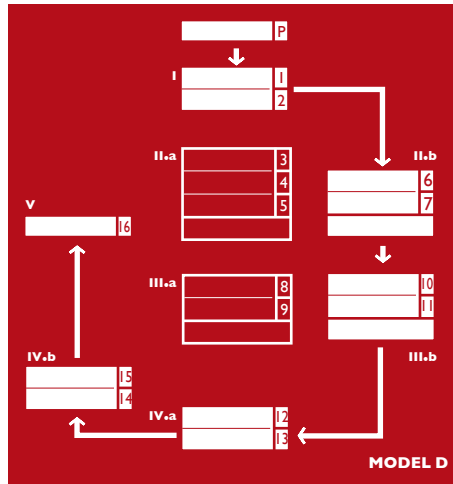
Na lezing van respectievelijk de referentieprojecten (deel III a), en de voorbeeld praktijk-uitwerking (deel IV) wordt de lezer uitgenodigd alsnog de sprong te maken naar respectievelijk alternatieve configuraties en terugkoppeling naar de huidige wijze van oplossen.



MODEL C is toepassingsgericht en richt zich expliciet op de ontwerpers en ontwikkelaars. De leeswijze beperkt zich in eerste instantie op de toepassingscriteria, mogelijke strategieën, kansrijke ingrepen en de voorbeeld praktijkuitwerking (deel IV). Aansluitend wordt de lezer uitgenodigd om alsnog kennis te nemen van de referentieprojecten (deel III a) en de theoretische onderbouwing van de alternatieve configuraties (deel III b). De probleem-analyse en diagnosestelling (deel II) wordt volledig als bijlage beschouwd.



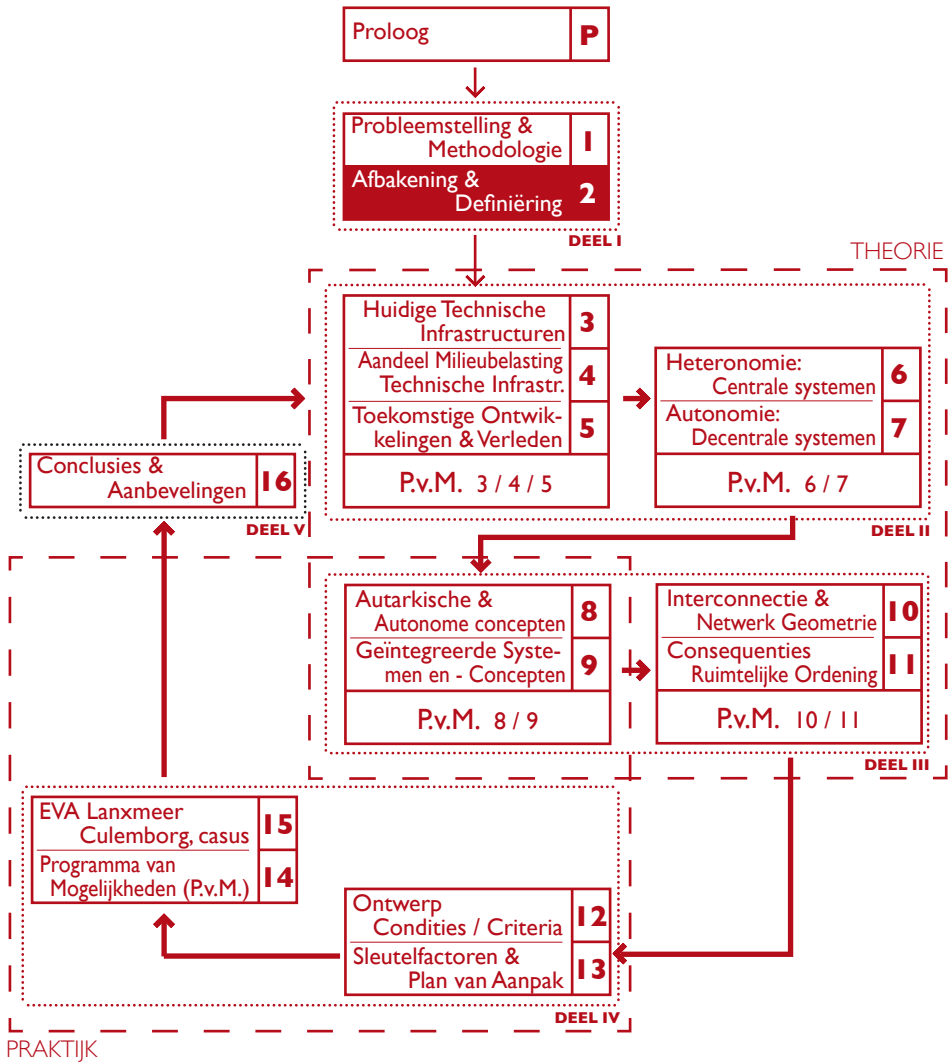
MODEL D richt zich op de meer ingewijde wetenschappelijke c.q. specialistische lezer. De leeswijze beperkt zich tot de diagnosestelling c.q. aangedragen ontwikkelingspaden aangaande de centrale probleemstelling (deel II b) en concentreert zich van daaruit op de alternatieve configuraties en consequenties voor de gebouwde omgeving (deel III b). De vertaling naar toepassingscriteria, oplossingsrichtingen, mogelijke strategieën en kansrijke ingrepen (deel IV a) wordt als facultatief beschouwd. Aansluitend wordt de lezer uit-genodigd om alsnog kennis te nemen van de voorbeeld praktijkuitwerking, en zo mogelijk de bestaande referentieprojecten (deel III a).



Voor MODEL B, MODEL C en MODEL D geldt dat de toegevoegde stappen binnen desbetreffende leeswijzen niet noodzakelijk zijn voor het opnemen c.q. toepassen van de essentie van de uitkomsten en kansrijke oplossing- c.q. ontwikkelingsrichtingen uit dit onderzoek.

⁷⁹ De leesmethode is op te vatten als hypertext-communicatie: de hoofdstukken kunnen in een andere dan de gedrukte, in een eigen (door de schrijver) te bepalen volgorde gelezen worden. Indien gekozen wordt voor één van de aangewezen alternatieve leeswijzen, dienen de aanwijzingen onderaan ieder hoofdstuk daaromtrent gevolgd te worden.

⁸⁰ Om de plaats van de hoofdstukken sneller te kunnen bepalen, wordt het desbetreffende nummer (leeswijzer model en volgend hoofdstuk), tussen vierkante haken, aan het einde van elk hoofdstuk geplaatst.



Afbakening en Definiëring

2.1

Inleiding

2.2

Definiëring en milieutechnisch context

2.3

Ruimtelijke afbakening

2.4

Aanleiding Deel II: Probleem analyse & Diagnose

h2

“We are changing Earth more rapidly than we are understanding it.”

Vitousek, 1997

2.1

Inleiding

Hoofdstuk 2 vormt de afsluiting van het eerste, inleidende deel van de studie. Na de beschreven context (proloog), probleem- en doelstelling en de wetenschappelijke- en maatschappelijke achtergronden die daaraan ten grondslag liggen (hoofdstuk 1) worden in dit tweede hoofdstuk in de belangrijkste definities besproken van enige veel gehanteerde begrippen in deze studie. Het gaat met name om de begrippen die van belang zijn in relatie tot de beantwoording van de probleemstelling en bijbehorende achtergrondvragen. Vooral bij de meer algemene begrippen is gekozen voor het weergeven van meerdere definities (vanuit diverse vakgebieden c.q. achtergronden). Vervolgens wordt daaruit de leidende definitie afgeleid dan wel gekozen. Deze aanpak voorkomt het uit het oog verliezen van de brede (vakgebied overschrijdende) context en de mogelijke beperkingen die de in deze studie gehanteerde definitie zou kunnen impliceren.

In tweede instantie vindt in verband met de breedte van het onderwerp een ruimtelijke en milieutechnische afbakening plaats. Tevens worden de gehanteerde schaalniveaus afgebakend c.q. gedefinieerd. Dit laatste is vooral nodig vanwege de verschillende interpretaties in de verschillende vakgebieden waaraan deze studie is geleerd.

2.2

Definiëring en milieutechnische context

2.2.1

gehanteerde definities

Voor het begrip milieu bestaan veel definities¹, variërend in meer of mindere algemeenheid van het begrip. Zo definieert Kristinsson [et al., 1997a] milieu volgens de wijze zoals Lau Tse in de derde eeuw v.Chr. [Tau Teh Tsjing, 1963, Tau Te King, 1962] het leven benaderde: “milieu is als het gat in een wiel, het niets in de as waaromheen alles draait”. Verder voegt hij daaraan toe: “als het niet in het midden zit, hobbelt het wiel, raakt ontregeld, houdt op met draaien, gaat slepen en laat onuitwisbare sporen na”².

¹ Gekozen is voor een benadering die het midden houdt tussen de operationalistische wijze van definiëren, het fysicalisme, ofwel het verwijzen naar fysieke dingen en hun gedragingen/bewegingen, en het fenomenalisme, de zogenaamde ostentatieve, aanwijzende definities gebaseerd op empirische gegevens. De laatste twee (met name het fenomenalisme) kennen als voornaamste bezwaar dat een dergelijke fundering van de betekenis van begrippen op een verwijzing naar onze zintuiglijke ervaring is, en daarmee precies datgene onmogelijk maakt waar het in de eerste plaats om te doen lijkt:

communicatie. Binnen deze studie wordt getracht definities volgens het operationalisme de experimentele ervaring te hanteren; “als proces van ‘transactie’ tussen kenner en gekende, die samen in één handelings-systeem zijn opgenomen” [Dewey, 1931]. Wat bij het fenomenalisme en fysicalisme wordt begrepen als twee losse instanties van ‘subject’ en ‘object’, wordt door het operationisme begrepen als “transactieel proces tussen een organisme en diens levensvoorwaarden. Kennis is in deze gedachtegang een aspect of fase van dat transactieproces”. Hierbij is het van groot belang dat

beseft wordt dat: “de definitie van termen niet tijdloos tot onze ervaring kunnen worden gereduceerd. Ze blijken naar hun betekenis, d.w.z. hun toepassingsbereik, te worden geconditioneerd door theorieën die een geschiedenis hebben” [Sierksma, 1988].

² De definitie van Kristinsson is een afgeleide van de definitie van ‘de ruimte’ van Lao-tse: (vrij vertaald) “dat is wat er niet is (...) wat er niet is, bepaalt de functie van het huis. De leegte in het vat is waar het vat voor is gemaakt” [Röling, 2002b].

Een groot deel van het milieuonderzoek hanteert echter de definitie van Udo de Haes [Boersema, 1989], die milieu omschrijft als “de fysieke, niet-levende en levende, omgeving van de mens waarmee deze in een wederkerige relatie staat”. Meer recent en algemener gesteld is de definitie van De Jong [Duijvestein, 1993]: “milieu is de verzameling van voorwaarden voor leven”³. Deze definitie wordt gehanteerd bij het milieuonderwijs aan de Technische Universiteit Delft en vormt ook het uitgangspunt van deze studie.

Ecologie wordt omschreven als “het onderdeel van de biologie dat relaties tussen organismen en omgeving bestudeert”⁴ [Jong, 1997]. John Todd van de New Alchemy Institute omschrijft ecologie als het verhaal van de relaties⁵ die in staat zijn voort te duren in een steeds verder evoluerende wereld [Todd & Josephson, 1996]. Door Wisse [1990] wordt gesteld dat één van de belangrijkste doelen van ecologisch onderzoek is de elementen en sub-elementen (levend en niet levend) waaruit een ecosysteem bestaat te analyseren en hun onderlinge interacties vast te stellen.

Deze studie moet beschouwd worden als onderdeel van ecologische- of duurzame technologie. Een ecologische technologie houdt volgens Freeman “een verandering in van het techno-economische paradigma waarin we ons lange tijd hebben bevonden”⁶ [Freeman, 1992]. Binnen deze studie wordt de meer gespecificeerde definiëring van ecologische technologie door Vergragt gevolgd: “technologie die productiemiddelen en producten verschaft waarmee, in duurzaam evenwicht met het mondiale ecosysteem, in materiële menselijke behoeften kan worden voorzien”.

Boerman [1993] spreekt niet van ecologische technologie, maar maakt onderscheid tussen:

1. milieuzorg: wat we nu doen schoon en zuinig;
2. milieutechnologie⁷: verbeteren van de bestaande techniek door technologische verbetering; en
3. duurzame technologie⁸: radicaal vernieuwde technologie.

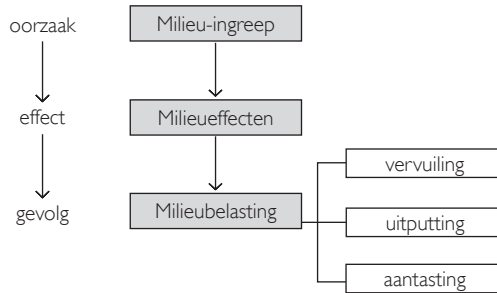
De indeling volgt de eerste drie treden van de in hoofdstuk 1 besproken BCS-ladder.

Deze studie is te plaatsen tussen milieutechnologie en duurzame technologie c.q. ecologische technologie in⁹. Het is van belang te beseffen dat duurzame technologie pas na een jaar of twintig effect zal sorteren op de milieuefficiëntie, terwijl milieutechnologie effect kan hebben binnen een periode van ca. vijf jaar [Boerman, 1993].

In elke fase van een levenscyclus treden milieubelastingen op ten aanzien van deelaspecten. Deze kunnen worden beoordeeld op effecten. Een milieubelasting kan het gevolg zijn van een milieu-ingreep¹⁰ (Figuur 2.1). De drie fundamentele milieubelastingen zijn gedefinieerd als [Leeuwen, 1973]:

- *vervuiling*: Het toevoegen van chemische of fysische bestanddelen aan het milieu in hoeveelheden die groter zijn dan door de natuurlijke kringlopen kunnen worden verwerkt, waardoor een opeenhoping kan ontstaan.
- *uitputting*: Het onttrekken van biotische (hout, vis etc.) of a-biotische (olie, gas etc.) bestanddelen aan het milieu in grotere hoeveelheden dan door de natuurlijke kringloop kunnen worden aangevuld¹¹.
- *aantasting*: Het ingrijpen van de mens in het milieu waardoor de oorspronkelijke verschijningsvorm zodanig wordt, dat dit als een verslechtering wordt gezien¹².

Figuur 2.1
Milieubelastingen



Vanuit het ontwerpers perspectief is binnen deze studie ervoor gekozen uit te gaan van het verbeteren van de milieukwaliteit. Het begrip ‘milieukwaliteit’ is door Opschoor en Van der Ploeg [1987] op basis van de WCED- definitie van ‘Duurzame Ontwikkeling’ gedefinieerd als “de mate waarin de toestand van het milieu correspondeert met gestelde streefmilieus”¹³. Dit is een tijd- en cultuurafhankelijke doelstelling. Opschoor en Van der Ploeg stellen dat milieukwaliteit aanmerkelijk verder gaat dan alleen ‘duurzame ontwikkeling’. “Het gaat ook om optimale leefbaarheid en om de integriteit van natuurlijke systemen” [Opschoor, 1987]. Leefbaarheid heeft meerdere mogelijke insteken. Van Dorst onderscheidt de ‘kennelijke leefbaarheid’, gedefinieerd als “de mate waarin een leefomgeving aansluit op het adaptief repertoire van een soort” [Verhoeven, 2000], de ‘veronderstelde leefbaarheid’, “de waardering, of het gebrek aan waardering, van het individu voor zijn of haar leefomgeving” [Valk, 1998], en tot slot ‘leefbaarheid als verzamelbegrip’, als optelsom van veel genoemde klachten over en kwaliteit van de woonomgeving [Dorst, 2002b].

³ De definitie is een afgeleide van de Oxford English Dictionary: “the condition under which any person or thing lives; the sum-total of influences which motivate and determine the development of life or character”.

⁴ Meer toegespitst wordt het omschreven als de wetenschap van de spreiding en dichtheid (distribution and abundance) van organismen [Andrewartha, 1961; Krebs, 1994; Begon et al., 1996].

⁵ Relaties tussen verschillende soorten ‘zijn’ zijn de zilloze, levenloze wereld en de dynamische processen die continu en gedurende lange tijdspannes transformeren.

⁶ Een verschuiving van het zoeken naar technische middelen “die maximalisatie van (financieel gedefinieerd) nut mogelijk maken, bij het zoeken naar technische middelen die duurzaam ecologisch inpasbare productie mogelijk maken” [Vergragt, 1992].

⁷ Milieutechnologie is ontstaan op basis van een groeiend besef van ecologische verantwoordelijkheid in de tweede helft van de 20e eeuw. Ecologische verantwoordelijkheid kan omschreven worden als een herontwikkeling van de verloren connecties tussen de natuur en de mensheid [Papanek, 1995].

⁸ Bij duurzame technologie kunnen drie strategieën worden onderscheiden ten aanzien van de zogenaamde technologie overdracht (ook wel ‘technology transfer’: “the process by which existing knowledge, facilities or capabilities developed under R&D funding are utilised to fulfil public and private needs” [Malkina-Pykh, 2003]): de beïnvloedingsstrategieën (culturele en sociaal economische aspecten), de uitbouwstrategieën (vergroten van de milieugebruiksruimte), en de milieuefficiëntie strategieën (het zo efficiënt mogelijk gebruiken van de milieugebruiksruimte)

[Hengeveld, 1993].

⁹ En met de nuances zoals ingebracht door Stevels, Rogers en Girardet, aldus besproken in hoofdstuk 1.2.2.

¹⁰ Voorbeelden van milieu-ingrepen zijn: de winning van grondstoffen, ruimtebeslag in het algemeen en verstoringen.

¹¹ Opgemerkt dient te worden dat kringlopen qua tijdspanne enorm kunnen verschillen.

¹² Bijvoorbeeld de aantasting van de ozonlaag.

¹³ Er wordt een verdere onderverdeling gemaakt in enerzijds ‘algemene milieukwaliteit’, gericht op het garanderen van functievervulling voor de maatschappij, als een kenmerk van leefbaarheid, en anderzijds ‘bijzondere milieukwaliteit’, gericht op het beschermen van specifieke vormen van biologische rijkdom of diversiteit van soorten of ecosystemen [Hengeveld, 1993].

De discussie omtrent de noodzaak van milieukwaliteit komt voort uit het feit dat het enerzijds een onderdeel is van de gebouwde omgeving terwijl het anderzijds voor weinig actoren een primair doel is en daarom bij herhaling benadrukt moet worden.

In het verlengde van Opschoor's definitie van milieukwaliteit volgt deze studie voor het begrip milieuverdienste of milieuvoordeel de definitie van Brezet [1994]: "de in kwalitatieve of kwantitatieve termen uit te drukken verbeteringen qua integrale milieubelasting, die aan een nieuw product of techniek kunnen worden toegerekend ten opzichte van een referentie-product of -techniek". Hierbij is product uitwisselbaar met gebouw of bouwwerk. Met 'integraal' wordt bedoeld: "kijkend naar de belangrijkste milieuaspecten (materiaalgebruik, energie-inhoud, afval- en emissieproductie, en ruimtegebruik) en rekening houdend met de gehele levenscyclus en met alle betrokken actoren van het product (van grondstoffen winning tot en met afvalverwerking¹⁴)".

Duurzaam is een woord met (in het Nederlands) een dubbele betekenis. In deze studie wordt de betekenis van duurzaam die overeenkomt met 'sustainable' aangehouden, zoals toegelicht binnen de definitie van Brundtland van duurzame ontwikkeling ofwel sustainable development [WCED, 1987], met nadruk op de implicaties voor de gebouwde omgeving¹⁵. Het IUCN¹⁶ [IUCN/UNEP/WWF, 1991] voegt de volgende omschrijving toe aan de definitie van Brundtland: "het bevorderen van de kwaliteit van het menselijk bestaan binnen de draagkracht van de ondersteunende ecosystemen"¹⁷. Vermeld moet worden dat menselijke activiteiten momenteel al verantwoordelijk zijn voor meer dan een derde van de aardse ecosysteem productie [Foley et al., 2005].

Goodland [1987] probeert een koppeling te maken met economische ontwikkeling en beschrijft sustainable development als: "Verbetert de voordelen van de economische ontwikkeling, gericht op behouden van de opbrengsten en de kwaliteit van natuurlijke bronnen". Repetto [1986, p.15/16] beschrijft het als volgt: "huidige beslissingen zouden niet de leefstandaarden en de toekomstperspectieven moeten beperken; dit houdt in dat onze economische systemen zo beheerd moeten worden dat we op het dividend van onze bronnen kunnen voortleven".

Figuur 2.2

'Sustainable Building' vertalingen



Bovenstaande definities staan in tegenstelling tot de in de bouwwereld van oudsher gangbare (andere Nederlandse) definitie voor duurzaam, die overeenkomt met 'durable', ofwel: "weinig vergankelijk" en "geschikt om lang te bestaan, lang aanhoudend". Bij deze laatste definiëring betreft het dus een identificatie van het begrip tijd, terwijl sustainable streeft naar een zekere oneindigheid en tijdloosheid¹⁸. Juist dit tijdsaspect is van belang bij

de uitwerking van duurzame alternatieven¹⁹. Vandaar dat duurzaamheid ook flexibiliteit inhoudt, namelijk “de mogelijkheid dat de fysieke omgeving kan blijven voldoen aan veranderde behoeften in de gebruiks- en belevingswaarde zonder dat de fysieke omgeving vernieuwd hoeft te worden” [Hengeveld, 1993]²⁰.

Het onderzoek volgt de definitie van Brundtland, volgens ‘de proces- c.q. interactie-benadering’, aangevuld met de toegevoegde omschrijving door het IUCN en het door Goodland geïntroduceerde belang van de natuurlijke bronnen. Daarnaast wordt verder gebouwd op de Ecopolis strategie²¹ [Tjallingii, 1996] om zo het begrip duurzaamheid niet te verabsoluteren. Twee elementen zijn daarbij van belang, te weten ‘toekomstige generaties’ en ‘draagkracht van ecosystemen’:

- het eerste element geeft het belang van een langere tijdschaal aan [Jong, 1993a; Dam, 1993]. Voorheen waren we gewend onze tijdshorizon een tiental jaren na nu te stellen. Voor een echt duurzame aanpak dient de tijdshorizon verder te liggen, zo’n 50 tot 100 jaar (Figuur 2.3). Bij langzame processen dient zelfs gedacht te worden aan eeuwen [Beek, 1993].
- het tweede element geeft aan dat het gaat om meer dan alleen het kijken naar de aanwezigheid en te realiseren kwaliteit. Het handelen moet beschouwd worden in een ecologisch perspectief. Dit kan passief door ervoor te zorgen dat er geen negatieve ecologische gevolgen van het handelen ontstaan, maar ook actief, waarbij gedacht wordt aan maatregelen die gericht zijn op het herstellen van een ontstane slechte situatie of het stimuleren van natuurontwikkeling, ofwel het gebruikmaken van de groeikracht en herstelcapaciteit van de natuur, door middel van het scheppen van goede randvoorwaarden [Todd & Josephson, 1996; Röling, 2003]. Natuur is daarbij in het kort te omschrijven als “datgene wat zichzelf maakt en ordent”.

¹⁴ Esrey (Unicef) stelt dat afval in de natuur feitelijk niet bestaat, “afval bestaat alleen in onze hoofden; al het afval is voedsel voor een ander levend organisme” [Esrey, 2000]. Dit geldt natuurlijk niet voor enkele kunststoffen.

¹⁵ De ‘duurzame stad’ wordt daarbij omschreven als: “one that enhances the efficiency of land use within its territory, protects highly valued un-built land, biodiversity value and green areas from development and restores contaminated and derelict land (brownfield sites)” [Roaf & Viljoen, 2004].

¹⁶ I.U.C.N. in samenwerking met U.N.E.P. / W.W.F. : The World Conservation Union, United Nations Environment Programme, World Wide Fund for Nature.

¹⁷ In het verlengde van de definitie van duurzame ontwikkeling door

de Commissie Brundtland valt te stellen dat het duurzaam gebruik en duurzame ontwikkeling van het natuurlijk milieu inhoudt dat bij de winning van grondstoffen en energie en bij de productie en consumptie van goederen en energie, de reststromen van stoffen en warmte naar het ontvangende natuurlijk milieu zodanig gering dienen te zijn, dat het natuurlijk milieu zichzelf in stand weet te houden.

¹⁸ De vertaling van sustainable zoals men deze gebruikt in Zuid-Afrika is in dit kader wellicht beter: ‘volhoudbaar’.

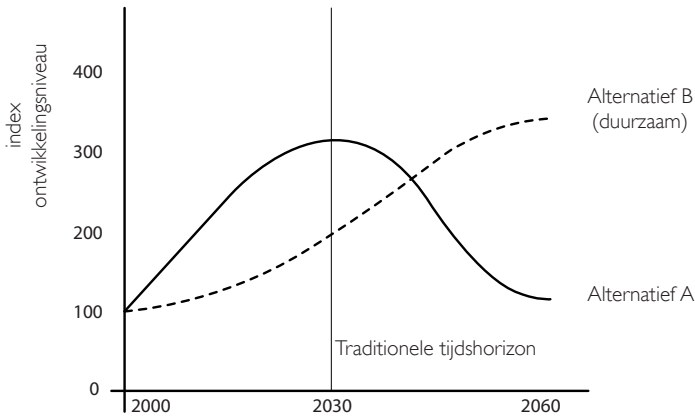
¹⁹ Volgens Thomas Friedman is in de geglobaliseerde wereld niet langer de afstand bepalend maar de dimensie tijd [Moet et al., 2005].

²⁰ Flexibiliteit kent in het geval van gebouwen globaal vijf verschillende manieren van invulling (of definië-

ring), te weten: aanpasbaarheid, uitbreidbaarheid, herinrichtbaarheid, multifunctionaliteit en (soms) demontabiliteit.

²¹ De Ecopolis strategie is binnen de EVSO (ecologisch verantwoorde stedelijke ontwikkeling) de integrale aanpak waarbij elk ontwerp wordt bepaald door het gebruiksproces van de mensen, dieren en planten en is er op gericht om de natuurlijke omgeving zo veel mogelijk te besparen en tegelijkertijd de levenskwaliteit, verantwoordelijkheid en bewustwording van de gebruikers te vergroten [Tjallingii, 1990].

Figuur 2.3
De tijdshorizon



Kringlopen vormen de belangrijkste voorwaarde voor het ontstaan van stabiliteit in de natuur. Zo is het leven gekenmerkt door een kringloop van de stof, gecombineerd met een stroom van de energie, die als zonlicht binnenkomt en ondermeer als straling weer verdwijnt²². Bij een gesloten systeem kan massa niet buiten zijn grenzen treden. Energie kan in principe wel buiten de systeemgrenzen treden²³.

Een kringloop kan onderdeel uitmaken van een ecosysteem of van meerdere ecosystemen. Over het algemeen worden ecosystemen gedefinieerd als onderdelen of gebieden die in meer of mindere mate geïsoleerd het eigen evenwicht in stand kunnen houden, waarbij ze altijd open staan voor invloeden van buitenaf²⁴.

Binnen deze studie worden ecosystemen beschouwd als natuurlijk onderdeel binnen technische systemen (zijnde gebouwen, wijken of steden), die op hun beurt weer een element (onderdeel) vormen binnen grotere ecosystemen. De wederzijdse interactie tussen geïntegreerde ecosystemen en ecosystemen waarbinnen het gecreëerde technische systeem functioneert vormt de basis van het onderzoek.

‘Duurzame ontwikkeling’ wordt pas echt bereikt als de stofstromen gesloten kunnen worden en de kringloop zonder al te veel kunstgrepen, energie- en andere verliezen beheerd kan worden. Drie mogelijke technieken of methodes zijn daartoe voorhanden. Allereerst het via modellering bekijken hoe de stofstromen plaats vinden: welke stoffen komen waar vandaan, gaan waar naar toe en wat gebeurt er onderweg? Daarnaast het kijken naar de effecten van de verschillende stoffen binnen de verschillende ecosystemen en het trachten de effecten binnen verschillende omgevingscondities te voorspellen. Tot slot voorspellingen doen aan de hand van empirische relaties tussen eco-populaties, vegetatie en a-biotische parameters in vergelijkbare omstandigheden. Zoals gesteld beschouwt het onderzoek de ecosystemen slechts zijdelings, en beperkt zich tot de aspecten die betrekking hebben op de ruimtelijke ordening en de schaalniveaus kleiner dan de mondiale schaal.

Het begrip ruimtelijke ordening wordt wel gedefinieerd als “het bewust interveniëren in de ruimte via fysieke maatregelen en regelgeving, ten einde de ruimtelijke kwaliteiten te behouden, te maken of te verbeteren”²⁵ [Voogd, 1992].

Deze studie volgt de definitie van de Commissie Van Veen [1971], die het binnen een maatschappelijk kader plaatst: “het zoeken naar en het tot stand brengen van de best denkbare wederkerige aanpassing van ruimte en samenleving, zulks ter wille van die samenleving”²⁶. Hierbij speelt het ‘algemeen nut’ of ‘algemeen belang’.

Nut is een aspect dat bij de verschillende netwerken speelt. Het nut wordt in relatie tot de diverse netwerken omschreven als “een situatie waarin een vaste, ‘onvervangbare’ organisatie, daartoe aangewezen door wetgever of bestuur, belast is met het verrichten van publieke taken [Künneke et al., 2001]. Met betrekking tot diverse stromen en bijbehorende netwerken wordt gesproken van nutstaken. Nutstaken zijn publieke taken die om uiteenlopende redenen (zoals marktfalen, politieke wenselijkheid) niet door autonoom gedrag van actoren op markten tot stand komen” [Künneke et al., 2001]. Onder publieke taken zijn te verstaan de activiteiten die het algemeen belang dienen.

Figuur 2.4

Manhattan als afgeschermd micro-klimaat



Het doel van het laatste (ontwerpde) deel van deze studie heeft betrekking op het vertalen van de antwoorden aangaande de hoofdonderzoeksvraag naar een strategie en naar een voorbeeld uitwerking van deze strategie in een ruimtelijk planconcept.

²² Binnen het voorbeeld van de aardse atmosfeer (waar binnen dit leven wordt gedefinieerd) is er dus geen sprake van een (grote) energie kringloop. De zon wordt gedefinieerd als eindeloze bron (geschat op 5 miljard jaar) van (alle) energie. De zonne-energiestroom bereikt het aardoppervlak voornamelijk als straling, en verlaat het aardoppervlak weer door reflectie (ca. 10%), stralingsuitwisseling met de atmosfeer (ca. 30%), en warmteoverdracht, waar onder verdamping (ca. 60%). Slechts ca. 0,5% wordt chemisch opgeslagen in planten [Jong et al., 2001].

²³ Dit gebeurt bijvoorbeeld door middel van omzetting in warmte.

²⁴ Sommige auteurs stellen dat steden (of zelfs gebouwen) gelijk gesteld kunnen worden aan ecosystemen. Dit gebeurt vanuit de beperkte definitie dat het “duidelijk gedefinieerde gebieden/plekken zijn waar verschillende soorten, invloed uitoefenend op elkaar samenleven en evolueren” [Hinte et al., 2003].

²⁵ In de Oriënteringsnota is het gestelde basisdoel van ruimtelijke ordening: “het bevorderen van zodanige ruimtelijke en ecologische condities dat •de wezenlijke stre-

vingen van individuen en groepen in de samenleving zoveel mogelijk tot hun recht komen; •de diversiteit, samenhang en duurzaamheid van het fysisch milieu zo goed mogelijk worden gewaarborgd” [Ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening, 1979, p.95; Voogd, 1987].

²⁶ Het streven naar een zo eerlijk en redelijk mogelijke verdeling van de ruimte [Hajema, 1982]. Eerlijk en redelijk zijn hierbij moeilijk te definiëren, maar worden vaak in verband gebracht met algemeen belang, of –nut (zie later in deze paragraaf).

Een ruimtelijk (plan)concept wordt gedefinieerd als: “een ruimtelijk planconcept geeft in kernachtige vorm, via woord en via beeld, uitdrukking aan de wijze waarop een planactor aankijkt tegen de gewenste ontwikkeling van de ruimtelijke inrichting, alsmede de aard van interventies die noodzakelijk worden geacht”²⁷ [Zonneveld, 1991].

In het onderzoek wordt het als voorbeeld te ontwikkelen ruimtelijk (plan)concept gezien als een bouwsteen binnen een veranderingsproces. Hierbij wordt bouwsteen gedefinieerd als [Timmeren, 1999a]: “een onderdeel bestaande uit vormgegeven processen op een bepaald schaalniveau, met als doel tezamen met andere onderdelen kwalitatieve en kwantitatieve verbeteringen voor die processen te genereren op een hoger schaalniveau, waarbij de meerwaarde groter is, ofwel synergie²⁸ optreedt”. De bouwsteen wordt als instrument gezien om een vergaand alternatief of systeeminnovatie²⁹ van onderaf te faciliteren. Een systeeminnovatie wordt in het kader van deze studie genoemd ‘een gewijzigde rangschikking van het systeem³⁰ om op een meer duurzame wijze aan de (fundamentele) behoeften te voldoen’.

Het is van belang lokaal sociale- en institutionele determinanten van deze vorm van aanpassing te ontwikkelen. Deze determinanten worden gekenmerkt door een verdergaande decentraliteit³¹.

In het kader van deze studie wordt hiervoor de naam Sustainable Implant (afgekort S.I.) geïntroduceerd. Hieronder te verstaan ‘een “eco-device” dat als bouwsteen de zo groot mogelijke verduurzaming van de verschillende stromen koppelt. De ‘device’ heeft als doel deze stromen milieubewust en volhoudbaar mogelijk kort te sluiten.

Binnen de definitie van de S.I. wordt onder een “eco-device” verstaan [Leeuwen, 1973; Timmeren, 1999a]: “een autarkisch (plan)concept of -voorziening”, waarbij ‘autarkisch’ wordt gedefinieerd volgens de beperkte-, en ecologische interpretatie van autarkische systemen: systemen die gesloten zijn qua materie en energie, met uitzondering van de continue stroom van zonne-energie³².

Autarkie wordt vanwege de veelomvattendheid vaak in verband gebracht met (ecologisch) holisme. Het begrip autonomie wordt binnen dit beperkte kader veelal uitwisselbaar gebruikt met autarkie. Autonomie geldt echter niet als substituuut.

Bij autonome concepten in de milieutechniek en de bouw gaat het (vooral) om een autarkisch streven op deelaspecten. Autonomie wordt daarbij tegenover Heteronomie³³ gesteld: “dat het individu zich door een instantie buiten hem de maatstaven voor zijn handelen en (be)oordelen ziet opgelegd”³⁴ [Oosthoek, 1976].

Het onderzoek beperkt zich tot de belangrijkste aan milieueffecten gerelateerde stromen³⁵, zijnde energie en sanitatie, neerkomend op energie, (afval)water en afval(materiaal). In eerste instantie wordt geprobeerd deze stromen kwantitatief te verkleinen en kwalitatief te scheiden. Dit kwantitatief verkleinen wordt veelal aangeduid met ‘besparen’, zoals dat het geval is bij ‘energiebesparing’.

Volgens de eerste hoofdwet van de thermodynamica “kan energie niet uit het niets ontstaan en ook niet verloren gaan”³⁶. Dit is dan ook de reden waarom het principiële onjuist is om van energiebesparing te spreken. Energie kan immers volgens de eerste hoofdwet ‘verbruikt’ noch ‘bespaard’ worden [Latzko, 1987; Brezet, 1994].

Energieverbruik is te definiëren als “de exergie-verlaging van in de primaire energiedrager opgeslagen energie ten gevolge van omzetting in warmte, arbeid of chemische energie door menselijke activiteiten” [Latzko, 1987; Brezet, 1994].

Exergie gaat altijd uit van omkeerbare processen. Exergie komt voort uit de tweede wet van de thermodynamica, en wordt op verschillende manieren geformuleerd³⁷.

Met hoogwaardige energie is kort samengevat meer arbeid te verrichten dan met laagwaardige energie³⁸. Exergie is te omschrijven als “de kwaliteit van energie”³⁹ [Kristinsson et al., 1997a].

²⁷ Bahrdr [1974] legt de nadruk op de verwevenheid van sociale interactie bij de ruimtelijke omgeving: “we kunnen niet van een ruimtelijke en sociale omgeving spreken, maar we moeten het over één omgeving hebben, die tegelijk ruimtelijk en sociaal is, waarbij het elkaar duidelijk maken van het sociale en het ruimtelijke op vele lagen kan plaats vinden”.

²⁸ Synergie (populair vertaald als $1+1=3$) is te omschrijven als ‘doelvervlechting’. Richard Buckminster koppelde het aan het woord ‘Dymaxion’. Hij refereert al aan het begin van de 20e eeuw aan “een duurzaam voorwerp van welke de prestatie de grootst mogelijke efficiency bezit, gerealiseerd met de nieuwste technologie” [Kurstjens, 1998], en is een samenstelling van Dynamism, Maximum en Lons. Dymaxion is een icoon geworden voor de visie van Buckminster Fuller, die rekening hield met energieverbruik, bevolkingsgroei en de invloed daarvan op de wereld en de ecologie.

²⁹ Zie ook hoofdstuk 1.2.2, de positionering van dit onderzoek binnen de BCS-ladder.

³⁰ Deze rangschikking kan bestaan uit technologische innovaties, maar ook uit het opnemen van nieuwe elementen binnen een systeem (groepering) en of –geometrie.

³¹ Eén van de problemen bij systeeminnovaties is dat relatief veel zaken tegelijkertijd veranderd (moe-ten) worden, hetgeen vaak moeilijk op een gestructureerde en geplande wijze gedaan kan worden. Vooral uit oogpunt van de individuele actoren wordt het proces daarbij ervaren als chaotisch. Achtergrond van de noodzakelijke (systeem)innovatie is vaak dat het bestaande systeem op een bepaalde manier onder druk staat (variërend van qua duurzaamheid, economisch- en/of technologische efficiency, etc.). Bij een systeem dat onder druk staat vormen aanwezige actoren vaak allianties

die op zoek gaan naar oplossingen om gestelde problemen op te lossen. Hierbij worden (nieuwe) netwerken opgezet, die soms zelfs de begrenzing van het systeem (of het vakgebied) kunnen overstijgen, en daarmee in feite een nieuw systeem scheppen [Vergragt, 1999].

³² De aarde (in zijn totaliteit) valt binnen het kader van deze definiëring. Daarnaast zijn er enkele eilanden in de Stille Oceaan die als autarkisch te beschouwen zijn. Als gevolg van informatiestromen en de mobiliteit van mensen worden autarkische systemen op den duur altijd ondermijnd. Van belang is het principe dat alle biologische systemen in principe open zijn voor energie en materie [Krippendorff, 1986].

³³ Heteronomie wordt (net als autonomie) binnen verschillende aandachtsgebieden gebruikt (filosofie, theologie, sociologie, pedagogie en politicologie). De filosoof/theoloog Romano Guardini introduceerde i.v.m. het spanningsveld tussen heteronomie en autonomie voor ‘natuurlijke heteronomie’ het van het Franse woord ‘vreemd’ afgeleide begrip ‘Allonomie’ als alternatief voor heteronomie [Gerl-Falkovitz & Guardini, 2005].

³⁴ Vele auteurs (binnen de filosofie) ontkennen de tegenstelling autonomie en heteronomie, waarbij heteronomie zelfverraad van de mens zou betekenen. Zo verbindt G. Heymans ze, door in een autonoom verantwoordelijkheidsbesef heteronome bepaaldheid te aanvaarden. Een tot het uiterste doorgevoerde uitbanning van de heteronomie is de conceptie van vrijheid in de existentiële filosofie: Immanuel Kant is de grote bestrijder geweest van heteronomie in de moraal. Toch schuilt ook in zijn opvattingen nog een stuk heteronomie [Oosthoek, 1976].

³⁵ Onder stromen worden verstaan ‘al de te kwantificeren producten die nodig zijn voor processen of een afvalproduct zijn van die processen’ [Timmeren, 1999a].

³⁶ De hoeveelheid energie wordt ook wel enthalpie genoemd. De grootheid entropie is daarbij van belang: bij energie komt dit (altijd) neer op een verandering lage naar een hoge entropie, of anders geformuleerd er is geen proces mogelijk die als resultaat heeft de overdracht van warmte van een kouder naar een warmer lichaam, noch een proces dat als enige resultaat heeft de complete omzetting van warmte in energie.

³⁷ De 2e wet van de thermodynamica komt neer op het volgende: “Warmte stroomt van hoog naar laag, maar niet omgekeerd, tenzij je er arbeid aan toevoegt.”; of: “Uit warmte kun je arbeid halen en dat gaat des te beter naarmate de temperatuur hoger is.”; of: “Als de temperatuur van de warmte eenmaal gezakt is naar de omgevingstemperatuur, is het onmogelijk om daar nog arbeid uit te halen” [Brezet, 1994; Koornneef & Timmeren, 2002].

³⁸ Bij het bepalen van de hoeveelheid exergie wordt naar de omgeving gekeken en naar de drager van de energie (datgene dat de energie op één plek houdt, vanwaar het zich kan verspreiden). Exergie kan ingedeeld worden naar fysieke exergie (verandering in temperatuur, ofwel thermische exergie; verandering in druk, ofwel dynamische exergie; en verandering in concentratie) en chemische exergie (geassocieerd met chemische composities van een materie).

³⁹ Een kwaliteitsaspect is bijvoorbeeld de energiedichtheid. De energiedichtheid van duurzame energie is klein ten opzichte van de energiedichtheid van fossiele energie. De energiedichtheid van zonne-energie, zowel directe zonne-energie als windenergie is in de orde van 150 W/m^2 , terwijl de verbrandingsmotor die voorin een vrachtauto staat op een oppervlak van ca. 1 m^2 een vermogen heeft van 150 kW , ofwel een factor 1000 [Kouffeld, 1999].

Voor de waterstromen geldt het kwaliteitsaspect in zekere mate ook. Water wordt door Kristinsson omschreven als “de drager van leven” [1995c]. Water dient altijd van schoon naar vuil te stromen. Verder geldt dat, sinds de introductie van technieken en systemen die uitgaan van verschillende waterkwaliteiten⁴⁰, in tegenstelling tot energiebesparing wel van waterbesparing gesproken kan worden, mits de kwaliteit van het water benoemd wordt. Men dient dan bijvoorbeeld te spreken van drinkwaterbesparing, grijswaterbesparing, huishoudwaterbesparing of zwartwaterbesparing⁴¹.

Drinkwater en afvalwater staan binnen de waterkringloop in een onverbreekelijke relatie tot elkaar. De ‘stedelijke waterkringloop’ wordt als kringloop benoemd, maar is geen (gesloten) kringloop, maar een onderdeel van grotere kringlopen. Drinkwater en afvalwater vormen de elementen van de zogenaamde ‘kleine hydrologische kringloop’ binnen de ‘grote hydrologische kringloop’ van verdamping, neerslag en afvoer via grondwater en oppervlaktewater⁴². De door mensen gecreëerde kleine hydrologische kringloop omvat dat deel van het grondwater en oppervlaktewater, dat na kunstmatige onttrekking bereid wordt tot en gedistribueerd wordt als drinkwater, om vervolgens als gezuiverd afvalwater, direct of indirect, weer in het grond- of oppervlaktewater te worden teruggevoerd. Deze kleine hydrologische ‘kringloop’ kan vele malen na elkaar worden herhaald, maar is zuiver beschouwd niet als echte kringloop te benoemen⁴³.

De waterhuishouding is een van de belangrijkste infrastructuursystemen van Nederland en daarnaast een belangrijk element in natuur, landschap en leefomgeving. Sinds het einde van de 20e eeuw is het beleid met betrekking tot water integraal van karakter. Integraal waterbeheer wordt gedefinieerd als “het samenhangend beleid en beheer dat de verschillende overheidsorganen met strategische taken en beheerstaken op het gebied van waterbeheer voeren in het perspectief van de watersysteembenadering” [Hengeveld, 1993, p.35].

In plaats van de vroegere strijd tegen het water wordt gezocht naar een duurzame omgang met het water⁴⁴ [Kwaadsteniet et al., 2000]. Bij de introductie van dit begrip (in de nw3)⁴⁵ op basis van ondermeer een in 1985 gepubliceerde beleidsnotitie (‘Omgaan met water’) wordt de essentie van het integrale vertaald in twee richtingen: allereerst dat de aandacht niet alleen op het water zelf is gericht maar ook op de relevante omgeving en de conditionering van gebieden uit ecologisch oogpunt, en betreft het de interne integratie (beheertechisch). Onderkent wordt dat de externe functionele samenhang met andere beleidsterreinen essentieel is. Dit is te vertalen naar:

1. het zoveel mogelijk gesloten houden van stofstromen,
2. het voorkomen van het ‘opjagen’ van de omloopsnelheid van water (daar waar mogelijk) binnen de grote hydrologische kringloop,
3. het in stand houden van het karakter van water.

Afvalwater gerelateerde aspecten worden vaak binnen een breder kader van afvalbeheer geplaatst. Gesproken wordt van ‘sanitatie-systemen’ (naar het franse sanitaire ofwel ‘de gezondheid’ of ‘de gezondheidsleer’) als de systemen betrekking hebben op de stromen waar gezondheidsaspecten aan de orde zijn. Binnen het aandachtsgebied ‘water’ stelt het Wageningse Instituut voor Milieu- en Klimaatonderzoek dat een sanitatiesysteem omvat: “het geheel van de waterketen: drinkwaterwinning, -bereiding, -distributie en gebruik, regenwateropvang en gebruik, toilet- en watergebruiksvoorzieningen in de woning, afvalinzameling, -transport en behandeling, lozing en/of storten/hergebruik” [WIMEK, 1996].

Volgens Winblad [2000] houdt ‘ecologisch’ binnen de veel gebruikte benaming ecologische sanitatie in:

1. voorkomen van vervuiling,
2. vernietigen van pathogene organismen, en
3. het recyclen van menselijke afscheidingen als nutriënten⁴⁶.

Voor deze studie wordt, in verband met het belang van het organische deel van het vaste afval de algemene definitie van sanitatie aangehouden: afvalwatersystemen en vast afval. De sanitatie-deelstroom 'afval' wordt omschreven als die stoffen of materialen die naast een of meer producten uit een productieproces of na consumptie resteren en die onder de geldende marktomstandigheden geen marktwaarde hebben [Boersema et al., 1989; Weenen, 1984]. Inmiddels is afval feitelijk een product, omdat het een belangrijke marktwaarde heeft gekregen en is sprake van markten op regionaal, nationaal en internationaal niveau.

De milieuaspecten van de waterstroom, en in mindere mate de energie- stroom, worden voor een belangrijk deel gekoppeld aan gezondheids- en veiligheidsaspecten. De World Health Organisation (w.h.o.) hanteert al sinds haar oprichting in 1948 de volgende definitie: "gezondheid is een toestand van algeheel lichamelijk, geestelijk en sociaal welbevinden en niet alleen de afwezigheid van ziekte of invaliditeit" [Cosijn, 1992].

Bij de waterstroom ontstaan gezondheidsproblemen vooral bij de afvalwaterstroom als gevolg van de e-coli bacterie⁴⁷ en mogelijke farmaceutische sporen.

Bij de toevoerwaterstroom (bij zowel de drink- als huishoudkwaliteit) liggen de gevaren vooral bij legionella besmettingen en al dan niet met opzet van buitenaf toegevoegde vervuilingen.

Bij de energiestroom betreft het gezondheidseffecten als gevolg van magnetische- en radioactieve straling naast directe kortsluiting of verbranding door aanraken [Townshend, 1996; Friedeman, 2002].

Haas [1997] onderscheidt naast de gangbare definitie van het w.h.o. ook nog een natuurwetenschappelijke- en bouwkundige opvatting van gezondheid. Bij de laatste legt hij de nadruk meer op de gezondheidseffecten van de verschillende bouwmaterialen dan op die als gevolg van de 'stromen'.

⁴⁰ Gerrit Komrij onderscheidt in de poëziebloemlezing 'Water' de variëteiten: hemelwater, landwater en mensenwater.

⁴¹ Waterkwaliteiten: in bijlage I is de samenstelling van de verschillende waterkwaliteiten omschreven. In bijlage II staan de gemiddelde stroomgroottes in Nederland.

⁴² Volgens Wiggers [1990] was Leonardo da Vinci degene die 1400 jaar na Frontinus (een Romeinse geleerde die ten tijde van het Romeinse rijk meerdere handboeken schreef over de (Romeinse) riolering(stechniek) en z'n tijd ver vooruit was) via de definitie van het begrip 'continuïteit' de grondslag legde voor de beschouwingen over de hydrologische kringloop. Pas in

1723 werd het hydrologische systeem van de aarde beschreven op de wijze waarop wij het nog steeds kennen. Het aardse deel van de grote hydrologische kringloop wordt ook wel onderverdeeld in vier stadia: bronnen, stromen, plassen en zeeën [Moore, 1994].

⁴³ Een hedendaags probleem dat gerelateerd is aan dit principe, is de ongewenste accumulatie van milieuvreemde stoffen.

⁴⁴ De vijf hoofdlijnen van integraal waterbeheer betreffen: (1) de bescherming tegen overstroming in verband met veiligheid en leefbaarheid; (2) de bescherming tegen verontreiniging in verband met maatschappelijke en ecologische wensen; (3) de inrichting van water-

systemen voor maatschappelijke en ecologische doelstellingen; (4) een afgewogen gebruik van water en watersystemen; en (5) de organisatie van het integraal waterbeheer en de te gebruiken wettelijke en financiële instrumenten [Jong, 1993a].

⁴⁵ Derde Nota Waterhuishouding [1989].

⁴⁶ Lettinga [1997] beperkt dit enigszins en stelt dat een goede sanitatie enerzijds betekent de voorziening van een voldoende hoeveelheid van kwalitatief voldoende drinkwater, anderzijds: een goede inzameling en behandeling van afvalwater en vaste afvalstoffen.

⁴⁷ Afkorting voor de *Escherichia coli* bacterie.

Om een bouw materiaal gezond te kunnen noemen moet het voldoen aan drie voorwaarden [Haas, 1992]:

1. emissies; het materiaal moet vrij zijn van voor de gezondheid schadelijke afscheidingen in vaste, vloeibare en gasvormige toestand;
2. ruimteklimaat; een natuurlijk ruimteklimaat mogelijk maken;
3. neutraal; het materiaal mag zich niet magnetisch of elektrostatisch kunnen opladen.

Indien aan alle drie de voorwaarden wordt voldaan kan worden gesproken van een gezond materiaal. Als slechts ten dele aan deze voorwaarden wordt voldaan betreft het in het gunstigste geval een neutraal materiaal, maar veelal een ziekmakend materiaal [Haas, 1997].

Binnen deze studie wordt getracht om buiten de verkokerde beleidsvelden om, geheel verschillende duurzaamheidsaspecten en vormen van infrastructuur⁴⁸ samen in beschouwing te nemen. Achtergrond is dat een systeem⁴⁹ beter begrepen kan worden in termen van onderdelen en de interacties daartussen⁵⁰ [Buchanan, 2002]. Het krijgt samenhang zowel van de krachten die de eigen elementen bijeenhouden, als van de dynamische samenhang van het grotere leefsysteem, dat het als een vast nagenoeg onveranderlijk deel insluit⁵¹ [Alexander, 1966].

In tegenstelling tot de veelal tot de traditionele infrastructuur beperkte definities gaat deze studie uit van de postindustriële en ‘onzichtbare’ infrastructuur. Infrastructuur betreft niet alleen de (fysieke) tracé-infrastructuur, maar omvat “alle goederen en diensten die maatschappelijke activiteiten faciliteren voor zover deze direct of indirect ruimtelijke effecten met zich meebrengen”⁵² [Ruis, 1996]. Deze definitie wordt gevolgd. Onderdeel van het beheer van de technische infrastructuur is dat deze niet alleen bestaat uit fysieke infrastructuur, maar dat beheer een integraal deel uitmaakt van de infrastructuur. Gevolg van een dergelijk brede definiëring is wel dat, net als bij duurzaamheid (zie proloog), het begrip infrastructuur als ‘containerbegrip’ gebruikt lijkt te worden.

Bij de ontwikkeling van het instrument als vereenvoudigde vorm van ‘(Advanced) Life Support System’ (ALS) wordt deze definitie van technische infrastructuur in deze studie verder opgesplitst volgens de definiëring: “infrastructure is everything necessary to operate the life support equipment that is not otherwise specifically defined elsewhere as a component of the life support system”⁵³ [Hanford & Ewert, 2002].

Algemeen gesteld kan stedelijke infrastructuur opgesplitst worden in twee hoofdcategorieën: technische- en sociale infrastructuur [Cost, 1997]. De integrale benadering van verschillende vormen van infrastructuur wordt bereikt door het onderzoek te richten op de behoeften en doelstellingen die een individu of de maatschappij via infrastructuur hoopt te realiseren. Gekeken wordt naar de aan de eerste levensbehoeften gerelateerde technische infrastructuur. In dit kader spreekt men van technische infrastructuur. Een onderscheid wordt gemaakt in subsystemen en externe interfaces. Met subsystemen worden de aan de verschillende technische netwerken gelieerde oplossingen betreffende de stromen (afval)water, energie en afval(materiaal) bedoeld. Met de externe interfaces worden de voorwaardelijke systemen voor functioneren bedoeld: verwarming c.q. koeling, elektrische voeding, zgn. ‘Integrated Control’ (inclusief communicatie) en accommodatie. Gesproken wordt van de netwerksectoren, waarbij men de sectoren aanduidt die via een infrastructuur (dagelijkse) producten en diensten leveren⁵⁴. De technische infrastructuur omvat onder de noemer ‘externe interfaces’ ook de gebouwen benodigd voor de aan de stromen gelieerde processen, zoals de gebouwen voor afval(water)behandeling, energieproductie installaties, transmissie stations. Maar ook

de 'groene' infrastructuur (parken, tuinen, oppervlaktewater en andere aan groen of water gerelateerde stedelijke ruimten)⁵⁵. Met sociale stedelijke infrastructuur worden de gebouwen en systemen voor verschillende private en publieke services benoemd [Cost, 1997]. Zowel de sociale- als de technische infrastructuur kunnen daarnaast organisaties omvatten die de netwerken en andere fysieke structuren creëren en de processen besturen.

In de literatuur wordt gesproken over moderne infrastructuur. Hieronder is ondermeer te verstaan "het onzichtbare verbinding- en communicatienetwerk van lijnen, golven en elektronische snelwegen" [Ruis, 1996], terwijl met 'zachte' infrastructuur vooral de organisatie en besturing van 'ketens' wordt bedoeld [CROW, 1996].

Binnen de (technische) infrastructuur wordt per sector gesproken van (logistieke) ketens, waaronder de aaneenschakeling (opeenvolgend of gelijktijdig) van alle voortbrenging-, vervoer- en distributie-processen wordt verstaan van (grond)stoffen (bronnen) via verschalingsstappen tot consumptie, alsmede de retourbehandeling en terugbrenging in de natuurlijke ecosystemen (putten) van deze al dan niet geconsumeerde stofstromen⁵⁶.

De verschillende logistieke ketens tezamen vormen 'logistieke netwerken' die vaak een eigen dynamiek en structuur hebben, beïnvloed door de krachtvelden technologie, consumentengedrag, sociaal maatschappelijke constellatie en leefbaarheid & duurzaamheid [CROW, 1996]. Alle elementen die een onderdeel vormen van deze logistieke ketens hebben hun eigen zogenaamde levenscyclus of 'life-cycle'. De verschillende analyseniveaus van de (maatschappelijke) behoeften en doelstellingen die aan de fysieke netwerken van de logistieke ketens, ofwel de (technische) infrastructuur ten grondslag liggen zijn met de nieuw geïntroduceerde term 'suprastructuur' te omschrijven⁵⁷ [Ruis, 1996].

Bij het nemen van besluiten over veranderingen van, of uitbreidingen op de (technische) infrastructuur is deze besluitvorming als optimaal te omschrijven in het streven naar een zo goed mogelijke koppeling tussen suprastructuur (planning⁵⁸) en infrastructuur (beheer). Hierbij bestaat zogenaamde 'Forecasting causaliteit' en 'Backcasting causaliteit'.

⁴⁸ 'Infra' Latijns voor 'beneden' of 'onderliggend'. Indien gecombineerd gebruikt (zoals infrastructuur) 'infra dignitatem' 'bij verkorting'.

⁴⁹ Systeem wordt gedefinieerd als verzameling van elementen, waarbij de elementen van een verzameling bij elkaar horen omdat zij samenwerken of op een andere manier samen functioneren [Alexander, 1966].

⁵⁰ Dit voorkomt mogelijke nadelen van het 'reductionalisme': het terugbrengen van een complex systeem (werkelijkheid of theorie) tot een versimpelde, in termen van de 'geïsoleerde onderdelen' [The Concise Oxford Dictionary].

⁵¹ Een systeem omvat de rangschikking van technologieën en ondersteunende organisatorische, economische, kennis en culturele structuren voor de vervulling van een bepaalde (fundamentele) behoefte. Om een systeem te veranderen zal het, gezien het complexe en integrale karakter, noodzakelijk zijn

dat ruimte voor experimenten gecreëerd wordt [Vergragt, 1999].

⁵² Infrastructuur wordt tamelijk breed gedefinieerd. Infrastructuur is volgens deze definitie dan ook onder te verdelen in verschillende deelgroepen. Deze zijn weergegeven in Bijlage III.

⁵³ Buiten deze definitie valt bepaalde infrastructuur die, hoewel van vitaal belang voor het succesvol functioneren van het gehele systeem, een geringe of te verwaarlozen impact heeft op de belangrijkste focus binnen deze studie (de verschillende subsystemen binnen de integrale verduurzaming), zoals data en communicatie infrastructuur.

⁵⁴ Naast elektriciteit, gas, drinkwater, afval(water)inzameling betreft dit postverzending, telefonie, internet, t.v. & radio en openbaar vervoer (bus, spoor, luchthavens) [Plug, 2002].

⁵⁵ De groene (stedelijke) infrastructuur is een belangrijk stedelijk

element dat mogelijkheden biedt voor de integratie van technische en biologische systemen en voor bijvoorbeeld biologische of biotechnologische processen in de (afval)water behandeling, het afvalbeheer en dergelijke.

⁵⁶ Aan dergelijke fysieke (stof)stromen zijn andere stromen en/of netwerken gekoppeld zoals infrastructuur, commercie/financiën en data c.q. informatie.

⁵⁷ Het formuleren van deze maatschappelijke doelstellingen (suprastructuur) heeft niet enkel een politiek karakter. Vanuit de wetenschap kan door empirisch onderzoek, inventarisatie van huidige suprastructuren en backcasting van lange termijn ontwikkelingen, een bijdrage geleverd worden aan het optimaliseren van de suprastructuur naar bijvoorbeeld de duurzaamheidsaspecten.

⁵⁸ Onder planning wordt verstaan het ontwerpen en opzetten van een

Het koppelen van suprastructuur en infrastructuur is (eenvoudiger gesteld) dan uitgevoerd omdat er op het gebied van (technische) infrastructuur en technische systemen met betrekking tot de verschillende ketenonderdelen van de energie- en sanitiestromen sprake is van paradigma's. Een paradigma houdt in "het geheel van algemeen aanvaarde opvattingen en wetenschappelijke methoden in een bepaald tijdsgewricht, ofwel de in dat tijdsgewricht aanvaarde theorieën" ⁵⁹ [Kuhn, 1970]. De in veel publicaties aangevoerde en noodzakelijk geachte 'Paradigm shift' kan worden gedefinieerd als 'een radicale verandering van het geldende paradigma op een bepaald gebied', bijvoorbeeld een milieudrukreductie met een factor 20, ofwel een reductie tot 5% van het huidige.

2.2.2

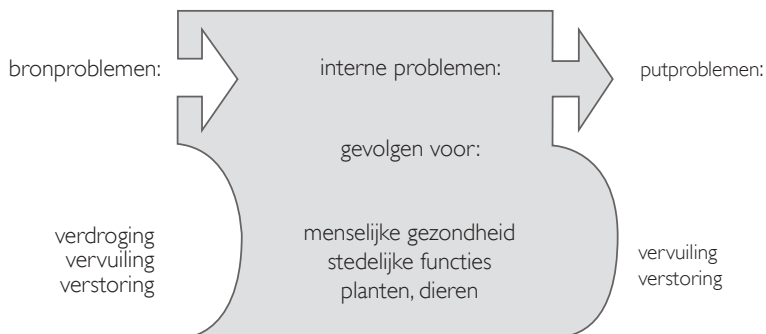
milieutechnische context

Zoals toegelicht volgt deze studie met betrekking tot de noodzakelijk geachte factor 20 milieudrukverlaging de dynamische uitwerking, die ook als 'interactie benadering' bekend staat. Op terrein van de milieugerelateerde 'stromen' biedt het beschouwen van een plan of gebied als omsloten systeem een uitgangspunt voor het kwantificeren én kwalificeren van veranderingen van deze stromen⁶⁰. Er valt een directe verbinding te maken tussen een milieuprobleem en de plaats (en indirect schaal) waar het moet worden opgelost: eerst beheersing van de bron, lukt dat niet dan 'source control', ofwel beheersing bij de bron, en pas in laatste instantie gebruik van 'end-of-pipe' technieken.

De milieukundige Van Leeuwen introduceerde in 1973 het 'eco-device model' met inkomende en uitgaande stromen⁶¹. Binnen de Factor 20 formule van Ehrlich en Speth kan de milieubelasting worden opgesplitst in de primaire milieubelastingen vervuiling, uitputting en aantasting, waaruit vervolgens de secundaire milieubelastingen⁶² kunnen worden afgeleid [Hendriks, 2001]. De SOM studiegroep⁶³ van de TU Delft koppelde de primaire milieubelastingen aan de in- en uitgaande stromen en de secundaire milieubelastingen aan het onderzochte systeem of gebied (Figuur 2.5) [Duijvestein, 1990, Tjallingii & Reh, 1989].

Figuur 2.5

Milieubelastingen in relatie tot Eco-device



Deze specificering vormt een mogelijke basis voor een meer systematische aanpak van de verschillende milieubelastingen⁶⁴. In principe dient de eco-device zoveel mogelijk een gesloten systeem te zijn, met geen- of minimale inkomende en uitgaande stromen. Indien er toch inkomende en uitgaande stromen zijn, dient het streven te zijn dat de 'verblijftijd' binnen het eco-device zo lang mogelijk is [Duijvestein, 2004].

Figuur 2.6

Structureringschema milieuaspecten

Milieuthema's		
1. Verandering klimaat 2. Verzuring 3. Verspreiding (emissies) 4. Verspilling 5. Verwijdering 6. Vermesting	Duurzaamheid toekomstige generaties	- <i>reducties</i> - <i>sluiten kringlopen</i>
7. Verstoring 8. Verspreiding 9. Vermesting	Leefbaarheid huidige generaties	- <i>milieuhygiëne</i> - <i>natuur en landschap</i> - <i>gezondheid</i>
10. Versnippering 11. Vernietiging 12. Verdroging 13. Verstoring 14. Vermesting	Oorspronkelijkheid integriteit natuur / landschap op zich	- (<i>niet om de mens</i>)

Er zijn verschillende pogingen gedaan om de begrippen ruimtelijke kwaliteit en milieukwaliteit met elkaar te verbinden (Figuur 2.6; Figuur 2.7). Achterliggende gedachte is dat vanuit de verschillende 'knelpunten' beter oplossingsrichtingen gegenereerd kunnen worden. De in Figuur 2.6 opgesomde milieuaspecten en de belangrijkste milieuproblemen (uitputting, verontreiniging, aantasting) kunnen op diverse schaalgroottes een rol spelen⁶⁵.

vervaardigingproces, maar ook het structureren van het uitvoeringsproces. Het ontwerpen zou gezien kunnen worden als het vormgeven van het uiteindelijke product dat idealiter het resultaat van het vervaardigingproces moet zijn.

⁵⁹ Een centraal paradigma komt bijvoorbeeld neer op een streven naar een ver(der)gaande vergroting van de schaal van toepassing of uitvoering van de systemen van één of meer specifieke deelgebieden (zie hoofdstuk 2.2 en hoofdstuk 2.4).

⁶⁰ Niet alleen natuurlijke- maar ook culturele bronnen. Uitgangspunt zou moeten zijn zich niet slechts op het instandhouden van de bronnen te richten, maar ook op de ontwikkelingspotenties te oriënteren [NAWO, 2001].

⁶¹ Ken Yeang definieert aan de hand

van de inkomende en uitgaande stromen 'ecological design'. Hij onderscheidt external interdependencies (external environment) en internal interdependencies (internal relations), met system inputs (external to internal) en system outputs (internal to external). "Ecological design must take into account these four components and their relations over time" [Yeang, 1999].

⁶² Dit zijn: (1) schade aan menselijke gezondheid; (2) schade aan de levensomstandigheden van dieren en planten; en (3) schade door functieverlies van bijvoorbeeld apparaten en gebouwen [Hendriks, 2001].

⁶³ Een in 1978 onder leiding van C.A.J. Duijvestein opgerichte studiegroep StadsOntwerp & Milieu (SOM) van studenten en docenten van de faculteit Bouwkunde aan de TU in Delft. De SOM groep ver-

zorgt onderwijs en verricht onderzoek op het gebied van duurzaamheid in de bouw.

⁶⁴ Van belang is te beseffen dat milieueffecten niet alleen negatief hoeven te zijn. Ook kunnen positieve effecten ontstaan die negatieve aspecten mogelijk kunnen compenseren [Hendriks, 2001; Lettinga, 1997]. Voorbeelden zijn de nutriënten in afval(water), pioniervegetatie op afvalbergen, mutatie van soorten op onverwachter plekken, et cetera.

⁶⁵ De uitputting van fossiele brandstoffen speelt bijvoorbeeld voornamelijk op mondiale schaal. Als je naar de specifieke stromen, of nog beknopter: de milieucapartimenten, kijkt geldt dat de hieraan gerelateerde duurzaamheidsknelpunten veelal een relatief lokaal karakter hebben [Bruggeman, 1995].

Figuur 2.7

Milieugebruiksruimte

MGR milieu- gebruiksruimte	Duurzaamheid		Toekomstwaarde
	Milieukwaliteit	<ul style="list-style-type: none"> - Leefbaarheid - Algemene Milieukwaliteit 	Gebruiks- en belevingswaarde
	<ul style="list-style-type: none"> - Integriteit - Specifieke Milieukwaliteit 		

Vanuit de Nederlandse overheid is 'duurzame ontwikkeling' uitgewerkt volgens de zogenaamde driestappen strategie⁶⁶, waarbij een volgorde in prioriteit van oplossingen gehanteerd wordt: (1) extensivering van het energiegebruik; (2) het sluiten van kringlopen van stoffen; en (3) het bevorderen van de kwaliteit/levensduur van producten.

De 'Ecopolis-' of 'Sandwichstrategie', als onderdeel van de Ecologisch Verantwoorde Stedelijke Ontwikkeling (EVSO) [Tjallingii, 1996], is een bruikbare strategie, die voortbouwt op deze driestappen strategie (zie hoofdstuk 1.2.2; Figuur 1.7). Ondanks een onderverdeling in vier ketens⁶⁷ richt de strategie zich sterk op water in de gebouwde omgeving. De conceptvisie van het RIZA⁶⁸ [Bruggeman, 1995] heeft in vergelijking met de EVSO een ander uitgangspunt met betrekking tot de omgang van water in de stad op de lange termijn. Het verschil is dat Bruggeman de water"kringloop" als zodanig niet als een gesloten kringloop definieert, maar als verschillende (gecreëerde) 'kleine kringlopen' die met elkaar verweven zijn, zoals nutriënten, energie, koolstof, metalen, en dergelijke. Het stedelijk deel is maar een onderdeel binnen de betreffende kringlopen. Deze visie wordt tot uitgangspunt genomen in dit onderzoek.

De duurzaamheidsdoelstelling is dan als volgt te stellen: het stedelijk systeem mag de omgeving niet uitputten of belasten. Het is in deze visie niet noodzakelijk dat het stedelijk systeem volledig autonoom is. Indien de gecreëerde 'kleine kringloop' echter niet op stedelijk niveau gesloten is, dienen stad en omgeving wel complementair te zijn om in combinatie de milieubelasting te minimaliseren⁶⁹. Van belang is om de strategie goed aan te laten sluiten op de verschillende fasen in het ontwikkelings- en bouwproces, gekoppeld aan de belangrijkste thema's voor duurzame ontwikkeling.

2.3

Ruimtelijke afbakening

2.3.1

begripsbepaling

Om verschillende technieken en concepten in te kunnen delen naar hun mogelijke schaal van toepassing moeten eerst de schalen vastgelegd worden. Een indeling is te maken op basis van afstanden, van het aantal inwoners, woningen, huishoudens⁷⁰, of op basis van een combinatie van deze tezamen met ruimtegebruik; ofwel dichtheden. Een metrieke indeling op afstanden (10 m, 100 m, 1000m, etc.) sluit aan bij de fysieke ruimte die systemen nodig heeft⁷¹. Daarnaast heeft een indeling op afstanden een directe relatie met transport en transmissieverliezen.

Een schaalindeling op basis van het aantal woningen is ook een mogelijke leidraad⁷².

Het aantal woningen geeft namelijk een meer directe relatie met bijv. het benodigd vermogen dat installaties moeten kunnen leveren⁷³. Toch wordt hoe langer hoe meer getwijfeld aan het trekken van een lijn in of rondom een gedefinieerd gebied, zoals bijvoorbeeld de stad. Reden is dat het voor een direct onderscheid zorgt tussen de ruimtelijke en de sociale structuur, tussen de boom-axioma en het halfrooster-axioma [Alexander, 1966]. Voor het beschouwen van de gehele structuur, en de mogelijke consequenties van het 'schaal-vrij' zijn van netwerken is het toch van belang om de verschillende schalen binnen de grootste schaal te definiëren. De ruimtelijke- en ecologische milieus manifesteren zich op verschillende schaalniveaus. Over het algemeen wordt de indeling in micro-, meso-, macro- en mega- schaalniveaus gemaakt.

Tabel 2.1

Gangbare onderverdeling schaalniveaus

Schaal	Bandbreedte	Oppervlak	Omschrijving
Micro	1 m - 1 km	1 m ² - 1 km ²	lokaal
Meso	1 km - 100 km	1 km ² - 100 km ²	regionaal
Macro	100 km - 10.000 km	100 km ² - 10.000 km ²	continentaal
Mega	> 10.000 km	> 10.000 km ²	globaal

Deze specificering vormt een mogelijke basis voor een meer systematische aanpak van de verschillende milieubelastingen⁷⁴. Per locatie zijn de oplossingen verschillend. Iedere locatie heeft zijn eigen problemen en oplossingspotenties. Voor het merendeel van deze aspecten geldt dat de maatvoering en inpassing doorslaggevend is voor de acceptatie door bewoners en daarmee indirect ook de uiteindelijke-, blijvende milieuwinst [Driessen, 1994].

⁶⁶ De drie stappen strategie is in 1989 door Kees Duijvestein ontwikkeld [Duijvestein, 1990] en vervolgens gebruikt binnen het ministerie van VROM en binnen de Novem (door Erik Lysen vertaald naar de Trias Energetica (of 'Trias Ecologica)).

⁶⁷ De strategie richt zich op 4 keuzes (water, energie, afval en verkeer) beschreven over verschillende schaalniveaus (gebouw, wijk, stad, regio, land). Het bestaat daarbij uit drie onderdelen: (a) bestaande systemen en milieuproblemen, (b) algemene strategie, en (c) bouwstenen voor de lange termijn.

⁶⁸ Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling.

⁶⁹ Als de één afbreekt, dient de ander op te bouwen. Als de één consumeert, dient de ander te produceren.

⁷⁰ Een huishouden wordt over het algemeen niet heel expliciet gedefinieerd aangezien mogelijke toekomstige situaties omvat moeten kunnen worden [Vergragt, 1999]. Ze zou het beste gedefinieerd kunnen worden als: 'alle activiteiten uitgevoerd door (nagenoeg altijd) de leden van een socio-economische eenheid voor het voldoen aan materiële behoeften en het creëren van materiële condities voor het voldoen aan niet materiële behoeften, met als doel om een bepaalde gewenste levensstandaard te bereiken en handhaven [Zuidberg, 1981]. Vanuit milieukundige achtergrond is deze definitie van belang omdat het de nadruk legt op de activiteiten die de leden van huishoudens ondernemen, en daarmee incorporeert het eenvoudiger alternatieven van een andere aard (bijvoorbeeld bepaalde vormen van dienstverlening die producten kunnen vervangen) [Uitdenbogerd et al., 1998].

⁷¹ Een grote windmolen moet voldoende afstand tot de omliggende bebouwing hebben (enkele nieuwe, decentrale concepten daargelaten). Ook voor een biogas installatie is een juridische zone rondom noodzakelijk, en voor een 'open' zwartwaterzuivering is een afscheiding vereist.

⁷² Afstand en aantal woningen hebben veel met elkaar te maken. De woningdichtheid zal daarom mede bepalend zijn voor de keuze van het type gebouw. Dichtheid en typologie zijn derhalve belangrijke variabelen.

⁷³ Veel installaties hebben een specifiek minimum of maximum vermogen waarbij ze werken. De toepasbaarheid van dergelijke installaties wordt bepaald door het aantal te bedienen woningen en niet direct door de afstand tot die woningen.

⁷⁴ Van belang is te beseffen dat milieueffecten niet alleen negatief hoeven te zijn. Ook kunnen positieve effecten ontstaan die negatieve aspecten mogelijk kunnen compenseren [Hendriks, 2001; Lettinga, 1997]. Voorbeelden zijn de nutriënten in afval(water), pioniervegetatie op afvalbergen, mutatie van soorten op onverwachte plekken, et cetera.

De vraag is of er een schaalniveau is waar de zogenaamde typische milieus het best tot hun recht komen⁷⁵. In 'A pattern image' worden voor de analyse van stedelijke typologieën vijf niveaus onderscheiden, die in een betere koppeling aan de ruimtelijke ordening voorzien: stad/regio; buurt/wijk; blok/complex; gebouw en unit⁷⁶ [Urhahn & Bobic, 2000]. Voor het opstellen van de zogenaamde ketenbouwstenen worden binnen dit onderzoek ook vijf niveaus onderkent, alleen verspringt het één niveau (de 'unit'-schaal wordt niet apart genoemd, regio en stad worden als apart benoemd): gebouw, wijk, stad, regio en land⁷⁷. De stedenbouwkundige ontwerpmethod 'milieudifferentiatie' van De Jong [1996a] onderscheidt ook vijf ontwerp-niveaus, die onderling ongeveer met een factor 3 verspringen⁷⁸. Deze indeling vormt een betere leidraad⁷⁹ voor een mogelijk onderscheid naar ontwerp-niveau gekoppeld aan een milieutypologie, omdat het een ontwerp-niveau benoemt tussen het gebouw en de wijk in⁸⁰.

Tabel 2.2

Onderverdeling schaalniveaus

Ontwerpniveau's	Fysieke vorm / Beleving	Typering
1: R = ~ 30 m / 100 m	woning / woongebouw	'individuele ruimte'
2: R = ~ 100 m / 300 m	ensemble / buurt (blok)	'semi-collectieve ruimte'
3 R = ~ 300 m / 1 km	(stads)wijk	'collectieve ruimte'
4 R = ~ 1 km / 3 km	stadsgebied	'bebouwde kom'
5 R = ~ 3 km / 10 km	stad & ommeland (context)	'stadslandschap'
6 R = ~ 10 km / 30 km	stedelijk netwerk	'landinrichting'
7 R = ~ 30 km ++	bovenregionaal / 'eu'regio	'ruimtelijke planning'

In eerste instantie zijn vijf ontwerp-niveaus te onderscheiden. De indeling gaat voorbij aan meer recente ontwikkelingen. Zo is de invloed van verstedelijking op bijvoorbeeld de grote hydrologische kringloop van belang. Steden zijn verbonden met andere steden en kleinere kernen. Dit gaat verder dan de bekende interactie met de zogeheten ommelanden, ofwel de 'regionale context'⁸¹. Er is sprake van stedelijke netwerken⁸² [Schrijnen, 2005]. Daarnaast krijgt het begrip 'regio' door de regionale clustering meer invulling op de bovenstedelijke-, en voor de kleine landen zelfs bovenlandelijke schaal⁸³.

In het kader van deze studie⁸⁴ worden daarom nog een zesde en zevende ontwerp-niveau onderkend. De introductie van deze ontwerp-niveaus, te weten het stedelijk netwerk en de (eu)regio⁸⁵ past in de indeling volgens stappen met een factor drie⁸⁶.

De indeling in zeven ontwerp-niveaus is te groeperen als het individuele- of lokale schaal-niveau (gebouw t/m ensemble), het lage schaalniveau (stadswijk t/m stadsgebied), het midden schaalniveau (stad) en het hoge schaalniveau (stedelijk netwerk t/m euregio).

De grenzen van elk van de te onderzoeken gebieden moeten worden vastgelegd, om per groep een ruimtelijke afbakening per schaalniveau te maken en deze te definiëren⁸⁷.

2.3.2

schaalgerelateerde ontwerpconsequenties

Het creëren van gunstige randvoorwaarden op de (hogere) schaalniveaus van de ruimtelijke ordening verhoogt vaak het rendement van maatregelen op woningniveau⁸⁸. Binnen het kader van de zeven onderkende ontwerp-niveaus komen ontwerpbeslissingen neer op het 'lokaliseren' of het 'inrichten'.

Lokaliseren is het vanuit een hoog schaalniveau maken van keuzes over een lager schaalniveau (topdown), terwijl het 'inrichten' (veelal) omgekeerd werkt (bottom-up). De zwakste schakel bepaalt in beide gevallen steeds de sterkte van de keten. Dit geldt tot op heden ook voor de technische infrastructuur op de verschillende schaalniveaus. Er is bij de schaalafbakening gekozen voor een fysieke, metrische verdeling, en niet voor een onder- of bovengrens, gekoppeld aan het aantal inwoners (equivalenten) omdat dit nog sterker een plaats- (of land)gebonden gegeven betreft.

Binnen de vele onderzoeken naar stedelijke typologieën [vergelijk Vrolijk & et al., 2003; Dooren & Harsema, 2000; Urhahn & Bobic, 2000; Girardet, 1999] worden ook dichtheden gekoppeld aan de typologie, en daarmee indirect aan de schaal. Er valt feitelijk gezien geen vaste (maximum) bebouwendichtheid te benoemen.

De Jong [1996a] benoemt wel een 'typische' onder- en bovengrens daar waar het de verschillende door hem onderkende schaalniveaus betreft (Tabel 2.3). Zo (onder)kent hij bijvoorbeeld op de schaal van het 'ensemble', die hij de 'vlek' noemt, een bovengrens van ca. 1000 inwoners en op die van de buurt van ca. 10.000 inwoners⁸⁹. Gestelde aantallen blijken boven de gemiddelde (en reële) aantallen uit de praktijk te liggen [Timmeren, 1999a]. Schertenleib [2000] komt tot een vergelijkbare schaalverdeling in het binnen het EAWAG⁹⁰ ontwikkelde model voor besluitvormingsprocessen bij de realisatie van sanitatiesystemen in ontwikkelingslanden.

⁷⁵ Dit schaalniveau is namelijk als 'complex' te typeren en tegelijkertijd goed te overzien [Urhahn & Bobic, 1994].

⁷⁶ Elke typologie is als gevolg van de reductie van informatie (schematiseren) begrensd in gebruik.

⁷⁷ Voor de indeling is het aspect van de beherende organisaties als leidraad gehanteerd.

⁷⁸ Het is moeilijk, zo niet onmogelijk om een algemeen geldende metrische onderverdeling te maken. De gehanteerde onderverdeling is gebaseerd op de combinatie van meerdere publicaties [Vrolijk & et al., 2003; Dooren & Harsema, 2000; Urhahn & Bobic, 2000; Girardet, 1999; Jong, 1996a; Tjallingii, 1996], met als gemeenschappelijke noemer de Nederlandse context.

⁷⁹ Het is belangrijk te beseffen dat de indelingen min of meer arbitrair zijn.

⁸⁰ Om een goede afweging te kunnen maken tussen centrale en decentrale systemen lijkt het van belang nog meer nuance te kunnen vinden in de schaalniveaus die dicht bij de gebruiker staan. Dit houdt in dat er nieuwe beheersniveaus (dienen te) ontstaan die een betere afstemming kunnen bieden op de specifieke

verschillen.

⁸¹ In de meer traditionele betekenis is de verwevenheid met de omliggende regio beter te vergelijken met een magnetisch veld, als ware het het economische, infrastructurele en/of landschappelijke middelpunt. Tezamen vormen deze factoren verschillende typen milieus (of stedelijke typologieën).

⁸² Deze zijn per definitie niet gelijk te stellen aan de regio's, zoals we die van oudsher kennen.

⁸³ Zoals binnen delen van Europa, de zogenaamde euregio's.

⁸⁴ De specifieke invulling van de ruimtelijke criteria met betrekking tot de hogere schaalniveaus (schaalniveau 8; Europees) vallen buiten deze studie, maar worden wel als gekoppelde structuren (ondermeer m.b.t. het hoogspanningsnet) op bovenregionaal niveau behandeld.

⁸⁵ Het bovenregionale schaalniveau van een land of hoger, waarop de afstemming en vereffening plaatsvindt en een regionale specialisatie van clusters actueel is [Saxenian, 1994].

⁸⁶ Verdergaande schaalvergroting lijkt steeds vaker te leiden tot samenval van de stedelijke netwerken met de (eu)regio's (oftewel het

schaalniveau van tussen de 10 km en 30 km+).

⁸⁷ Een samenvatting van de uitgebreide definiëring van de genoemde zeven schaalniveaus is te vinden in Achtergrond studie C1.

⁸⁸ Een voorbeeld is de toepassing van Warmte/Krachtkoppeling. Daarvoor is een minimum aantal woningen nodig, gekoppeld aan een bebouwendichtheid en een realisatietempo [NOVEM, 1994].

⁸⁹ Consequentie van de door De Jong gebruikte methode is dat alle schalen binnen zijn definiëring terug te voeren zijn tot een gelijke bewoondichtheid van ca. 33 inwoners per hectare [tabel 2.2]. Dit is nagenoeg gelijk aan de typische nieuwbouwdichtheid van de Nederlandse (Vinex)wijk van de laatste twee decennia, die steeds vaker ter discussie staat [Kristinsson et al., 1995a].

⁹⁰ Swiss Federal Institute for Environmental Science and Technology, dep. Water and sanitation for developing countries.

Het verschil is echter dat het zogenaamde ‘Circular System of Resource Management’ (C.S.R.M.) per definitie maar in één richting werkt: vanuit het kleinste schaalniveau ‘omhoog’, en niet andersom⁹¹.

De ‘grenzen’ tussen de verschillende schalen of ‘zones’ worden in dit model niet per definitie gevormd door de ruimtelijke samenhang, maar kunnen bepaald worden aan de hand van geografische belangen of politieke (beslissings)structuren en variëren daardoor mogelijk sterk qua fysieke grootte.

Tabel 2.3

Ruimtelijke schaalniveaus, gerelateerde oppervlakten en dichtheden

Gebiedsafbakening			Gebouwde omgeving		Groene omgeving	
radius (gem.)	oppervlak (bij benadering)		inwoners meer dan:	naam	inwoners minder dan:	naam
m ^l	m ²	ha				
30.000	3.000.000.000	300.000	10.000.000	metropool	1.000.000	landschap
10.000	300.000.000	30.000	1.000.000	agglomeratie	100.000	landschap park
3.000	30.000.000	3.000	100.000	stad	10.000	stads-landschap
1.000	3.000.000	300	10.000	(stads) wijk	1.000	stadspark
300	300.000	30	1.000	buurt	100	wijkpark
100	30.000	3	100	vlek	10	buurt groen
30	3.000		10	yard	1	groene vlek
3	300		1	site		snipper groen

De relatie tussen de verschillende ruimtelijke schalen is in veel gevallen niet los te zien van de tijdschalen [Ven, 1997]. Een kenmerk van de essentiële stromen is dat, het woord zegt het al, ze niet ‘stilstaan’. Het betekent dat een lange tijd ook een grote afstand kan inhouden. Dit geldt vooral voor de meer fysieke stromen afval en (afval)water. Remt men de transportsnelheid, dan wordt het verspreidingsgebied en dus de ruimtelijke schaal beperkt. Het kan ook leiden tot onverwachte problemen op het van toepassing zijnde schaalniveau. Bovendien treden voor mogelijke vernieuwingen verschillen op in de tijdsduur ter implementatie⁹².

Een oplossing om te komen tot een relevante begrenzing van een te ontwerpen gebied is het omkeren van de vraagstelling: Zijn er ‘überhaupt’ stedelijke deelruimten die zich als ruimtelijk-sociale-symbolische eenheden van de stedelijke omgeving onderscheiden, en uit welke gezamenlijke wisselwerking is de stad als totaalbeeld daarmee te reconstrueren?⁹³ Binnen de ‘School of Chicago’ is als onderdeel van de ecologische psychologie het ‘behaviour settings’ concept geïntroduceerd [Barker, 1968]. Behaviour Settings worden door een serie van eigenschappen gekenmerkt. Behaviour Settings zijn niet slechts informatiedragers, maar ook (complexe) functiedragers; ze worden gekenmerkt door een dynamiek van spontane structuurvorming, en functionalisering. Er is daarbij sprake van vervlechtingen tussen

ruimtelijke- (technische-), sociale-, symbolische- en soms natuurlijke structuren. Barker benoemd hierbij zogenaamde ‘natural areas’ als afgebakende entiteiten⁹⁴. Het principe van natural areas wordt in dit proefschrift als basis genomen voor de bepaling van de precieze begrenzing bij de verschillende casestudies die het schaalniveau van de wijk benaderen. Bij nieuwbouw gaat het principe in eerste instantie vaak nog niet op. Enerzijds komt dit doordat het om de inpassing van nieuwbouw gaat in bestaande wijken of steden, anderzijds zijn de (uiteindelijke) ‘Behaviour Settings’ niet of nog minder ontwikkeld⁹⁵. In onderzoek naar dergelijke eigenschappen bij naoorlogse Nederlandse (nieuwbouw) woonwijken is gebleken dat om de dertig jaar andere (dominante) elementen worden ingezet bij het structureren van het ontwerp van een woonwijk⁹⁶ [Balvers, 1996]. Dit zou kunnen betekenen dat deze sturende-, of dominante eigenschappen uiteindelijk de samenstelling van de ‘Behaviour Settings’ sturen, en daarmee de afbakening van de ‘Natural Areas’. Een interessante hypothese, aangezien het een mogelijk handvat geeft voor een veranderde aanpak binnen het stedenbouwkundige ontwerp, door middel van het introduceren van een grotere sturing vanuit een meer milieubewuste, lokaal opgeloste energie-, water en afvalvoorziening.

Binnen een bepaald deelgebied dient voor het gebruik van de milieugebruiksruimte op het betreffende schaalniveau een balans tussen de inkomende en uitgaande stromen gevonden te worden. Dit houdt niet noodzakelijkerwijs autonomie in. Ten aanzien van de essentiële stromen geldt dat deze een statisch- en een dynamisch karakter hebben. Het verkrijgen van evenwicht op bijvoorbeeld het stedelijk niveau kan dan op twee manieren ingevuld worden:

- in de eerste plaats is evenwicht van het energie- en/of watergebruik in een stad per tijdseenheid (jaar) niet hoger dan de hernieuwbare aanvulling door interne bronnen⁹⁷. Indien er binnen het gekozen schaalniveau gekozen wordt voor een hoger verbruik, is dit mogelijk door intern hergebruik en recycling.
- in de tweede plaats is het mogelijk dit evenwicht anders te beschouwen: het energie- en/of waterverbruik in een stad is per tijdseenheid niet hoger dan de hernieuwbare aanvulling door interne plus externe bronnen⁹⁸. De specifieke locatie en erbij behorende actoren bepalen in hoeverre alleen van interne bronnen of van interne- en externe bronnen gebruik wordt gemaakt. Essentieel is een geïntegreerd planproces.

⁹¹ Het principe berust op de aanpak dat alleen problemen die niet op te lossen zijn op huishoud schaalniveau (of te veel negatieve consequenties impliceren) worden ‘geëxporteerd’ naar buurt, wijk, stad, regio of land [Schertenleib, 2000].

⁹² Met betrekking tot het tijdspectief geldt dat zowel wetgeving als technologie alleen op de lange termijn ingrijpend kunnen worden vernieuwd, gezien de complexiteit van het probleem en de verwevenheid met randgebieden.

⁹³ Er wordt ook wel gesproken over ‘de genen van de stad’ [Kaminski, 1986].

⁹⁴ Natural areas zijn “als gevolg van differentiatieprocessen ontstane-, sociaalstructureel gezien relatief homogene deelruimten in de stad, die ‘natuurlijke’ grenzen vertonen, waarvan de integratie via symbiotische relaties heeft plaats gevonden” [NAWO, 2001].

⁹⁵ De factor tijd speelt een belangrijke rol bij het bepalen van verschillende ‘Behaviour Settings’.

⁹⁶ In de jaren dertig is het bouwblok nog een dominante factor bij de geleiding van de wijk; in de jaren zestig zijn dit vooral de (stedenbouwkundige) stempels en de auto-ontsluiting, en in de jaren negentig speelt

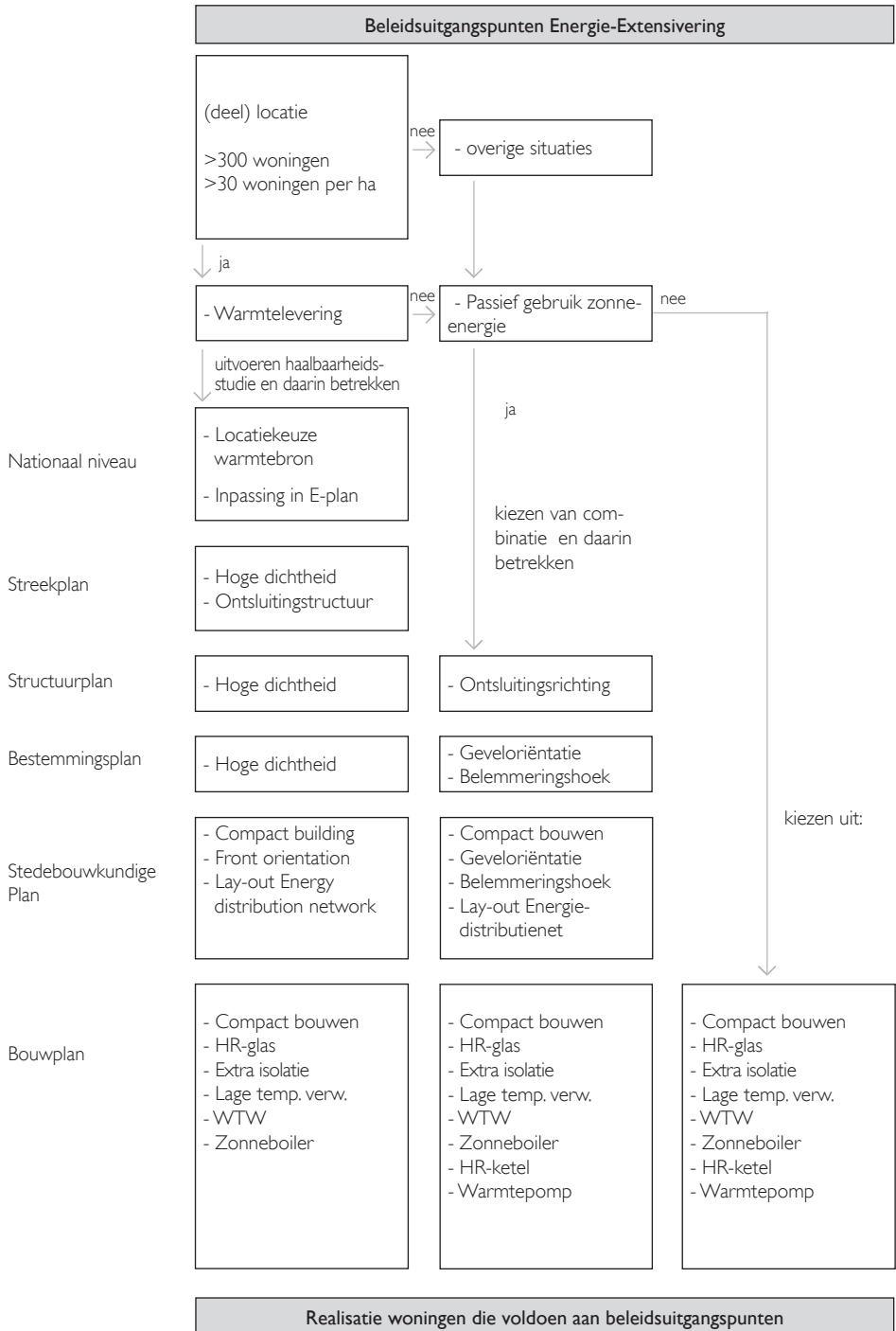
de groenstructuur en de openbare ruimte een belangrijke rol bij de structureren van de wijk.

⁹⁷ Bij de energiestroom kan dit (in dit voorbeeld) in de wijk geproduceerde energie uit afval, bodem of biomassa zijn, of ‘in de wijk tot energie te genereren zonlicht dan wel windkracht. In geval van water betreft dit de hoeveelheid netto beschikbaar regenwater dat in de stad valt minus verdamping en transpiratie.

⁹⁸ Bij de energiestroom houdt dit in dat duurzaam opgewekte energie buiten (in dit voorbeeld) de wijk meegenomen kan worden voor

Figuur 2.8

Topdown beslisboom voorbeeld omtrent energie extensivering



Meer praktisch georiënteerd geldt dat beslissingen met betrekking tot de energie- en sanitatievoorziening en -besparing op alle schaalniveaus worden genomen. Op het landelijk schaalniveau speelt bijvoorbeeld de vraag in hoeverre restwarmte uit STEG⁹⁹ wordt benut. Tot 2004 gold voor de keuze van de locatie van nieuwbouw, dat dit op het landelijk schaalniveau plaatsvond.

De mogelijkheid om omvang en locatie en daarmee ook de bebouwingsdichtheid vroegtijdig af te stemmen op de aansluiting van sanitatie- dan wel energievoorzieningen (Figuur 2.8) op landelijk schaalniveau is daarmee minder direct geworden. De integratie van de verschillende schaalniveaus is van doorslaggevend belang: fouten op het schaalniveau van de woning kunnen doorwerken tot op regionale schaal of hoger¹⁰⁰.

De milieueffecten zijn gebonden aan de schaalniveaus, die onderling weer nauw verbonden zijn. Afstemming van de ondergrondse infrastructures met de bovengrondse (weg)infrastructuur krijgt daarbij steeds meer aandacht¹⁰¹. Zo is water weliswaar een hernieuwbare bron, maar het ondergaat op lokaal niveau vaak snelle degradaties, wat leidt tot afvalwater dat tegen hoge kosten moet worden afgevoerd en gereinigd. Op het schaalniveau van de stad geldt bijvoorbeeld voor de belasting door vervuild water dat de belasting van het ommeland vanuit de zuivering groter is dan die door de grachten¹⁰². Met name de ecologische gevolgen van de lozing door zuiveringen zijn niet te verwaarlozen¹⁰³.

In Nederland worden de structuur- en bestemmingsplannen vastgelegd door de gemeente, en ook de stedenbouwkundig plannen worden (nog) vaak door gemeentelijke diensten ontwikkeld. Enerzijds biedt dit strategische sturingsmogelijkheden¹⁰⁴, anderzijds vragen problemen op de schaal van de stad, meer nog dan op enig andere schaal, om integrale oplossingen en een interdisciplinaire samenwerking¹⁰⁵.

Op het niveau van de wijk staat beheer en de oplossing van de stromen, zoals voor de zichtbare stromen water en afval, dicht bij de gebruikers. Vooral wanneer aanpassingen vanuit andere actoren gelokaliseerd moeten worden speelt op wijk- en op het onderliggende individuele schaalniveau het Nimby-syndroom¹⁰⁶.

het bereiken van evenwicht tussen inkomende en uitgaande energiestromen. Bij de waterstroom houdt dit in de hoeveelheid netto beschikbare regenwater dat in de stad (in dit v.b.) valt, minus de verdamping en transpiratie, vermeerderd met de 'natuurlijke' aanvoer van oppervlaktewater (rivier, beek).

⁹⁹ Warmte kracht centrale op basis van de gasturbine.

¹⁰⁰ Bij de (afval)waterstroom speelt dit direct; bij de energie (en afvalbehandeling) indirect via ondermeer de emissies.

¹⁰¹ Naast de commerciële bedrijven, accepteert ook de steeds mondiger wordende burger niet meer dat in één jaar de weg drie maal wordt opgebroken.

¹⁰² De kwetsbaarheid van het oppervlaktewater van de omlandenden waarop afvalwater normaliter

geloosd wordt is wel minder dan het 'directe' stadswater. Veel stadswater heeft, naast een belangrijke functie als bergingscapaciteit t.b.v. de afvoerpiek, vaak vooral ook een esthetische of recreatieve functie. Wel dient gesteld te worden dat het grachtenwater tegenwoordig mede door riolering over het algemeen relatief minder vervuild is.

¹⁰³ Vooral in de zomer, wanneer het effluent percentueel gezien nog dominant wordt binnen de afvoerstromen.

¹⁰⁴ De energie-infrastructuur wordt door de gemeente en energiedistributiebedrijven vastgelegd in het structuurplan en de ontsluitingsstructuur (en daarmee veel begeleidende technische infrastructuur). De bebouwingsdichtheid op regionaal niveau, door de provincie. Maar ook minder actieve systemen, zoals de realisatie en integratie van watersy-

stemmen, optimalisering van passieve zonne-energie of het benutten van restwarmte [NOVEM, 1994]. Op kleiner schaalniveau kunnen door de gemeente via bestemmingsplannen, stedenbouwkundige plannen en bouwplannen (door de opdrachtgever) eisen gesteld worden met betrekking tot bijvoorbeeld compact bouwen (typologie), (gevel)oriëntatie en toe te passen installaties.

¹⁰⁵ Er bestaan nagenoeg geen problemen binnen stedelijke ontwikkeling die door een architect, stedenbouwkundige, verkeerskundige dan wel socioloog alleen oplosbaar zijn [NAWO, 2001].

¹⁰⁶ Het NIMBY-syndroom staat voor Not In My BackYard, het fenomeen dat mensen de noodzaak van veranderingen wel ondersteunen, behalve als dit consequenties heeft voor de directe eigen (leef)omgeving.

Er is daarbij veelal sprake van subjectieve oordeelsvorming. Een voorbeeld zijn de gedachten over te hoge grondwaterstanden¹⁰⁷. Ook zijn op dit tussenliggende schaalniveau de verantwoordelijkheden van de ontwikkelings- en uitvoeringsgerelateerde actoren (architecten, stedenbouwkundige, civiel technici) vaak niet, of slecht geregeld. Frequent is er sprake van een mono-disciplinaire aanpak, al zijn er voorzichtige veranderingen waarneembaar [Duijvestein, 2004]. Bij het modelleren van energiesystemen, waarbij het gaat om de afstemming van de jaar-lijkse opwekking en vraag, blijkt vooral de schaal van de buurt gunstig, gezien het voldoende dicht bij de gebruikers staan, terwijl het ook voldoende gebruikers kan herbergen om pieken en dalen te kunnen afzwakken [Urbed, 2001].

Het schaalniveau van de woning of de huishoudens en de directe omgeving is bij het oplossen van (milieu)problemen in relatie tot de essentiële stromen in de ruimtelijke ordening lang buiten beschouwing gebleven. Pas sinds de jaren negentig realiseert men zich dat dit microschaalniveau essentieel is voor het oplossen van problemen bij de bron (de vraagzijde). Op het gebied van de afstemming van energiestromen is gebleken dat op deze schaal het modelleren van maandelijks aanvoer- en vraagprofielen (input en output) van energiesystemen en voortkomend uit exergie principes de meest nuttige is [Urbed, 2001; Boelman, 2004].

Bij afvalwater speelt dit zo mogelijk nog sterker: de in het voorgaande hoofdstuk als noodzakelijk geconstateerde scheiding naar kwaliteit van stromen dient zo veel mogelijk op dit laagste schaalniveau, bij de bron, te gebeuren. Daarnaast zijn andere argumenten aan te voeren voor het belang van het concentreren op het woning- en huishoudens schaalniveau. Allereerst geldt dat in de industrie een relatief grote reductie van de milieubelasting in de laatste 10 tot 20 jaar is gerealiseerd. De groei van de milieubelasting lijkt zich te concentreren aan de vraagzijde, bij de huishoudens, als gevolg van een groeiend aandeel in transport en verdergaande elektrificatie. Ten tweede wordt de consumenten- of huishoudenkant gezien als drijvende kracht achter technische innovaties [Vergragt, 1992]. Tot slot geldt nog dat een factor 20 benaderende doelstelling qua milieuefficiëntie zich behalve op technologie, ook op behoeften (cultuur, structuur) moet richten.

2.4

Aanleiding Deel II: Probleem analyse & Diagnose

Ruimtelijke ordening is een dynamisch proces, waarbij de dynamiek vooral veroorzaakt wordt door veranderingen van behoeften, verouderingsprocessen, technologieontwikkeling en veranderende opvattingen over gedrag in de openbare ruimte.

Een drijvende kracht tot veranderingen is dat de ruimte met wisselende intensiteit wordt gebruikt. In combinatie met dit soort ontwikkelingen is het, in de tijd gezien, steeds noodzakelijker om mensen, stoffen en energie al dan niet (tijdelijk) te verplaatsen naar andere locaties ten behoeve van opwekking, verwerking of opslag. Transport is daarom een toenemend belangrijk fenomeen in de moderne ruimtelijke ontwikkeling¹⁰⁸. De benodigde infrastructuur is daarbij steeds dominanter binnen de ruimtelijke ordening.

De juiste aanwending van geavanceerde technologie staat of valt technisch gezien met de stabiliteit van, en aansluiting op bestaande technologische structuren en ketens, dan wel op het onafhankelijk daarvan kunnen functioneren.

De nadruk zal in Deel II daarom liggen op de bestaande verbindende infrastructuur, de analyse en de wijze waarop ze in staat zijn om een transitie naar verdergaande duurzaamheid te faciliteren.

Alvorens te komen tot duurzame alternatieven, dan wel de toegepaste technologie en systemen verder naar duurzaamheid te kunnen optimaliseren, is het van belang de huidige wijze waarop de essentiële stromen in de maatschappij worden opgelost te analyseren en te waarderen. Dit betreft de optekening van de vandaag de dag toegepaste transportopties en bijbehorende infrastructuur met betrekking tot de essentiële stromen in de ruimtelijke ordening: energie en sanitatie. Aansluitend dient dit geplaatst te worden in het kader van de ontwikkeling (optimalisatie) van de technologie en bijbehorende (technische) infrastructuur in de voorbije- en komende tijd.

¹⁰⁷ De gevolgen worden in Nederland deels overschat, maar ook onderschat. Overschat wordt de schade aan wegen ten gevolge van draagkrachtverlies van de ondergrond en het effect van de lozing van een beperkte hoeveelheid drainwater op de gemengde riolering. Onderschat wordt het effect van de lozing van ál het drainwater van een stad op de zuivering, de hinder

a.g.v. natte speelweiden en openbaar groen, en het effect op de volksgezondheid [Ven, 1997]. Ook geldt dat veeteelt niet of moeilijk mogelijk is bij hoog grondwaterniveau, terwijl voor de overheid telt dat bij een gewenst lager niveau het veen onevenredig inklinkt en daarmee het land steeds verder onder zeeniveau zakt, met alle dreigende gevolgen van dien (verzilting, toenemende overstromingsdreiging).

¹⁰⁸ Op het gebied van transport is met betrekking tot de kosten in de 21e eeuw op verschillende gebieden een factor 5 (Zeevracht) tot een factor 10 (luchtvaart) of zelfs een factor 20 of meer (telefoon & computer verkeer) reductie bereikt [Hoyng, 2004].

Probleem Analyse en Diagnose

Probleem Analyse

Hoofdstuk 3

Huidige technische infrastructuren

Hoofdstuk 4

Aandeel milieubelasting technische infrastructuren

Hoofdstuk 5

Toekomstige ontwikkelingen en verleden

Diagnose

Hoofdstuk 6

Centrale technische infrastructuren & systemen

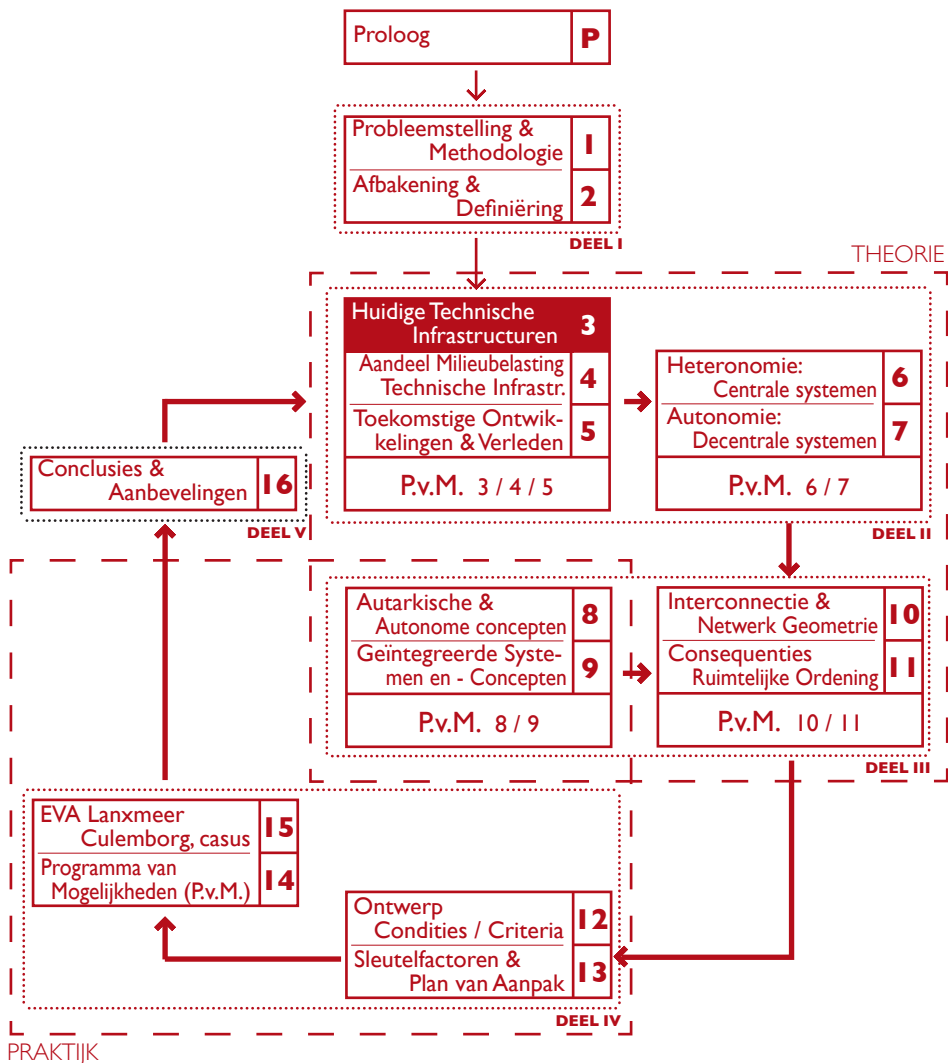
Heteronomie

Hoofdstuk 7

Decentrale technische infrastructuren & systemen

Autonomie

DEEL II



Huidige Essentiële Infrastructuren

3.1

Inleiding

3.2

Energie infrastructuur

3.3

Sanitatie infrastructuur

3.4

Conclusies & Aanleiding Hoofdstuk 4

h3

“Alles is simpeler dan de mens zich kan voorstellen,
maar tegelijkertijd ingewikkelder
dan hij kan begrijpen.”

Goethe

3.1

Inleiding

In dit hoofdstuk worden de aanwezige technische infrastructuren onderzocht. Allereerst wordt gekeken naar de huidige essentiële infrastructuren. De technische infrastructuren die worden beschreven betreffen de essentiële stromen in de gebouwde omgeving die, zoals in hoofdstuk 2 toegelicht, beperkt is tot de energie- en sanitatie infrastructuur. De laatste wordt onderverdeeld in de water- en afvalinfrastructuur. Deze bestaande-, essentiële technische infrastructuren worden geanalyseerd op voor- en nadelen.

Doel is de basis te leggen voor de beantwoording van de in hoofdstuk 1.3.2 weergegeven eerste achtergrondvraag (van de vijf achtergrondvragen) die zich richt op de essentiële-, technische (infra)structuren en de ontwikkelingen en beperkingen ervan.

Achtergrondvraag I:

In hoeverre zijn de huidige technische (infra)structuren bepalend voor de (on)mogelijkheden van ‘duurzame ontwikkeling’?¹

In de beleving van gebruikers is door de snelle ontwikkeling van de infrastructuren, en vooral door de convergentie ervan², sprake van een grote gevoelsmatige complexiteit. Door een grotere afhankelijkheid worden de aspecten “betrouwbaar en betaalbaar” van groter belang. De complexiteit beperkt zich niet alleen tot de eindgebruikers³. Er zijn steeds meer actoren, met verschillende achtergronden en belangen.

Bij de beantwoording van de gestelde achtergrondvraag is het daarom van belang per gedefinieerde stroom c.q. keten de verschillende ketenonderdelen en de erbij behorende actoren in kaart te brengen. Gekozen is voor indeling volgens de ‘stakeholder’⁴ benadering [Freeman, 1984] waarna de relaties (belangen) met betrekking tot de infrastructuur kunnen worden uitgewerkt.

Veel van aan de energie-, water- en afvalketen gelieerde actoren zijn direct of indirect verbonden aan de infrastructuur. Bij de netwerksectoren waar de markt geliberaliseerd is wordt over het algemeen gesproken over 3 partijen: de ‘incumbents’ (zittende, reeds gevestigde marktpartijen), de toetreders en de afnemers (consumenten en bedrijven).

¹ Toelichting bij achtergrondvraag I (ten dele overgenomen uit hoofdstuk 1.3.2): ‘Bekeken moet worden of bij de ontwikkeling van de belangrijkste technische infrastructuren van dit moment sprake is van een star uitgangspunt waaraan men zich vasthoudt, en indien dat het geval is of het een paradigma is, en daarmee mogelijk een oorzaak voor beperkingen om binnen de bestaande- en nieuw gebouwde omgeving ‘duurzame ontwikkeling’ te bewerkstelligen. De voor- en nadelen van de huidige (technische) infrastructuursystemen moeten worden geanalyseerd los

van eventueel van toepassing zijnde paradigma’s. Ook valt te beoordelen in hoeverre de aanwezige technologische trajecten voorwaarden stellen aan verdere ontwikkeling?’

² Dit kunnen andere infrastructuren zijn (communicatie, water, spoorwegen) of geheel nieuwe markten of combinaties (financiële producten, verzekeringen, exploitatie van sportclubs).

³ Lange tijd was het gebruik van de ondergrond voor het leggen van kabels en leidingen overzichtelijk. Er was een beperkt aantal soorten

kabels en leidingen, en van ieder soort was één beheerder. Met de toegenomen druk op de ruimte bovengronds zoekt men het tegenwoordig meer in de grond. Door overschatte toekomstverwachtingen is de laatste tien jaar bovendien een ongebreidelde hoeveelheid nieuwe infrastructurele netwerken, vooral glasvezelkabels, in de grond gelegd. Onvoldoende vastlegging van de plaats van de verschillende infrastructuren geeft steeds vaker problemen [COB, 2003].

⁴ In deze studie vertaald naar ‘belanghebbende’.

3.2

Energie infrastructuur

3.2.1

begripsbepaling

Energie is een moeilijk begrip. Ze bestaat in verschillende vormen en kan relatief makkelijk van de een, in een andere vorm worden omgezet. Vormen van energie zijn: chemische, nucleaire, thermische en kinetische [Latzko, 1987]. Elk van deze vormen kan weer onderverdeeld en op verschillende wijze overgedragen, omgezet of getransporteerd worden⁵.

Transportopties van energie via de vaste infrastructuur in de gebouwde omgeving zijn er voor:

1. elektriciteit⁶,
2. (aard)gas⁷,
3. vloeibare (directe) energiedragers (benzine, diesel, kerosine, etc.),
4. warmte via indirecte energiedragers (warm water, warme lucht, etc.).

De drie in de gebouwde (woon)omgeving aanwezige, specifiek voor energietransport aangelegde infrastructuurnetten worden kort toegelicht⁸:

- elektriciteitsnet (zie h.3.2.4),
- (aard)gasnet⁹ (zie h.3.2.5),
- warmtenet (zie h.3.2.6).

Beheer van de technische infrastructuur, of breder gesteld het netwerk, bestaat niet alleen uit fysieke infrastructuur maar is er een integraal deel van. Met name de kwaliteit van het product en/of de wijze van levering is aan de orde. Bij elektriciteit gaat het om het binnen bepaalde normen houden van spanning, frequentie, blindvermogen en netvervuiling¹⁰. Bij gas bestaat het uit het op druk houden van het netwerk en het beheersen van de kwaliteit van het gas qua verbrandingswaarde, vochtgehalte, ongewenste bestanddelen (zoals zwavel) en het bijmengen van geurstof.

Vanaf de tweede helft van de jaren negentig van de vorige eeuw, anticiperend op de liberalisering anno 2004, zien we een verdergaande schaalvergroting. Honderden lokale en regionale energiebedrijven (variërend van gas tot elektriciteit) zijn in enkele grotere bedrijven samengevoegd¹¹. Er is nog geen volledige liberalisatie van de markt. In 2002 is besloten dat voor het netbeheer de liberalisering wordt opgeschort: de netten mogen niet verkocht worden en moeten onder toezicht van de overheid blijven¹² [Meeuws, 2003; Blom 2004]. In 2005 / 2006 is vervolgens door het kabinet bepaald dat de taken energieleverantie en net-beheer van energiebedrijven in Nederland verplicht gesplitst moet worden.

Privaat eigendom betekent zwaarder toezicht (met meer regels/bureaucratie) en extra kosten voor de bedrijven en de toezichthouder. Volgens de Algemene Energie Raad is er daarom een zeker risico dat de veronderstelde concurrentie niet leidt tot lagere prijzen, en geen hogere voorzieningszekerheid en duurzaamheid garandeert [AER, 2003c]¹³. Dit komt vooral door strategisch gedrag van “sleutelspelers” (dominante actoren) op en om de elektriciteitsmarkt: de nationale overheden en de betrokken energiebedrijven¹⁴. Er ontstaat een Europese elektriciteitsmarkt, die volgens de Algemene Energieraad een betrekkelijk oligopolisch karakter zal hebben, met weinig effectieve concurrentie en dus weinig prikkels om te komen tot innovatie en permanente kostenverlaging” [AER, 2003d].

De discussie rond het door kabinet en parlement vastgestelde ‘Plan van Aanpak Splitsing Energiebedrijven’ eind 2005, begin 2006 is hier een voorbeeld van.

Opmerkelijk is de oplossingsrichting die wordt aangedragen door de Energieraad ten aanzien van geconstateerd strategisch gedrag: “sturing op Europees niveau”¹⁵.

Het als nadeel van centrale infrastructuur aangemerkte aspect van de afstand tussen ‘probleem’ en oplossing wordt daarmee nog verder vergroot en de complexiteit van ‘het speelveld’ zal leiden tot nog meer, of meer complexe regelgeving¹⁶.

⁵ Potentiële energie van een voorwerp binnen de invloedssfeer van de aarde en kinetische energie van een voorwerp in beweging zijn voorbeelden van mechanische energie. Verschillende vormen van energie kunnen in elkaar omgezet worden, vandaar ook dat er vaste relaties zijn tussen alle verschillende eenheden (KWh, MJ, m³, kg) waar energie in uitgedrukt wordt.

⁶ Het elektriciteitsnetwerk kan ook gebruikt worden voor andere doeleinden, zoals toepassingen uit de informatie- en communicatietechnologie. Een voorbeeld is de ‘powerline telecommunication’.

⁷ Er is veel onderzoek naar de vraag of het aardgasnet met meer of mindere aanpassingen ook geschikt te maken is voor het transporteren van andere energiedragers zoals biogas (methaangas), stortgas, syngas (biomassa) en waterstof [AER, 2003a]. Een geheel andere optie is het gebruik van gasleidingen als medium voor de aanleg van glasfiberkabels [Beeldman, 1997]. Algemeen geldt dat de gasinfrastructuur als minder flexibele energiedrager wordt gezien, zoals die van de secundaire energiedragers, warmte en elektriciteit.

⁸ Voor de materialisatie en de ketenonderdelen van de verschillende netten zie bijlage XI.

⁹ Voor gasvormige en vloeibare energiedragers geldt dat het in flessen of tanks via transport over de weg, het water, het spoor en (bij hoge uitzondering) door de lucht getransporteerd kan worden. Bij de stroomopties, elektriciteit en warmte kan dit theoretisch gezien ook, maar is nog niet gangbaar.

¹⁰ Netvervuiling zijn spanningsfluctuaties met andere frequenties dan de netfrequentie.

¹¹ Van de 15 producenten op de

elektriciteitsmarkt in 1986 waren er (na de Elektriciteitswet '89) in 1989 nog vier over. De Nederlandse overheid wenste in 1997 dat de ‘Nederlandse vier’ zouden fuseren tot een groot productiebedrijf, genaamd GPB, ten behoeve van een verhoging van de efficiëntie en een betere concurrentie met het buitenland en het tegengaan van overname door buitenlandse bedrijven. Door onenigheid tussen de partijen is het GPB er niet gekomen, zodat verwacht wordt dat genoemde bedrijven op termijn overgenomen zullen worden door grote(re) Europese spelers. Van de huidige vier grote producenten zijn twee ‘verticaal geïntegreerd’ met ‘retail’ (verkoop), te weten Nuon en Essent. De twee ‘niet-Nederlandse producenten zijn het Duitse E.ON en het Belgische Electrabel [AER, 2003d].

¹² In een brandbrief aan de Minister als reactie op het ‘Plan van Aanpak Splitsing Energiebedrijven’ beargumenteren de vier grote Nederlandse energiebedrijven het als niet-noodzakelijk en niet-proportioneel van karakter. Tekenend is dat van de negen concrete redenen die worden uitgewerkt de eerste zeven puur als economisch te typeren zijn (neerkomend op ‘eigenbelang’, en daarmee ‘publiek- of landsbelang’) en twee als juridisch. De argumenten zijn: (1) kosten/batenanalyse van splitsing ontbreekt; (2) de afnemer en/of aandeelhouder draaien op voor de kosten en het waardeverlies; (3) splitsing is inconsistent met de doelstellingen van het industriebeleid; (4) ‘Europa’ volgt Nederlands voorbeeld niet; (5) aandeelhouders zijn geen voorstander van splitsing; (6) splitsing heeft negatief effect op de investeringsplannen van de energiebedrijven; (7) investeerders zijn geen voorstander van gesplitste energiebedrijven; (8) de door de

minister voorgestelde uitsluiting van bedrijven die actief zijn in levering en/of productie van energie als minderheidsaandeelhouder in de netbeheerder is juridisch niet haalbaar; en (9) het is inconsistent dat de netbeheerder infra-activiteiten in concurrentie met derden mag blijven uitvoeren na splitsing [Blom, 2004].

¹³ Als gevolg van de liberalisering dalen de marktprijzen voor de verbruikers in veel landen binnen de E.U. Dit betreft dan de korte termijn. Door het oligopolistische karakter van de markt waarop een klein aantal (5 à 6) zeer grote spelers actief zal zijn, en die elk in een (Eu)regio een dominante positie innemen, of samen in een regio een oligopolie vormen [PWC, 2002], leidt op de lange termijn tot concurrentie op basis van kosten en niet op basis van innovatie of productdifferentiatie. Een statische markt is het gevolg. In dit verwachte scenario zal slechts beperkte concurrentie tussen de ‘grensgebieden’ van de (Eu)regio’s plaats vinden met als enige differentiatie ‘groene’ vs. ‘gewone’ energie. Gevolg is dat de kans op nieuwe toetreders beperkt is en bij elektriciteitstekorten (die door kleinere marges sneller zullen plaats vinden) marktprijzen (in korte periodes) zeer sterk zullen stijgen [AER, 2003d]. De ‘Code rood’ als gevolg van een relatief langdurige warme, droge periode in de zomer van 2003 is hier een eerste voorbeeld van.

¹⁴ Bij het vormgeven van marktwerking is uitgegaan van een theoretisch-economische benaderingswijze: “overheden zouden zich als ideale marktmeeester gedragen, en spelers op de markt als producenten en consumenten volgens het boekje”. De werkelijkheid is complexer: “alle spelers vertonen strategisch gedrag” [AER, 2003d], met als gevolg enkele

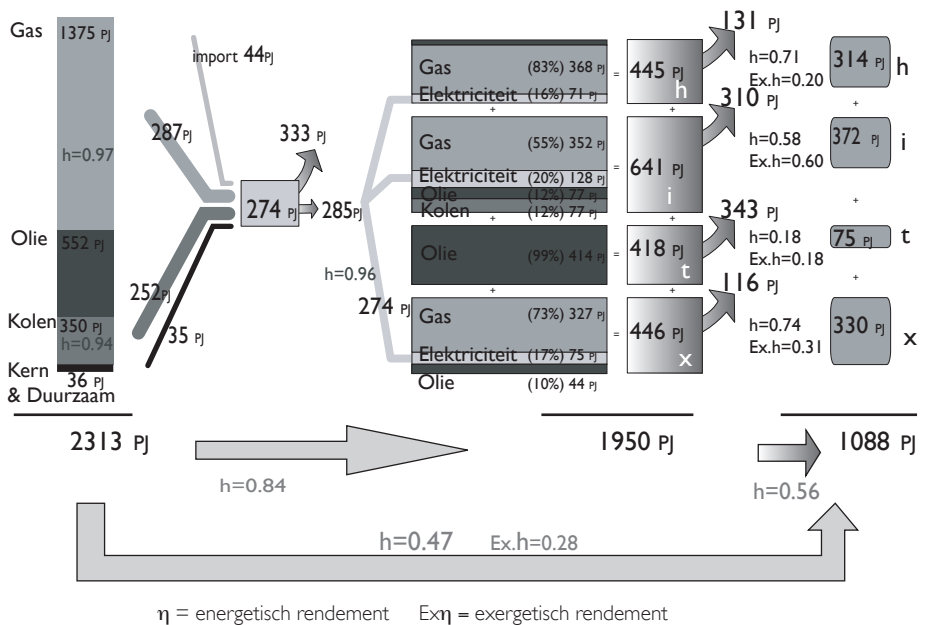
3.2.2

probleem analyse huidige energie infrastructuur

Als milieuaspecten uitgangspunt zijn functioneren de bestaande energie-infrastructuur en eraan gekoppelde opwekkingssystemen niet optimaal (zie ook bij de probleemstelling: hoofdstuk 1.3.1 en 1.3.2). In Europa levert Nederland met 1,5% van de totale (eigen) energievoorziening samen met België de minste energie uit hernieuwbare bronnen [Rozendaal, 2005].

Figuur 3.1

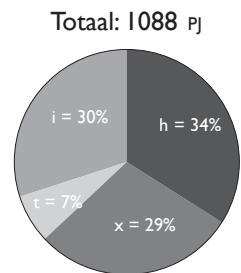
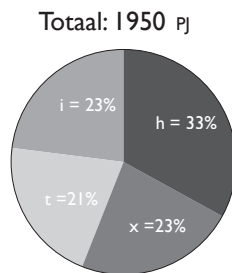
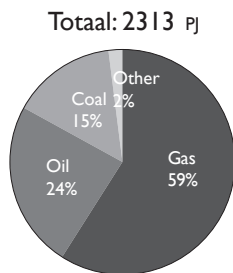
Globale energiebalans van Nederland (peiljaar 1995, DIOC stromenanalyse en vergelijking)



Primaire Energiegebruik

Finaal Energiegebruik

Energievraag

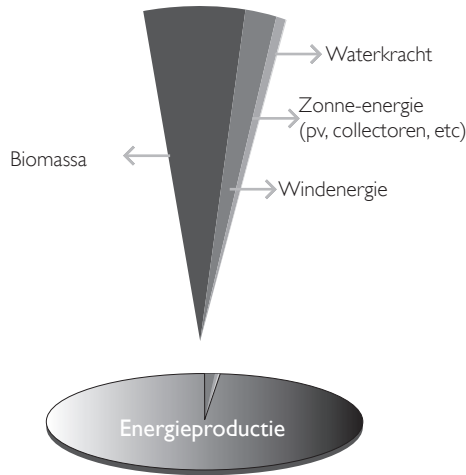


■ i = industrie ■ h = huishoudens ■ t = transport ■ x = anders

Ruim tweederde van de 1,5% is groene stroom¹⁷, opgewekt door verbranding van bio-massa¹⁸, en eenderde door windturbines en de gebouwde omgeving (foto voltaïsche cellen, zonnecollectoren, etc.) (Figuur 3.02). De vraag is in hoeverre biomassa echt ‘groen’ te noemen is. Op dit moment wordt biomassa vooral bij kolen gemengd als zogenaamde ‘bijstook’. Dat kan tot ca. 15%¹⁹.

Figuur 3.2

Productie van energie uit hernieuwbare bronnen in Nederland (2005)



grote machtsconcentraties die de dienst gaan uitmaken. Achtergrond zijn individuele overheden die uitgaan van stellingen gelijk die van Bush, dat voorzieningszekerheid slechts gegarandeerd kan worden “when governments have enough power to power the power of generation plants [New York Times, January 2001]. De Energieraad introduceert het dilemma “concurrentie of dominantie” en stelt dat “de landen die zich ‘naar de geest’ van de liberalisering hebben gedragen, zoals Nederland, hiervan het slachtoffer kunnen worden” [AER, 2003c]. Een voorbeeld hiervoor is dat door een overheid een sterk bedrijf, dat een verbondenheid heeft met een gebied, als garantie kan worden gezien voor de voorzieningszekerheid, werkgelegenheid en economische ontwikkeling van dat gebied.

¹⁵ In eerdere beleidsstudies [AER, 2001] worden gelijksoortige problemen onderkend en vertaald in voorstellen tot maatregelen die de

geldende paradigma lijken te volgen: “monitoring, informatieverzameling en transparantie op strategisch-, meestal nationaal niveau, ontwikkeling van een stabiel investerings- en handelsklimaat op Europees niveau voor olie en gasproducerende landen; en het beperken van de importafhankelijkheid van olie en gas van de Europese Unie”. De Raad zet in op: “schone kolentechnologie, alternatieve motorbrandstoffen en de mogelijkheid onconventionele EU-voorraden aan te boren”.

¹⁶ Omdat de bevoegdheden en de opstelling van mededingingsautoriteiten en toezichhouders, zo die er al zijn in de diverse lidstaten zeer verschillend zijn en daarom meer nationaal gericht lijken [AER, 2003c].

¹⁷ Groene stroom is een onderdeel van wat doorgaans ‘duurzame energie’ heet. Onder duurzame energie valt ook energiebesparing en het vervangen van motorbrandstoffen door bijv. bio-alcohol en waterstof.

Duurzame energie komt feitelijk neer op groene stroom plus energiebesparing (Projectbureau Duurzame Energie).

¹⁸ Verzamelnaam voor alles wat van plantaardige of dierlijke oorsprong is.

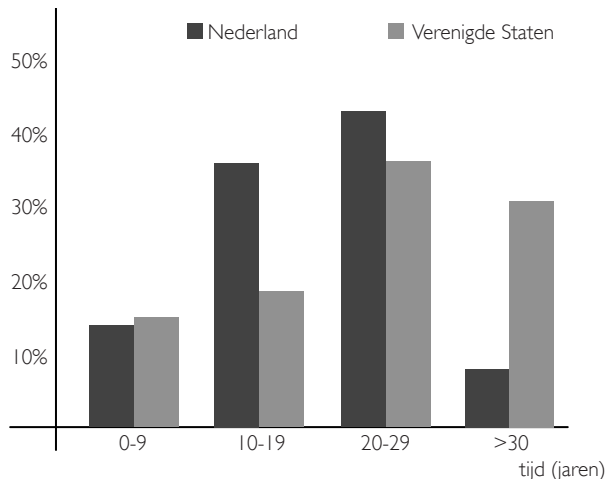
¹⁹ Bovendien voeren de energiebedrijven (soms gesubsidieerd) de meest vreemde plantaardige producten aan uit allerlei andere werelddelen (palmitten uit Maleisië, houtzaagsel uit Canada). Maar ook karkassen (als diervoer) kippenmest, gft en hout (veelal vervuild met allerlei chemicaliën) wordt als meestook toegevoegd. In feite krijgt daarmee de meest vervuilende energiedrager, steenkool, door de opkomst van groene stroom een steun in de rug. Dus ook een nieuwe kolencentrale wordt geclaimd (uitspraak Minister van Economische Zaken, Brinkhorst) bij te dragen aan de bevordering van duurzame energie [Rozendaal, 2005].

Los van het opwekkingsvraagstuk geldt dat hoogwaardige brandstoffen en elektriciteit worden gebruikt voor veel taken, waarbij de hoge energiekwaliteit (exergie) overbodig, verspillend en duur is.

In de energiesector in Nederland vinden tegelijk drie ingrijpende en complexe veranderingen plaats: de introductie van marktwerking, de internationalisering en de verduurzaming. De doelstellingen van het energiebeleid (betrouwbaar, betaalbaar, schoon) staan, volgens de Algemene Energieraad [2003c], vaak op gespannen voet met elkaar. Bovendien geldt dat door toenemende industrialisatie en bijkomende elektrificatie van Nederland in de jaren zestig de elektrische infrastructuur in omvang enorm is toegenomen. De gevolgen zijn nog zichtbaar in de leeftijdsopbouw van de netcomponenten.

Figuur 3.3

Ouderdom vermogenstransformatoren (1997)



In 2003 werd voor het beheer van het elektriciteitsnet, waaronder ook onderhoud, circa 2 miljard van de 5 miljard euro die de energiebedrijven per jaar omzetten besteed. De Algemene Energieraad constateert dat de transporttarieven op de range, 'leidingnetwerk onderhoud, instandhouding en vervanging, uitbreiding en innovatie', functioneert volgens de systematiek bepaald door kostenefficiëntie [AER, 2003a]. De Dte²⁰ signaleerde al aan het einde van de 20^e eeuw dat bedrijven lang niet al het geld opmaakten dat ze voor 'netbeheer' binnenkregen. Op dit onderdeel wordt (de) winst gemaakt [Meeuws, 2003b].

De leeftijd van de hoogspanningstransformatoren en overige hoogspanningscomponenten in Nederland bedroeg in 1997 gemiddeld ca. 25 jaar [Smit, 1997]. Een vergelijking met de Verenigde Staten is interessant omdat de componenten daar gemiddeld verder verouderd zijn²¹ (Figuur 3.3). In Nederland kennen we een achterblijvend vervangingsbeleid en kan geconcludeerd worden dat de komende jaren een golf van (centrale) apparatuur vervangen moet worden. Extra onderhoud kan ruim 50% van de haperingen of uitval elimineren [Smit, 1997]. Dit leidt tot stijgende onderhoudskosten²². Door de relatief ruime marges in de Nederlandse situatie in het ontwerp van de netcomponenten neemt de gemiddelde uitvalkans pas na circa 35 tot 40 jaar substantieel toe [Smit, 1997]. Een extra speling van zo'n vijf tot tien jaar is mogelijk. Het gestelde probleem gaat in het komende decennium spelen.

Liberalisering

Volgens RWE Solutions²³ neemt de kwaliteit van het openbare elektriciteitsnet aanzienlijk af door onder meer de liberalisering²⁴. In Nederland is de gemiddelde uitvalsduur gestegen van 19 minuten per jaar in 1996, naar 27 minuten in 2000 en 31 minuten per laagspanning-afnemer in 2002²⁵ [Smit, 1997; EnergieNed, 2002, Nuon, 2003]. Na een lichte daling in 2004 tot gemiddeld 24 minuten, betrof dit voor 2005 gemiddeld 27 minuten.

Dit behoort nog tot de kortste van Europa. Het uitmiddelingseffect mag niet uit het oog verloren worden. In oude centra van steden, maar ook in sommige andere delen van het net is de uitval meer dan het dubbele van het landsgemiddelde²⁶.

Volgens de theorie van dynamische systemen en de principes van lineaire systemen geldt, dat bij de elektriciteitsinfrastructuur kleine oorzaken vaak grote gevolgen hebben²⁷ [Scheffer, 1993; Smit, 1997]. De introductie van nieuwe technologie, zoals de 3^{de} generatie draadloze voorzieningen, internet met hoge snelheid en draadloze landverbindingen, bevorderen de vraag naar noodstroomvoorzieningen [Quist, 2002b]. Bedrijven, en in sommige gevallen ook particulieren, willen steeds minder afhankelijk zijn van (alleen) een centrale stroomvoorziening met haar (niet beïnvloedbare) risico's [Timmeren, 1999b]²⁸.

3.2.3

actoren in de energieketen

De structuur van de energieketen is complex. Iedere 'schakel' heeft een sterke samenhang met het geheel, maar opereert in een andere context en vraagt daarom een andere benadering. Voor de continue en betrouwbare balans ten behoeve van de levering van de elektriciteit is TenneT verantwoordelijk; voor gas, de Gasunie. De elektriciteitswet bevat geen centrale bepalingen over productie en planning.

²⁰ Dienst Uitvoering en Toezicht Energie: de dienst die toeziet op onafhankelijk netbeheer en ook de tarieven vaststelt die stroombedrijven mogen rekenen aan burgers en ondernemers voor het beheer van stroomnetten.

²¹ In de V.S. is ruim 30% van de transformatoren ouder dan 30 jaar, in Nederland nog maar 10%. De huidige problemen in de V.S. met de verouderde infrastructuur, en herhaalde uitval in grote gebieden, zijn een indicatie voor de mogelijke negatieve consequenties.

²² Gemiddeld bedragen de onderhoudskosten per jaar 1% van de stichtingskosten, wat neerkomt op honderden miljoenen Euro's per jaar. De verwachting is dat het daar niet bij zal blijven.

²³ RWE is een commercieel bedrijf en één van de grootste energie aanbieders op de wereldmarkt.

²⁴ "De energieleveranciers kunnen

minder in hun technische voorzieningen investeren omdat een flink deel van het budget aan het winnen van klanten opgaat. Door de krappe financiën plegen ze minder onderhoud, waardoor steeds vaker storingen als korte onderbrekingen, schommelingen in spanning en frequentie en hogere harmonischen ontstaan" [Quist, 2002b].

²⁵ Van deze 19 minuten uitval (in 1996) waren slechts 2 minuten het gevolg van een zogenaamde hoogspanningsstoring [Smit, 1997]; de rest van de storingen komt uit het middenspannings- en, in mindere mate, uit het laagspanningssegment.

²⁶ In 2004 waren er in totaal 16.436 stroomstoringen in Nederland. Een gemiddelde storing trof 145 afnemers per keer [EnergieNed, 2005]. Dit betekent dat gemiddeld een klant eens in de drie jaar problemen bij stroomleverantie ervaart.

²⁷ Uitval op een bepaalde plek zal al snel leiden tot uitval in een

gro(o)t(er) gebied. De meeste storingen duren volgens RWE Solutions ruim genomen 10 tot 100 milliseconden en lijken daarmee niet relevant. Het tegendeel is echter steeds vaker het geval omdat een spanningsval van slechts 20% die maar zo'n 100 milliseconden duurt al voor kettingreacties met vergaande gevolgen kan zorgen bij bepaalde bedrijven- en industrieën (en indirect ook voor eindgebruikers). Vooral bedrijven die sterk afhankelijk zijn van zgn. 'servers' zijn kwetsbaar. De laatste jaren is er een flink stijgende vraag naar netonafhankelijke noodstroomvoorzieningen. De toenemende opslag van elektronische gegevens en de noodzaak van het continu blijven draaien van steeds meer (en steeds kleinere) servers werken dit in de hand [Quist, 2002b].

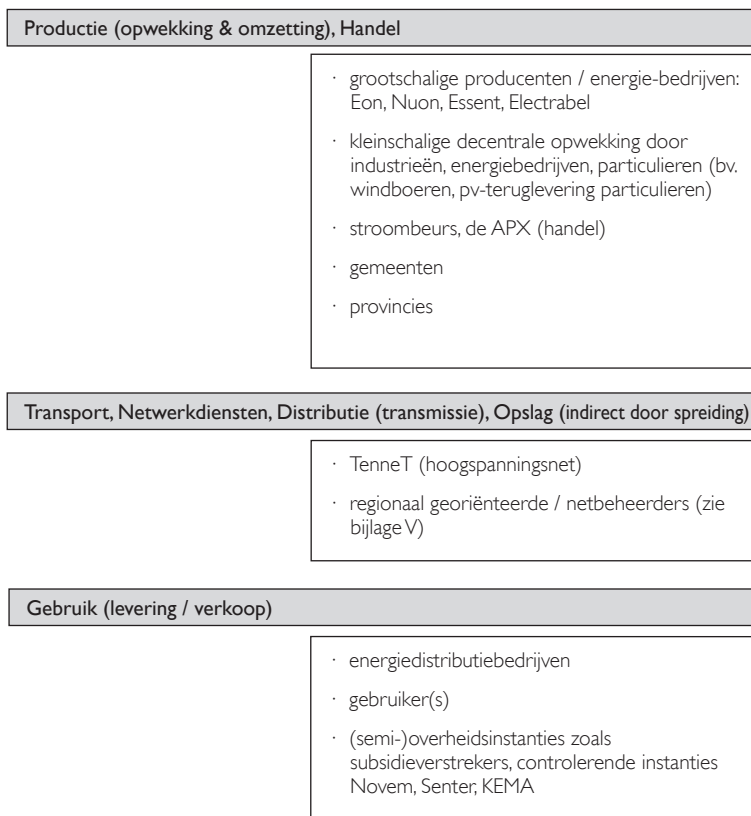
²⁸ Ondanks de gedateerdheid van de bron is het van belang Lovins stelling te poneren dat, voor elektrische

Er is (nog) geen sprake van een overkoepelende verantwoordelijke (coördinerende) partij voor de verschillende energiedragers, zodat het publieke belang niet steeds op de eerste plaats komt²⁹. De structuur van het technologisch raamwerk voor de realisatie van een energie-infrastructuur voor een deelgebied is als volgt: Op basis van de gekozen apparaten wordt eerst de vraag naar energiedragers op woningniveau bepaald (aardgas, elektriciteit / warmte), en vervolgens wordt met behulp van transportverliezen aan de ingang van de wijk de vraag bepaald³⁰. Uiteindelijk gaat alleen elektriciteit en/of aardgas de wijk in, en evt. elektriciteit de wijk uit.

De opbouw van de elektriciteitsketen in Nederland kent vier onderdelen, maar door de liberalisering is het eenvoudiger een driedeling te maken.

Figuur 3.4

Belangrijkste actoren in de energieketen



Elke vorm van productie vraagt veel kennis en technologie en is in de huidige configuratie kapitaalintensief, met hoge financiële risico's. Ze is daarbij niet aan grenzen gebonden. Distributie, transport en transmissie hebben een lager financieel risico en over het algemeen een lager schaalniveau (nationaal, regionaal, lokaal). Dit onderdeel is bovendien monopolistisch en overheidsgeruleerd.

Het gebruik is lokaal. Verkoop is te omschrijven als laagdrempelig. Diverse energiebedrijven verschillen onderling aanmerkelijk. Het meest eenvoudige energiebedrijf is de kleine producent³¹. De grote producenten zijn veelal gelieerd aan een energiebedrijf, en draaien een zgn. basislast³². Dan zijn er de (energiebeurs) handel (APX), waar (tussen)handelaren

energie inkopen en verkopen ‘achter hun monitor’, en de ‘pure’ leveranciers: deze ‘leveren’ aan klanten op de beurs ingekochte stroom. Ze betalen de energieprijzen van het moment, een vastrecht voor het gebruik van het net en een aantal andere belastingen³³. Tenslotte nog de ‘gekoppelde leveranciers’ met netbeheerder (Essent, Eneco, Nuon, e.a.)³⁴.

Voor het realiseren van nieuwe al dan niet afgezonderde netten zijn er twee mogelijkheden waarop energiebedrijven worden ingeschakeld. Alles kan worden ontwikkeld door de projectontwikkelaar, de gemeente, de aannemer en/of de verschillende adviseurs³⁵ waarbij in de laatste fase het energiebedrijf wordt ingeschakeld om de aansluitingen te realiseren³⁶. Wanneer gemeente of ontwikkelaar een niet-conventioneel net wil, bijvoorbeeld een warmtenet, wordt over het algemeen een aanbesteding uitgeschreven waarop energiebedrijven, maar ook installatiebedrijven kunnen inschrijven³⁷. Het is ook mogelijk dat energiebedrijven in een eerdere fase betrokken raken bij een project. Uitgangspunt is dat de energiebedrijven ‘de spin in het web zijn’ voor wat betreft de nutsvoorzieningen en belendende zaken³⁸.

systemen en ook sommige fossiele systemen, de distributie meer dan de helft van de totale kapitaalkosten voor haar rekening neemt en de administratie een groot deel van de totale exploitatiekosten betreft. Volgens hem bestaat globaal de helft van een gemiddelde elektriciteitsrekening uit vaste distributiekosten om overhead kosten van het wijdvertakte energiestelsel te betalen [Lovins, 1977]

²⁹ De Energieraad pleit de instelling van een nieuwe onafhankelijke partij, die moet zorgen voor onderhoud, controle en eventuele aanpassing (los van netbeheerders en producenten, maar ook onafhankelijk van de tariefregulering, en de DTe).

³⁰ Als sprake is van bijvoorbeeld collectieve warmtelevering wordt deze aan de ingang van de wijk geproduceerd (evt. gepaard gaand met elektriciteitsproductie).

³¹ Variërend van boeren met (relatief) grote windmolens, tuinbouwers met kassen en WKK tot particulieren met pv teruglevering. Het aangeleverde vermogen varieert, en in geval van overaanbod van dergelijk ‘energiebedrijven’ vormt de in hoofdstuk 2 besproken stabiliteit van het net (de continuïteit en/of leveringszekerheid) een probleem. Bij een tekort aan teruglevering zijn snel op te starten gasturbines een oplossing. Probleem (binnen de geli-

beraliseerde markt) is wie dergelijke investeringen moet betalen.

³² Goedkoop en veel vermogen.

³³ Energieprijzen schommelen soms dermate dat grote verliezen gemaakt worden als zo’n ‘pure leverancier’ (instelling die afneemt via de stroombeurs en doorverkoopt aan particulieren en bedrijven) een paar slechte momenten doormaakt. Als dan te weinig financieel vermogen achter de hand is (of andere inkomsten) bestaat relatief snel de mogelijkheid van faillissement.

³⁴ Uit de jaarverslagen is te concluderen dat deze bedrijven vooral verdienen op onderhoud van het net: de winst op investeringen (circa 7%) is hoger dan de winst op ‘sales’ (1 tot 2%) [Arets, 2004]. Dit impliceert dat op termijn door ‘economisch’ onderhoud, netwerken en daarmee de leveringszekerheid, negatieve gevolgen ondervinden.

³⁵ Vaak in een gezamenlijk traject met andere nutsvoorzieningen.

³⁶ Gezien de ontwikkeling van de markt is er nauwelijks volledig vrije concurrentie. Ofschoon we spreken van een vrije markt gaan energiebedrijven bijvoorbeeld nagenoeg nooit, in de regio van een ander, kleine netten aanleggen (en onderhouden). Dit heeft niets te maken met afspraken maar vooral met het onderhouden van het net en de service bij storingen. Service ter plaatse moet binnen

vastgestelde tijd verleend worden: de ondersteuning van een net, met bijv. een relatief klein aantal aansluitingen (zeg 50) op 50 kilometer van het servicecentrum wordt daardoor moeilijk, terwijl het opzetten van een servicecentrum dichterbij financieel niet rendabel is (tenzij het om honderden aansluitingen gaat) [Arets, 2004]. Dit impliceert de noodzaak van, of meer controle (in wezen ongewenst) of een andere organisatie.

³⁷ Voor energiebedrijven is dit minder interessant aangezien ze veelal duurder zijn dan installatiebedrijven. De verklaring daarvoor is dat de energiebedrijven zelf investeren en exploiteren en dus gebaat zijn bij een goed werkend systeem van hoge kwaliteit (ook op lange termijn), zodat ze op lange termijn (15 jaar) de investering terugverdienen. Installateurs daarentegen investeren nagenoeg nooit, dat doet de ontwikkelaar of de woningcorporatie. Over het algemeen ligt bij de installateur minder nadruk op de kwaliteit van het systeem over 5 tot 15 jaar. Na verloop van tijd (1 tot 5 jaar) blijkt het voor de ontwikkelaar of corporatie niet interessant te zijn om een dergelijk net te exploiteren en te onderhouden, waarna men weer terecht komt bij het energiebedrijf. Die gaat vervolgens voor de overname eisen stellen aan het systeem wat leidt tot relatief hoge aanpassingskosten [Arets, 2004].

Relaties tot de energie infrastructuur

Het basisonwerp van de energie-infrastructuur wordt gemaakt door het energiebedrijf, al dan niet in overleg met de gemeente en projectontwikkelaars. De vraag, hoe de warmtevoorziening voor ruimteverwarming op te lossen, en hoe warm tapwater te verkrijgen, zijn belangrijke aspecten. Naast de initiële keuze³⁹ bestaat voor de bewoners en/of energieleveranciers tijdens de gebruiksfase (altijd) de mogelijkheid de installatie te vervangen of een overstap te maken naar een andere energieleverancier of energiedrager. Daarnaast is de wijze waarop de conversieapparatuur wordt gebruikt vrij invulbaar. Soms is de keuze beperkt. Bijvoorbeeld als in de bestaande configuratie gekozen is voor de aanleg van een warmte-distributienet (op wijkschaal) en/of als geen aardgasnet is aangelegd. In dat geval valt niet te kiezen voor een andere leverancier. Warmteopwekking in de individuele woning, indien technisch mogelijk, kan dan alleen tegen hoge kosten. Wanneer de warmteopwekking van aanvang af in de woning plaats vindt, biedt de aanwezigheid van een gas- en elektriciteits-aansluiting de meeste keuzemogelijkheden van leverancier en type installatie.

De belangrijkste actoren tijdens de keuze voor de configuratie van de energie-infrastructuur en tijdens de levenscyclus ervan, zijn: de gemeente, de energiebedrijven en netbeheerders, de projectontwikkelaars en de gebruikers (bewoners) en/of (particuliere) producenten. Doordat mensen tegenwoordig meer milieubewust worden gaan ze steeds meer persoonlijke eisen stellen aan hun woning en leefomgeving, ook op het gebied van de energiesystemen en bijbehorende infrastructuur. Dit kan, in combinatie met de grotere vrijheid van keuze door de liberalisering van de energiemarkt, leiden tot een (grotere) diversiteit aan systemen en dus tot meer duurzame varianten, die daardoor goedkoper kunnen worden. De bewoner heeft naast persoonlijke financiële belangen dus indirect maatschappelijke belangen bij de individuele keuze voor woning en/of woongebied.

3.2.4

elektriciteit infrastructuur

Een punt dat aandacht verdient bij elektriciteit is de waardering ervan⁴⁰. Dit is nodig omdat elektriciteit een secundaire energiedrager is⁴¹.

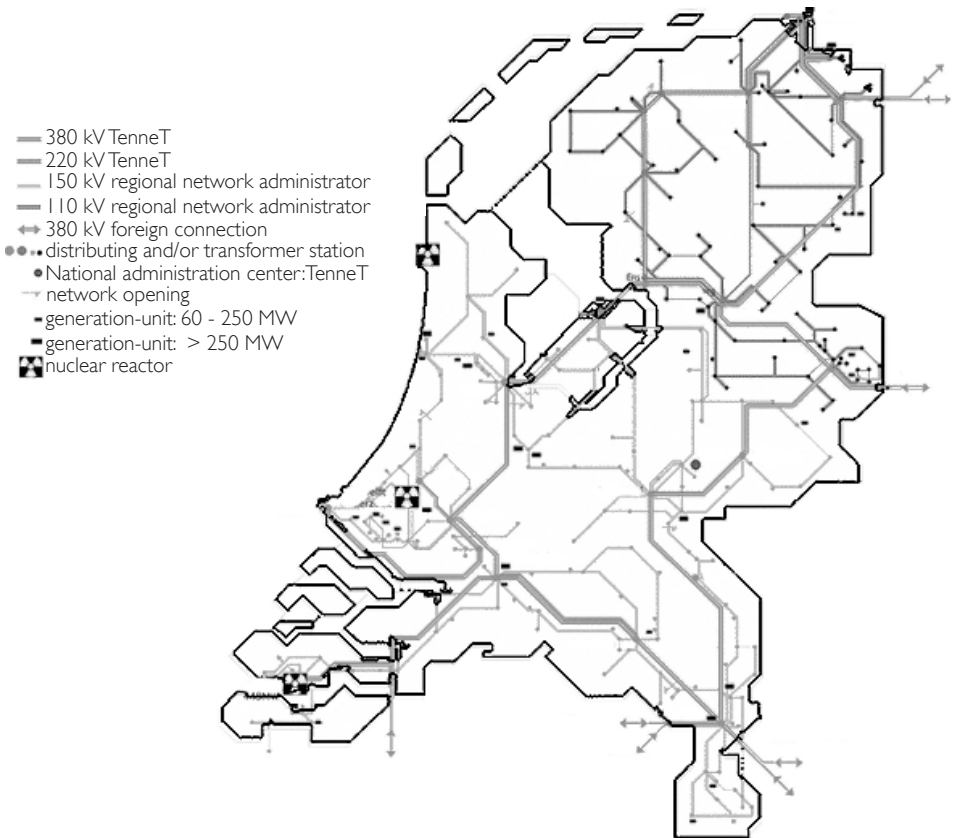
Het huidige systeem van elektriciteitsopwekking en distributie heeft de volgende kenmerken:

- centrale organisatie;
- (grotendeels) centrale opwekking;
- nagenoeg geheel wisselspanning;
- grotendeels bovengronds (HS en MS), LS ondergronds⁴²;
- beperkte mogelijkheden voor vervanging door hernieuwbare bronnen⁴³;
- weinig mogelijkheid tot productdifferentiatie;
- beperkte (en feitelijk slechte) mogelijkheden tot opslag;
- beperkte mogelijkheden transport over langere afstanden;
- door capaciteitsbeperkingen in netwerken is (nationaal en regionaal) sprake van congestie, en dus van restricties⁴⁴;
- de productie is kapitaalintensief en risicovol (lage prijselasticiteit op korte termijn, hoog publiek profiel en variabele vraag in de tijd).

Samengevat valt dit te omschrijven als een paradigma die bestaat uit een centraal geregelde opwekking, verwerking (productie) en distributie waarbij het draait om de inzet van ‘harde’ technologie.

Figuur 3.5

Hoofdnet elektriciteit Nederland



³⁸ Naast de watertoelevering en de communicatienetten (CAI, KPN) betreft dit vaak openbare verlichting, beveiligingssytemen en installatievoorzieningen.

³⁹ Duurzaamheids- en veiligheidsaspecten worden ook door het energiebedrijf gecoördineerd.

⁴⁰ Voor een samenvatting van de deelstudie elektriciteit zie bijlage III.

⁴¹ Elektriciteit wordt opgewekt uit andere energiedragers. De energiedrager die hiervoor gebruikt wordt, bepaalt in sterke mate hoe schoon de elektriciteit is.

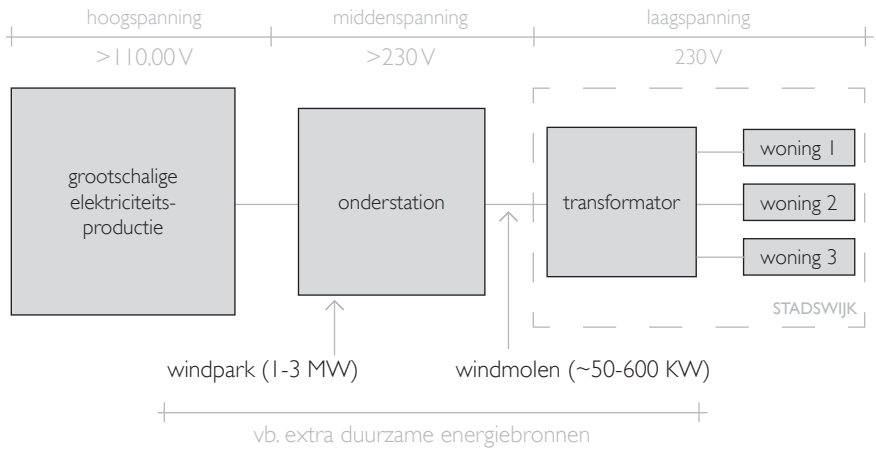
⁴² Bij hoogspanning (alle voltages boven de door het net geleverde) worden de volgende grenzen aangehouden: HS: hoogspanning (380kV-220kV) / MS: middenspanning (~150kV) / LS: laagspanning (10kV-220V). Mogelijk verwarrend is dat vanaf het moment van afname voltages tussen 12V en 60V als laagvoltage worden aangeduid (in vergelijking met de standaard 230V).

⁴³ Door de relatief grote onregelmatigheid van deze energiebronnen (hoge pieken) en de beperkingen van de transformatoren om dit op te vangen (zie ook h.3.2.2).

⁴⁴ Dit betreft vooral de internationale verbindingen. Deze verbindingen dienden in eerste instantie alleen voor ondersteuning in geval van calamiteiten. Al voor de liberalisering werden ze gebruikt voor structurele stroomuitwisseling. In Europa is de capaciteit voor grensoverschrijdend transport van elektriciteit gemiddeld 9%, terwijl Nederland ca. 20% over de grens transporteert (importeert) [AER, 2003d].

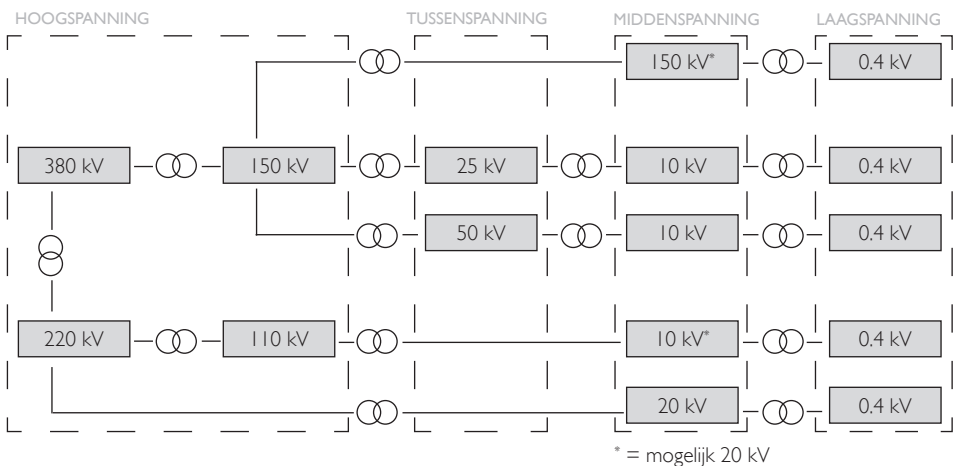
Figuur 3.6

Schema elektriciteitsnet



Figuur 3.7

Electriciteitsnet varianten



Binnen dit systeem van verwerken zijn de volgende 'technologische trajecten' (keuzes) bepalend:

- het heersende ontwerp voor de opwekking is op centraal niveau in kolen- en (met name) gasgestookte energiecentrales, WKK of Biomassa en mogelijk grote windparken (1-3 MW), aangevuld met enkele windmolens (tussen MS en LS; van 50 – 600kW)) en beperkte PV toepassingen⁴⁵ en decentrale windmolens (<50kW) (LS);
- het heersende ontwerp voor het transport is gestandaardiseerd en gedeeltelijk overgedimensioneerd met (standaard) reservecapaciteit;
- grootschaligheid;
- opwekking, transport en beheer is in handen van private partijen (waarvan de helft verticaal geïntegreerd)⁴⁶ ;
- de bedrijfssector kent een gestage omzetgroei (van 1998 tot eind 2002 ca. 15%), waarvan

1/3 in het buitenland wordt gerealiseerd en ca. 15% omzet a.g.v. horizontale integratie (andere dan energie activiteiten) [AER, 2003d];

- het ontstaan van markten met statische concurrentie wordt door de grote marktspelers bewust nagestreefd om het eigen strategisch gespreide bezit aan productiecapaciteit maximaal winstgevend te maken [Strategy Academy, 2003];

3.2.5

gas infrastructuur

De gassenstelling is een belangrijke parameter voor de infrastructuur⁴⁷ omdat aardgas in meerdere kwaliteiten gewonnen wordt⁴⁸. Voor elk van de gaskwaliteiten zijn er specifieke netwerken (Figuur 3.8).

Ook bij het (aard)gasnet is sprake van een centraal netwerk. Een groot verschil met het centrale elektriciteitsnet is dat bij de exploitatie van een gasveld rekening gehouden moet worden met de capaciteit van het (gehele) aangesloten leidingnetwerk⁴⁹. Centraal probleem is dat er (binnen de Europese markt) geen effectieve, zogeheten dynamische concurrentie is aangezien de productiecapaciteit en de vraag niet goed op elkaar aansluiten.

Het huidige systeem van gaswinning en distributie heeft de volgende kenmerken:

- centrale organisatie;
- centrale winning;
- alleen aardgas (op enkele voor industriële toepassingen bedoelde afgescheiden netten na is er geen sprake van andere gassoorten);
- volledig ondergronds;
- (beperkte) mogelijkheid voor vervanging door hernieuwbare bronnen;
- weinig mogelijkheid tot productdifferentiatie (alleen d.m.v. parallelle infrastructuur);
- geen 'gas-to-gas' concurrentie; alleen concurrentie met andere energiedragers;
- beperkt stuurbaar;
- voorlopige dominantie door één marktpartij (Gasunie).

Samengevat te omschrijven als een paradigma die bestaat uit centraal geregelde winning, verwerking (productie) en distributie waarbij de inzet van 'harde' technologie de kern vormt.

⁴⁵ PV toepassingen: foto voltatische toepassingen.

⁴⁶ Onder verticale integratie wordt verstaan het in beheer hebben door één partij (of vergaande verweving c.q. samenwerking van meerdere partijen) van de verschillende onderdelen van één keten (opwekking, distributie, levering). Horizontale integratie bestaat uit het in beheer hebben van één ketenonderdeel (bijv. distributie) van meerdere ketens.

⁴⁷ Voor een samenvatting van de deelstudie gas infrastructuur zie achtergrondstudie bijlage III.

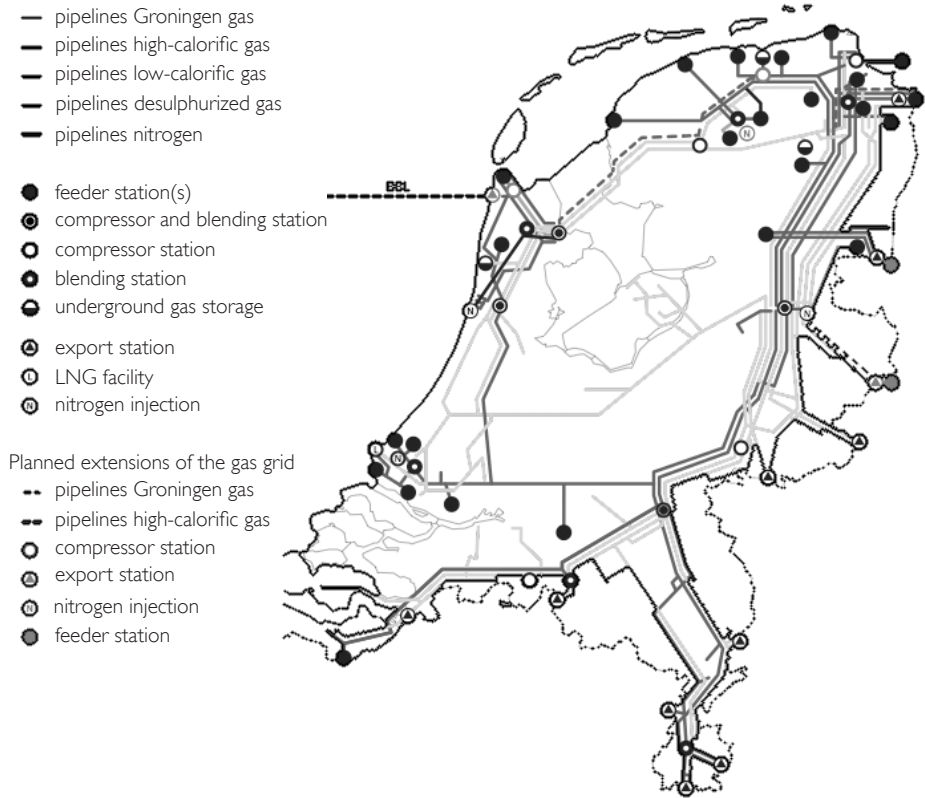
⁴⁸ Onderscheiden worden laagcalorisch- en hoogcalorisch gas (L-gas, resp. H-gas). Een groot deel van het in Europa aangeboden gas is hoogcalorisch. Ook het Nederlandse gas uit de 'kleine velden' is H-gas. Het 'Groningen gas' behoort echter tot de laagcalorische gassen. Naast de netwerken voor H-gas, L-gas en het 'Groningen gas' zijn er in Nederland nog deelnetwerken (schaalniveau 6)

voor 'desulpharized gas' en stikstof. In totaal (anno eind 2004) tellen we 10 export-verbindingen, naar België en Duitsland, terwijl 2 nieuwe export-verbindingen (Duitsland en V.K.) gepland zijn [GTS, 2005].

⁴⁹ De uitstroom van gas is bij de meeste gasvelden beperkt stuurbaar. De regeling vindt plaats via in het netwerk opgenomen grootschalige (ondergrondse) opslag (in Nederland gesitueerd op 3 plekken), die daarmee een essentieel onderdeel vormt van de infrastructuur.

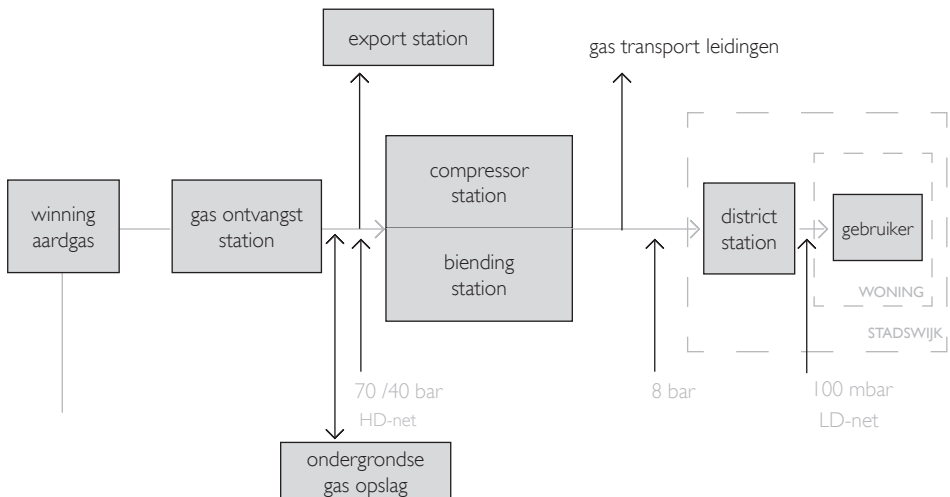
Figuur 3.8

Hoofdnetswerken gasinfrastructuur Nederland



Figuur 3.9

Schema aardgasnet



Binnen dit systeem van verwerking zijn de volgende ‘technologische trajecten’ (keuzes) bepalend:

- het gekozen systeem van winning en transport vindt plaats op centraal niveau, en wordt via centrale verdeelpunten vertakt getransporteerd;
- het systeem voor het transport is gestandaardiseerd en gedimensioneerd naar de verwachte vraag(maxima); sturing vindt plaats door middel van opslagcapaciteit (nagenoeg altijd ondergronds, zoals bijv. in aquifers);
- grootschaligheid;
- winning grotendeels in overheidshanden, ca. 20% door zelfopwekking (industrie); transport en beheer is (gedeeltelijk) in handen van private partijen;
- grotere geopolitieke afhankelijkheid, door een verwacht structureel aardgastekort binnen de Europese markt in de komende jaren; aanvulling uit ‘verre’ gebieden (lange transportafstanden, grote investeringen)⁵⁰.

3.2.6

warmwater infrastructuur

Op buurt- of wijkniveau vormt het realiseren van een gemeenschappelijk warmtenet⁵¹ een verschuiving in de aanvoer van gas of elektriciteit voor boilers of CV ketels naar directe toevoer van warmte⁵². In Nederland zijn relatief weinig warmtenetten⁵³.

Voor de eindgebruikers, met (Hoog Rendement)ketels, is vervanging door een gemeenschappelijk systeem, dat relatief veilig, betrouwbaar, en minder onderhoudsgevoelig is⁵⁴ een belangrijk voordeel. HR ketels hebben bepaalde (door de gebruikers zelf bij te houden) onderhoudseisen en hebben een korte levensduur [Urbed, 2001]. Van groter belang is de relatief eenvoudige inpassing van meerdere (duurzame) energiebronnen tegelijkertijd. De verschillende pieken- en dalen in de energievraag kunnen dan eenvoudiger worden afgestemd op de opwekkingspieken (en dalen). Bij kleinschalige warmte/kracht koppeling (WKK) geldt dat het gezien kan worden als een flexibel systeem⁵⁵.

Warmtedistributie is een gesloten systeem van aan- en afvoer van water. Vanuit een warmte-generator wordt de warmte naar een aantal regelstations geleid. Dit is het primaire net. Via regelstations gaat de warmte in het secundaire net naar de verbruiker⁵⁶ (Figuur 3.10).

⁵⁰ Volgens scenario’s van de Europese Commissie [2000] wordt vanaf 2010 meer verbruikt dan intern geproduceerd, en dus is import van aardgas in Europa vanuit geografisch verder afgelegen, en geopolitiek gevoelige locaties noodzakelijk.

⁵¹ Voor een samenvatting van de deelstudie warmtenetten zie bijlage III.

⁵² De vraag naar warmte, uitgedrukt in energie-eenheden, is op de schaal van een regio ongeveer vier maal zo groot als de vraag naar elektriciteit [Künneke et al., 2001].

⁵³ De gecombineerde lengte van de (in 2001) 39 warmtenetwerken is ruim 3000 kilometer, met ca. 220.000 aangesloten afnemers. De lengte van de transportnetten bedraagt 475 km, de distributienetten 2600 km.

⁵⁴ Een bijkomend voordeel is dat het, door de verandering naar warmte bemetering als vorm van ‘eindgebruik’ bemetering (in plaats van de conventionele gas of elektriciteit bemetering), eenvoudiger aangepast kan worden op zogenaamde intelligente systemen [Urbed, 2001].

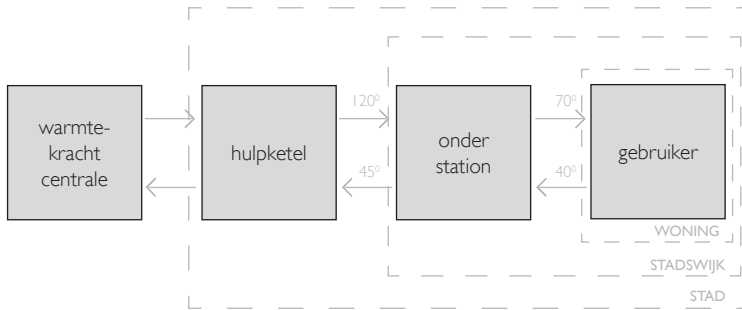
⁵⁵ Het kan een warmtebron vormen voor een cluster van 300 woningen

(met dichtheden van 30 woningen per hectare, beschouwd als globale ondergrens voor warmtelevering), maar ook de warmtebron in de startfase van wat in de toekomst een grootschalig systeem wordt.

⁵⁶ Voor collectieve warmtelevering zijn de transportverliezen te stellen op ca. 16% van de warmtevraag voor ruimteverwarming en warm tapwater, wat neerkomt op 5 GJ. Alleen bij de optie van lage temperatuur warmtedistributie dalen de verliezen per woning, omdat het temperatuurverschil tussen leiding en omgeving afneemt [Beeldman, 1997].

Figuur 3.10

Schema warmwaternetwerken



De warmtevraag voor ruimteverwarming is seizoengebonden. Bij toepassing van een warmwatersysteem voor alleen de ruimteverwarming gedraagt de opwekkingscentrale zich als een (decentrale) elektriciteitscentrale⁵⁷. Dit aspect van lokale energievoorziening kan zowel voor- als nadelig zijn bij het huidige proces van liberalisering. Enerzijds geldt dat het distributiebedrijf van het warmtenet een monopoliepositie heeft, doordat het een lokale energievoorziening betreft, anderzijds dat het vrijwel altijd gehanteerde NMDA principe⁵⁸ risico's met zich meebrengt, omdat de opbrengstenkant voor een bedrijf van warmte-distributie gebonden is aan de aardgasprijs.

3.3

Sanitatie infrastructuur

3.3.1

begripsbepaling

Binnen de sanitatie infrastructuur wordt de volgende onderverdeling aangehouden: water gerelateerde stromen en (vast) afval gerelateerde stromen (zie ook hoofdstuk 2.2).

Transportvarianten van watergerelateerde stromen in de gebouwde omgeving zijn:

- drinkwater,
- huishoudwater,
- warm water (zie h.3.2.6),
- afvalwater (in diverse samenstellingen).

De aanwezige watertransportnetten zijn in de gebouwde omgeving in te delen als:

- watertoevoernetten (drinkwater, huishoudwater, regenwater, etc.) (zie h.3.3.4)
- waterafvoernetten (zwart water, grijswater, etc.) (zie h.3.3.5)

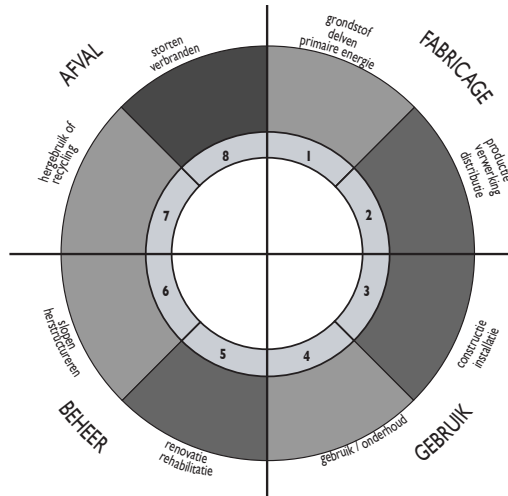
Ten aanzien van de (vaste) afval gerelateerde stromen geldt dat in de twintigste eeuw veel is veranderd, vooral rond de (vaste)afvalverwerking in steden. Aan het begin van de eeuw brachten de milieuhygiënische problemen veel gemeenten er toe een eigen reinigingsdienst op te richten. Tegelijkertijd nam de hoeveelheid en de complexiteit van het afval- en de afvalregelgeving enorm toe⁵⁹.

In tegenstelling tot de energiestroom en waterstroom is bij de vaste stoffen afvalstroom in Nederland (op een enkele uitzondering na) geen eigen vaste (fysieke) infrastructuur voor het transporteren van afval van veroorzakers naar de verwerkers op een schaalniveau hoger dan dat van een gebouw of ensemble van gebouwen.

Daarentegen zijn er wel verzamelpunten voor gescheiden afvalstromen (op verschillende schaalniveaus), vanwaar de afvalstromen c.q. fracties geconcentreerd vervoerd worden naar de afvalverwerking.

Figuur 3.11

Swiss Roll Eco-label systeem



1	Lage milieubelasting	Elektriciteitsverbruik Belasting van de lucht	5	Middelgrote milieubelasting	
2	Middelgrote milieubelasting		6	Lage milieubelasting	Afval Transport
3	Middelgrote milieubelasting		7	Lage milieubelasting	Sociale aspecten Waterbelasting
4	Lage milieubelasting	Gezondheid Sociale aspecten	8	Hoge milieubelasting	Landschapsvervuiling Flora en fauna Afval

⁵⁷ In de zomer wordt door de kleine opwekkingscentrale elektriciteit geleverd aan het centrale net.

⁵⁸ Het ‘nmda’, of “niet-meer-dan-anders” principe zorgt ervoor dat de kosten voor de gebruiker niet hoger liggen dan wanneer dezelfde warmtevraag opgelost zou worden met (individuele) aardgas voorziening. Een lagere gas- en/of elektriciteitsprijs zou door het nmda principe ook moeten leiden tot een lagere warmteprijs voor de consument, maar dit kan de exploitatie van het warmtenet onder druk zetten. Het aandeel brandstofkosten in de totale kosten van een warmtenet zijn namelijk laag. De kosten van een warmtenet bestaan vooral uit

kapitaallasten. De hoge investeringen brengen dan meer risico’s met zich mee, die voor een commercieel ingesteld bedrijf minder aantrekkelijk zijn.

⁵⁹ Door de veelheid van stortterreinen en de problematiek van de stof en de dioxine, die bij verbranding vrij komt, ontstaat een sterke bodem- en luchtverontreiniging. Rijk en provincies gaan zich daarom in toenemende mate bemoeien met de afvalproblematiek en de begeleidende infrastructuur. Zo wordt in de jaren zeventig van de 20e eeuw de Afvalstoffenwet en de Wet Chemische Afvalstoffen van kracht, komt er een planning en sanering van stortplaatsen en verbrandingsinstallaties, en worden vergun-

ningsvoorwaarden aangescherpt. Parallel hieraan start een ambitieus programma voor preventie en hergebruik. In 2002 is het Landelijk Afvalbeheersplan geïntroduceerd. Hierin zijn taken en bevoegdheden omschreven van partijen die verantwoordelijk zijn voor de uitvoering (zoals de zorgplicht van de gemeenten en de producenten-verantwoordelijkheid). De producenten zijn (o.m.) verantwoordelijk voor het beheer van de producten die door hen op de markt zijn gebracht en die in het afvalstadium komen. Het Rijk krijgt een sturende functie middels het stellen van regels. Zo zijn 30 sectorplannen opgezet binnen dit Landelijke Afvalbeheersplan [Hoek, 2002].

De Nederlandse overheid publiceerde al in 1980 als onderdeel van het Nationaal Milieubeleidsplan een algemene voorkeursvolgorde voor de verwijdering van afval voor de vier recyclingcategorieën. Deze voorkeursvolgorde wordt genoemd “de Ladder van Lansink”⁶⁰. Over de volgorde bestaat consensus⁶¹ [Baas, 1998]. In 2000 is deze ladder op basis van berekeningsmethoden zoals ‘Life Cycle Assessment’ en ‘Eco cost Value Ratio’ door Kristinsson [et al.] uitgebreid (‘Ladder van Delft’).

Figuur 3.12

Voorkeursvolgorde voor de verwijdering van afval



Ingezet door Lansink, vindt de laatste jaren een hernieuwde discussie⁶² plaats over herziening van het afvalbegrip [Grafhorst, 2003]. Voorgesteld wordt een opsplitsing in twee hoofdcategorieën [PWC, 2004]:

- *verwijdering / 'waste for removal'*; gevaarlijk afval (permanente opslag of zo mogelijk verbranding) en onbruikbaar afval (functionele opslag), en
- *hergebruik / 'waste for recovery'*; brandbaar afval (t.b.v. opwekking energie) en herbruikbaar afval (secundaire grondstoffen, halffabrikaten).

3.3.2

probleem analyse sanitatie infrastructuur

Nederland kent op het gebied van (afval)waterbeheer een geschiedenis van drooglegging inpoldering en snelle afvoer van regen-, kwel- en oppervlaktewater via technische- en natuurlijke (infra)structuren (Figuur 3.13). Het stedelijk watersysteem is bij de ruimtelijke ordening al wel een belangrijk stedelijk structurelement, maar is in Nederland in de praktijk nog (steeds) te eenzijdig specialistisch, en wordt nog steeds te weinig integraal vertaald⁶³.

Door de verstedelijking neemt het verharde oppervlak nog steeds toe en wordt relatief schoon regenwater⁶⁴ nog (te) vaak direct afgevoerd, waardoor het niet voldoende de kans krijgt om ter plaatse de bodem te infiltreren en het grondwater aan te vullen.

Als (afval)water van een bepaalde locatie wordt afgevoerd naar verdergelegen gebieden en het uiteindelijk wordt geloosd op het oppervlaktewater, heeft dit effect op de waterbalans in beide gebieden⁶⁵.

Figuur 3.13

Globale waterbalans van Nederland (in mld. m³/jaar)

Het kwantitatieve waterbeheer heeft ook gevolgen voor de waterkwaliteit: in droge perioden ontstaan watertekorten waardoor gebiedsvreemd water wordt ingelaten, wat vaak leidt tot verslechtering van de waterkwaliteit in het gebied. Er ontstaat afhankelijkheid van andere watervoorraden, zoals boezemwater of soms zelfs drinkwater.

⁶⁰ De voorkeursvolgorde is genoemd naar de initiatiefnemer Ad Lansink, Nederlands parlements lid voor het CDA van 1977 tot 1998.

⁶¹ De concrete doelstelling van de afvalsturing om deze voorkeursvolgorde te bewerkstelligen is omstreeden. Dit komt omdat het systeem van marktbescherming, gebaseerd op 'capaciteitsplanning met gedwongen winkelnering' (zoals oorspronkelijk bepaald in de Afvalstoffenwet in 1979), twee dimensies omvat. Allereerst de 'verticale dimensie'; de beleidsmatige vraag op welke trede van de 'ladder van Lansink' het afval wordt verwerkt. Ten tweede de 'horizontale dimensie'; de bedrijfsmatige vraag op welke locatie de verwerking plaats vindt [Baas, 1998].

⁶² Achtergrond is de noodzaak van een Level Playing field in Europa, de

willekeur in de huidige regelgeving, uitspraken van het Europese Hof, de economische betekenis van afvalbewerking en hernieuwde wetenschappelijke inzichten [Tieman, 2003; PWC, 2004].

⁶³ In het denken over duurzame stedelijke waterbeheersing worden wel integrale waterplannen opgesteld, maar in de uitvoering wordt nog meestal een eenduidige relatie gelegd tussen het verbeteren van de waterkwaliteit en het verminderen van bijvoorbeeld de hoeveelheid verharde oppervlakte en de aanleg van het verbeterd gescheiden rioolstelsel: deelproblemen van het stedelijk watersysteem worden ieder op zich geoptimaliseerd, maar nog steeds te weinig wordt het integrale geheel, in wederkerige samenhang met structurele veranderingen in de ruimtelijke ordening, verbeterd.

⁶⁴ Het water komt op twee manieren in het stedelijk watersysteem: (1) in de vorm van neerslag (een discontinue stroom), en (2) water dat geleverd aan huishoudens en industrie, na gebruik geloosd wordt (en als stroom relatief continu te noemen is). Het regenwater valt als relatief schoon water op het schaalniveau van de woning en verplaatst zich via wijk en stad, om uiteindelijk op het schaalniveau van de grote stroomgebieden te worden tot een diffuus probleem.

⁶⁵ Op de oorspronkelijke locatie zal het grondwaterniveau naar alle waarschijnlijkheid zakken, wat leidt tot een noodzakelijke irrigatie van het land. Het daarvoor benodigde water wordt weer onttrokken aan natuurlijke waterbronnen, waardoor de situatie verslechtert [Wilderer, 2001].

De milieucompartimenten water en bodem worden daarbij regelmatig belast met een overmaat aan vermestende en verontreinigende stoffen. De Rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI) kunnen de toevoer van grote hoeveelheden regenwater tezamen met het huishoudelijk afvalwater niet aan, waardoor het zuiveringsrendement verslechtert [Werner et al., 2004; Lens et al., 2001] ⁶⁶.

De problematische gevolgen in de drinkwater- en rioolwaterstroom zijn algemeen gesteld vijfvoudig:

- disproportionele drinkwaterwinning veroorzaakt verdroging in en bij wingebieden van grondwater⁶⁷,
- overstorten en lekkage in (gemengde) rioolstelsels veroorzaken verontreinigingen,
- de effluent van zuiveringsinrichtingen leidt tot ongewenste neveneffecten zoals eutrofiëring en verontreiniging van oppervlaktewater,
- het resterende zuiveringsslib is te verontreinigd voor hergebruik. Bij storten en verbranden van dit slib worden problemen doorgeschoven, en
- er wordt niet duurzaam omgegaan met de grondstoffen: grondwater, oppervlaktewater en regenwater. Op de diverse schaalniveaus is nauwelijks berging aanwezig, wordt water maar één maal gebruikt en wordt geen rekening gehouden met de kwaliteit van water i.r.t. de eisen van de functie waarvoor het gebruikt wordt.

Figuur 3.14

Vernieuwing van rioleringsinfrastructuur



De centrale schaal van de technische drinkwater- en afvalwaterinfrastructuur is begrensd tot dat van het stedelijk netwerk (schaalniveau 6), en kent (nog) geen verdere verbinding tussen de verschillende ‘centrale’ subsystemen, zoals bij de energie-infrastructuur.

De bestaande riolering in Nederland is over het algemeen genomen verouderd⁶⁸. Sommige riolen liggen er al langer dan 50 jaar, terwijl ze destijds ontworpen zijn voor gebruik gedurende een periode van 20 tot 30 jaar. De technische levensduur van een riool bedraagt tussen de 60 en 70 jaar.⁶⁹ Niet elk riool gaat uiteindelijk 70 jaar mee. Bepalend voor de levensduur zijn de optredende bovengrondse verkeersbelasting, de kwaliteit van de gebruikte materialen, de zorgvuldigheid bij de aanleg, de samenstelling van het afvalwater en het onderhoud⁷⁰. Driekwart van ons rioleringsstelsel is na 1945 aangelegd. De komende twee decennia zal een ware vervangingsgolf moeten plaatsvinden⁷¹.

Delen van het rioolstelsel die na 1945 zijn aangelegd, en dus jonger zijn dan 70 jaar, moeten vervangen, of gerepareerd worden⁷² (Figuur 3.14). De gevolgen van het relatief verouderd stelsel zijn veel lekkages.

Het nog ongezuiverde rioolwater komt ten dele in het grondwater terecht. Andersom infiltrereert grondwater het rioolwater, wat tot verdunning leidt. Het volume afvalwater (inclusief zand) dat getransporteerd en gezuiverd moet worden neemt toe en daarmee ook het energieverbruik.

Samengevat zijn voor het komende decennium de belangrijkste ontwikkelingen:

- verwachte renovatie van een belangrijk deel van het rioleringsstelsel;
- vermindering van overstorten i.v.m. de 'Basisinspanning Riolerings';
- verdere vermindering van emissies uit RWZI's (m.n. de microverontreinigingen);
- problematiek van het (communaal) zuiveringsslib;
- beheer van het rioleringsstelsel door gemeenten;
- sterk stijgende kosten voor rioleringszorg.

Huidige verbeteringstrajecten

Op dit moment worden rioleringen op veel plaatsen in Nederland volgens hedendaags ontwerp op de traditionele wijze vervangen, en dat ondanks het feit dat de noodzaak tot vervanging aangegepen zou kunnen worden voor de introductie van duurzame alternatieven die de huidige paradigma's ter discussie stellen.

⁶⁶ Toch vervult de riolerings in kwantitatieve zin relatief een bescheiden rol bij de afvoer van overtollig regenwater. De hoeveelheid water die verdampt is groter dan veelal verondersteld. Daarbij is sprake van grote verschillen in snelheid van het verwerken van regenwater: Het verschil in snelheid tussen de afvoer van regenwater via de riolerings en die uit een landelijk (akkerbouw)gebied is ruim een factor 100 [Ven, 1997].

⁶⁷ Dit veroorzaakt verdroging in en bij wingebeden van grondwater.

⁶⁸ In Nederland ligt er meer dan 86 duizend kilometer aan rioleringsbuizen onder de grond [Rioned, 2002]. Circa 84% bestaat uit vrijverval buizen gebaseerd op zgn. watergedragen transport, de rest betreft drukriolerings. Ca. 22% van de riolerings in Nederland is ouder dan 40 jaar, en meestal slechts sporadisch gerestaureerd. De stelsels hebben daarbij de neiging 'autonoom' te groeien. Bij de bouw van nieuwe wijken worden extra aansluitingen aan het bestaande systeem gekoppeld, waar niet altijd in voorzien is bij het capaciteitsontwerp van het oorspronkelijke deel.

⁶⁹ We moeten beseffen dat er "mogelijk een groot probleem ontstaat als generaties (opgevoed met louter het watercloset en de aanwezigheid van een riolerings) door gebrek aan

onderhoud of middelen zonder functionerende riolerings komen te zitten" [Kristinsson, 2003].

⁷⁰ Steeds vaker komt het probleem naar voren dat bij 'inbreidings'projecten grote programma's worden toegevoegd in bestaande structuren. De gehele aanwezige technische infrastructuur (en bijkomende systemen, zoals pompen, reservoirs e.d.) moeten noodzakelijkerwijs verbeterd c.q. opnieuw gedimensioneerd worden. In geval van hoogbouw soms zelfs aanzienlijk en over relatief grote afstanden. De toekenning van deze kosten gebeurt niet overeenkomstig de werkelijkheid: voor de definitieve goedkeuring van dit soort grootschalige projecten zouden de kosten moeten worden opgenomen binnen het desbetreffende project c.q. de investeringen daarvoor [Roaf, 2004]. Dit ondersteunt dan ook onderzoek naar, of zelfs het realiseren van al dan niet decentrale- en/of duurzame alternatieven.

⁷¹ De kwaliteit van de riolerings die werd aangelegd tussen 1945 en 1970 is, naar huidige maatstaven gerekend, in veel gevallen slecht te noemen. De buizen zijn overwegend gemaakt van (naar de huidige normen-) inferieur beton of gres. Ze hebben een lengte van één meter waar nu twee meter gebruikelijk is. Er is dus sprake van het dubbele aantal voe-

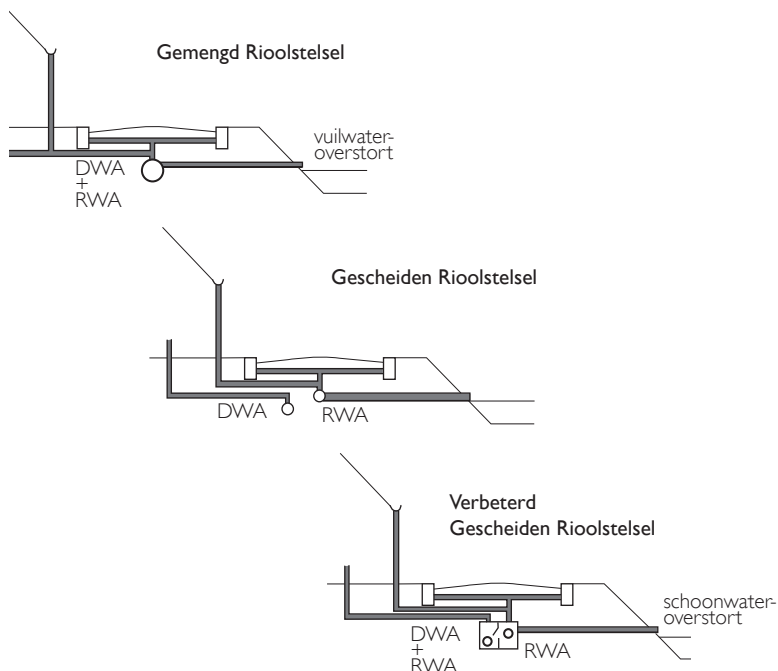
gafdichtingen. Door een hoge(re) verkeersdruk, biogene zwavelzuur aantasting, de toename van zuurstof vragende stoffen in het afvalwater, hogere temperaturen, de toename van het fosfaatgehalte, is de aantasting nog verder versneld

⁷² Er zijn allerlei methoden ontwikkeld om bestaande riolerings van binnenuit of buitenaf te dichten. Het bekendste is de 'pipe cracking' methode, waarbij een machine de oude leiding open snijdt en door het vrijgemaakte tracé een nieuwe buis trekt. Anders dan het grondstoffenbesluit wil, blijft de oude buis in de grond zitten. Mede door de kortere aanlegtijd kan bij dit soort systemen in vergelijking met het traditionele opgraven zo'n 40 tot 50% bespaard worden op de kosten. Zo komt een tracé van 700 meter bij dit 'kraken' neer op zo'n €50.000, tegen €120.000 kosten bij traditioneel opgraven [Quist, 2002a]. Per dag kan door 2 werknemers 120 meter vervangen worden. De methodes renderen alleen bij tracés met weinig aansluitingen, aangezien er per 100 meter een put gegraven moet worden en er geen zijtakken of aansluitingen in het tracé mogen liggen. Deze methode heeft dan ook als belangrijkste bezwaar dat ze mogelijk zijtakken afsluit.

Momenteel vindt vooral onderzoek plaats naar vermindering van kosten van heraanleg en verandering van overstorten⁷³. Een verdere schaalvergroting wordt nagestreefd⁷⁴. De voornaamste maatregelen van de recente ‘Gemeentelijke Rioleringsplannen’⁷⁵ (GRP) blijken neer te komen op vergroting van transportcapaciteit, vergroting van berging, en aanleg van extra randvoorzieningen, zoals bergbezinkbassins⁷⁶ of retentiezakken tussen de overstort en het ontvangende oppervlaktewater, zodat vuiluitworp op het oppervlaktewater wordt verminderd [Vries, 2002a].

Figuur 3.15

Diverse rioolstelsel varianten



Het systeem bouwt feitelijk door op de bezinkbassins zoals we die kennen uit de afvalwaterzuiveringsinstallaties, waar door sedimentatie het gezuiverde rioolwater wordt ontdaan van bezinkbaar materiaal⁷⁷. De vraag is of het (licht) vervuilde regenwater wel (weer) op een civieltechnische wijze, met alle bijkomende technische infrastructuur moet worden behandeld.

Voor de verbetering van de rioolwaterzuiveringsinstallaties is een extra investering van €500 miljoen benodigd [Meijer, 2002b]. De totale jaarlijkse kosten voor alle aan het water gerelateerde diensten en voorzieningen (inclusief de infrastructuur voor drinkwater, riolering e.d.) zullen oplopen van 4,5 miljard euro in 2002 tot 10 miljard euro in 2012^{78, 79}. Omdat de meeste gemeenten voor deze verbetering (veelal vervanging) en onderhoud geen of onvoldoende geld hebben gereserveerd is de verwachting dat de gemiddelde kosten per huishouden van €400 per jaar ten behoeve van drinkwater, riolering en waterschapsbelasting in 2012 zal stijgen naar ca. €700 per jaar⁸⁰ [Meijer, 2002b].

Om de gestelde problemen meer structureel op te lossen moet de mens in zijn relatie tot water tot een andere bewustwording komen, men moet gaan denken in levende systemen.

Niemczynowicz [1993] duidt dit in relatie tot de gebouwde omgeving aan als het nieuw (technisch) paradigma in drie stappen:

1. nagaan of de verontreiniging kan worden voorkomen,
2. nagaan welke mogelijkheden er op woningniveau of perceelsniveau aanwezig zijn om tot reiniging te komen, en
3. verzamelen en centraal buiten het gebied leiden en oplossen⁸¹.

Binnen een dergelijk nieuw technisch paradigma is het, met betrekking tot de aan gebruikers gerelateerde (afval)waterstromen, van belang om fecaliën niet langer op te vatten als een nutteloos residu maar als samenstelsel met meerdere nuttige grondstoffen. Dit houdt in dat het van belang is om de afval(water)stroom zo geconcentreerd mogelijk te houden en deze niet te verdunnen met (drink)water. Hoewel voor de behandeling allerlei technisch eenvoudige en goedkope methoden beschikbaar zijn, die overal en op vrijwel iedere schaal kunnen worden toegepast (vooral wanneer het afval zo geconcentreerd mogelijk blijft), wordt vanuit de 'gevestigde wereld' van de publieke sanitatie nauwelijks geprobeerd deze methoden verder te ontwikkelen, laat staan te helpen implementeren⁸².

⁷³ Door het verlagen van de overstortfrequentie, bijvoorbeeld door het inbrengen van bergbezinkvoorzieningen, kunnen het aantal kleine overstorten en de totale jaarlijkse waterhoeveelheid worden gereduceerd. Grote lozings kunnen op deze wijze niet worden voorkomen en juist bij deze lozings kan de zgn. Vrachttuitworp 15 tot 80% van de jaarlijkse vuiluitworp bedragen [Jacobs, 1994]. Er wordt tweesporig onderzoek gepleegd, namelijk stochastisch en deterministisch (waarschijnlijkheid versus geconstateerde defecten). Bij het stochastisch onderzoek wordt getracht uit waarnemingsreeksen de relatie te traceren tussen regenval en afvalwaterproductie enerzijds en hoeveelheden water en de gemeten vuiluitworp anderzijds. Hierbij wordt de (bestaande) riolering als een soort 'black box' beschouwd waarvan enkele parameters bekend zijn (zoals statische berging). Men beperkt zich tot het stochastisch gedrag van input en output zonder bijvoorbeeld het gedrag van waterstroming en sedimenttransport te beschouwen. Een voorbeeld hiervan is het effectiever maken van de straat als bekken om water tijdelijk te bergen. Deze stochastische methode wordt veelal verkozen omdat het wiskundig beschrijven van de afvoer over straat en het risico op overstroming als één van de moeilijkst te beschrijven

problemen uit de vloeistofmechanica beschouwd wordt. Vandaar dat (mede) onderzocht wordt of het mogelijk is het regenwater vertraagd af te laten stromen. Gedacht wordt aan het tijdelijk bergen in bekken, bekend van de Romeinen, en deels het bergen op straat of in naast de wegen gecreeëerde plekken [Wiggers, 1991]. Gestreefd wordt naar tenminste 60% afkoppeling van hemelwater in nieuwe wijken, en zo'n 20% in bestaand stedelijk gebied. In 2002 was in totaal 5% van het verhard oppervlak afgekoppeld. De verwachting is dat dit in 2010 14% zal zijn [Palsma, 2005].

⁷⁴ Er zijn inmiddels plannen voor introductie c.q. opschaling van RWZI's ten behoeve van de behandeling van het afvalwater van 1 miljoen inwoners equivalenten.

⁷⁵ In het basisrioleringsplan worden de noodzakelijke infrastructurale aanpassingen beschreven.

⁷⁶ De bouw van bergbezinkbassins is een effectieve maar dure oplossing die als end-of-pipe technologie te typeren is.

⁷⁷ Omdat snel ruimen van het bezonken slib gewenst is, wordt de voorkeur gegeven aan ronde bezinktanks met mechanische ruiming en afvoer van het slib in het centrum van de tank [Kop, 1993].

⁷⁸ De belangrijkste oorzaak van deze kostenexplosie is het achterstal-

lig onderhoud aan- en de vervanging van de riolering waarmee uiteindelijk de komende tien jaar in het totaal zo'n 2,5 miljard euro gemoeid is. Om overstorten van ongezuiverd rioolwater op het oppervlaktewater te voorkomen is zeker 1 miljard euro nodig [Meijer, 2002b]. De investeringskosten voor de riolering bedragen ca. 80% van de totale investeringskosten in de afvalwaterketen en 20% voor afvalwaterzuivering [Palsma, 2005].

⁷⁹ Los van onverwachte uitgaven als gevolg van bijvoorbeeld calamiteiten. Voorbeeld is een acuut probleem in Zoetermeer: kosten € 130.000 om het probleem weer te verhelpen [Aanbestedingskrant, 2004].

⁸⁰ De aanleg en het onderhoud van rioleringsstelsels vergt steeds meer geld. De aanlegkosten per woning variëren van € 3500 tot € 7800 per woning (in 2002) [Mels et al., 2004a].

⁸¹ Voorbeeld voor de eerste stap is het veranderen van bepaalde materialen (loden leidingen, zinken goten). De tweede stap kan leiden tot lokale oplossingen zoals oppervlakte-infiltratie en evt. reiniging op buurt- of wijkniveau [Niemczynowicz, 1993].

⁸² In tegendeel: "de toepassing van deze achterhaalde methoden gaat ten koste van het woongerief en van de hygiëne op de woonplek en het is technisch op grotere schaal niet realiseerbaar is" [Lettinga, 2002].

3.3.3

afval- en water gerelateerde actoren

De Nederlandse afvalmarkt is op te delen in drie deelmarkten, die ieder afzonderlijk overeenkomen met één of meer fasen van de afval(verwerking)keten. Het betreft de afvalinzameling, de recycling en de afvalverwerking en afzet⁸⁴ (Figuur 3.16)

Figuur 3.16

Belangrijkste actoren (naar groep) in de afvalketen

Afvalinzameling	
	<ul style="list-style-type: none"> · inzamelinstanties: <ol style="list-style-type: none"> 1- overheid gedomineerd 2- particulier bedrijf ⁸⁵ 3- PPS constructies ⁸⁶ · VA (vereniging afvalbedrijven) · gemeenten (individueel en via VNG) · 4 'zelfvoorzienende' regio's
Recycling	
	<ul style="list-style-type: none"> · recycling bedrijven; inzameling ⁸⁷ · recycling bedrijven; bewerking en sortering ⁸⁸ · 4 'zelfvoorzienende' regio's · afnemers
Afvalverwerking; algemeen	
algemeen	<ul style="list-style-type: none"> · gemeenten · provincies · Ministerie van Economische Zaken · Europees Parlement en de Raad van de EU
verbranden	<ul style="list-style-type: none"> · 14 afvalverbrandingsinstallaties (avi's) ⁸⁹ · EnerQ (TenneT; uitvoerder MEP-regeling) ⁹⁰ · afnemers energie
storten	<ul style="list-style-type: none"> · 47 (+7) stortplaatsen ⁹¹
composteren	<ul style="list-style-type: none"> · 25 composteer inrichtingen ⁹² · afnemers compost ⁹³
slibverwerking	<ul style="list-style-type: none"> · 13 slibverwerking ⁹⁴

Binnen de gebouwde omgeving is de waterketen op te delen in waterwinning (inclusief de conditionering voor drinkwater en industriewater), transport en distributie, waterverbruik, afvoer, behandeling en lozing op het oppervlaktewater [Huisman et al., 2000]. De waterketen valt op landelijk niveau onder de nationale waterhuishouding. De waterketen heeft

verder relaties met betrekking tot de kwantiteit en kwaliteit van het oppervlaktewater en de grondwaterstand. De verantwoordelijkheden en bevoegdheden voor de waterketen, en de erbij behorende waterinfrastructuur, liggen bij verschillende instanties, gelieerd aan de verschillende schaalniveaus en onderdelen (tijdsaspecten) binnen de keten. Opgesplitst naar onderdelen van de waterketen zijn de volgende partijen betrokken (Figuur 3.17).

Relaties tot de (vaste) afval- en water infrastructuur

Naast het financiële belang van de bewoners voor een voordelige huisaansluiting, is er een tweede belang, de verantwoordelijkheid voor een schoon milieu. Een voorbeeld is een rioleringsstelsel met een gescheiden stelsel, waardoor de bewoners het besef krijgen persoonlijk een bijdrage aan een beter milieu te leveren. Als rioolaanleg niet 'doelmatig' is kan de gemeente bij de provincie ontheffing aanvragen⁹⁵. Per provincie verschilt echter het ontheffingsbeleid⁹⁶. In de praktijk wordt de initiële keuze voor de technische waterinfrastructuur gemaakt door de gemeente, de waterschappen en waterleidingbedrijven. De praktijk van waterbeheer in Nederland is dat bewoners het water, in al haar aspecten, amper beleven. Drinkwater komt als vanzelfsprekend uit de kraan en uit het spoelreservoir.

⁸⁴ In 2001 ruim 76% door private partijen (ruim 1.6 miljard Euro) en qua omzet 43.7% van het totaal (tegen recycling 16.7% en afvalverwerking en afzet 39.6%) [Grafhorst, 2004].

⁸⁵ Het aandeel van particuliere bedrijven is anno 2004 ca. 37% [AOO, 2004]. De belangrijkste spelers op de Nederlandse afvalmarkt waren tot recent de conglomeraten BFI International, Waste Management Inc. Dominant. Op dit moment zijn vooral SITA (Suez Lyonnaise de Eaux) en Shanks Int. dominant. In de afvalinzamelingsmarkt voor huishoudelijk afval zijn Van Gansewinkel, SITA, Shanks Nederland, Van Kaathoven, Terhorst, Verstraeten Verbrugge Groep (Delta Milieu) de belangrijkste partijen [Grafhorst, 2004].

⁸⁶ Een aandeel van ca. 2% van de afvalinzameling. Nederlandse voorbeelden zijn CURE (Van Gansewinkel met gemeenten Eindhoven, Geldrop/Mierlo en Valkenswaard) en Blink (SITA met gemeente Helmond) [Grafhorst, 2004].

⁸⁷ In 2001 waren dit in Nederland 405 [Reach, 2001]. Voor meer dan de helft bedrijven met maximaal 5 medewerkers. Een belangrijk en groot recyclingbedrijf is SITA (incl. Mirec). Niet in alle gevallen omvatten deze bedrijven alle deelstromen. Qua marktpartijen is er onderscheid

tussen de verschillende deelstromen. De belangrijkste zijn: puin (ca. 120 bedrijven), oud papier en karton (gedomineerd door 4 bedrijven: VAOP, AVR, Essent en SITA), glas (gedomineerd door enkele bedrijven, zoals VAOP, Van Gansewinkel en Dusseldorp) en textiel (24 charitatieve instellingen, w.o. het Leger des Heils).

⁸⁸ Bij de papier- en kartonmarkt zijn 8 grote partijen actief in Nederland, en er zijn vier papierfabrieken die zorgdragen voor hergebruik (Kappa, Parenco, SCA-De Hoop, en Smurfit). De glasmarkt wordt gedomineerd door Maltha (Van Gansewinkel) te Fijnaart en de Verenigde Glasfabrieken, en textiel (twee spelers beheren ca. 80% van de markt: De Boer Groep en Textrade) [Grafhorst, 2004; AOO, 2004].

⁸⁹ De twee grootste partijen in de markt voor afvalverbranding zijn AVR en Essent (samen 55% van de capaciteit).

⁹⁰ Sinds juli 2003 is de Milieukwaliteit Elektriciteits-productie werkzaam (de MEP is een subsidieregeling voor producenten van duurzame elektriciteit uit WKK, ter vervanging van de voormalige REB, Regulerende Energiebelasting).

⁹¹ Van de ongeveer 450 stortplaatsen (1977) zijn eind 2003 nog 30 in werking, 17 in afwerking, 3 in procedure en 4 tijdelijk gesloten [PWCC,

2004].

⁹² In 2003 is ca. 1361 kton gft verwerkt in composteringinrichtingen, wat een daling is van 6% t.o.v. 2002, niet alleen door minder aanvoer vanuit Nederland, maar ook door flink lagere invoer vanuit het buitenland (1kton in 2003 ten opzichte van 19kton in 2001). Essent bezit het grootste deel van de Nederlandse composteringmarkt, maar wil de activiteit verkopen om zich te richten op de 'core business' [Grafhorst, 2004; Werkgroep Afvalregistratie, 2004].

⁹³ In Nederland wordt ca. 50% afgezet in de land- en tuinbouwsector [Grafhorst, 2004].

⁹⁴ Slib wordt in Nederland op verschillende manieren verwerkt: verbranding, compostering, droging en natte oxidatie. In 2002 is in Nederland via deze methoden in totaal 326 kton (droge) stof verwerkt [Werkgroep Afvalregistratie, 2004].

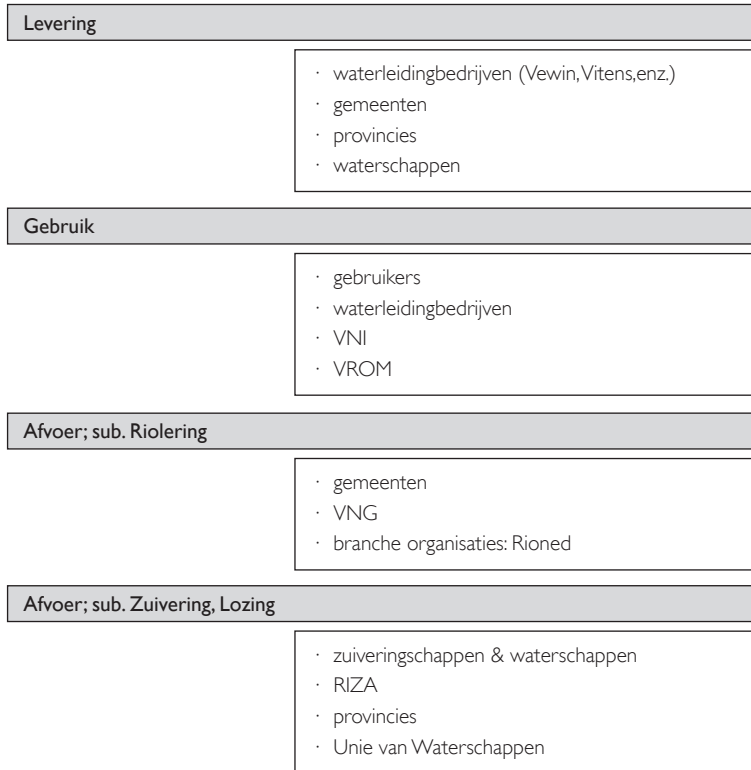
⁹⁵ De gemeente heeft de wettelijke verplichting voor ieder huishouden een riool(afval) aansluiting te garanderen en kan bij de provincie (via waterschappen) ontheffing vragen voor toepassing van bijvoorbeeld een lokaal of decentraal afvalwatersysteem.

⁹⁶ Zie ook hoofdstuk 8.3.2.

⁹⁷ Voor een samenvatting van de deelstudie toevoerwater infrastructuur zie Achtergrondstudie B2.

Figuur 3.17

Belangrijkste actoren (naar groep) in de (afval)waterketen



Vooraf ten aanzien van afvalwater is van besef van wat er achter het ‘putje’ of de ‘doorspoelknop’ gebeurt amper sprake (het zogenaamde ‘flush and forget’). Het element water krijgt bij de vormgeving van woningbouwlocaties wel steeds meer aandacht. Het is van belang dat op een integrale wijze met de verschillende functies van water wordt omgegaan. Wanneer een eindgebruiker meer betrokken wordt bij het water in zijn of haar directe omgeving kan de bewustwording, en daarmee het al dan niet duurzaam handelen inzichtelijker worden voor gebruiker en beheerder. De gebruiker kan persoonlijk meewerken aan het tot stand brengen en in stand houden van een duurzame waterkringloop in de directe omgeving.

Technisch is (volledig) autonoom watergebruik in eigen beheer een oplosbaar probleem. Indien zo’n nieuwe waterketen ontwikkeld wordt moet rekening gehouden worden met aspecten als kosten, veiligheid, betrouwbaarheid, beheer en energieverbruik. In feite kan de keten zelfs tot op gebouwschaal kortgesloten worden.

Het op maat maken van zo’n systeem vraagt wel om een volledige en goede afstemming tussen de belangrijkste actoren, in dit geval de opdrachtgever/gebruiker, architect, aannemer, installateur, gemeente en waterkwaliteitsbeheerder.

Bij het realiseren van een autonoom watersysteem op de op één-na-kleinste schaal (die van de woning en het woning-ensemble, of buurt) zijn mogelijke belemmeringen: de veiligheid, de zekerheid, het beheer en de kosten, de juridische aspecten zoals aansprakelijkheid, controle, toezicht en hinder, en subjectieve zaken zoals de smaak, van het water (of het

ontbreken ervan). Bij volledige afsluiting van het waterleidingnet kunnen bovenstaande problemen omzeild worden door voor consumptiegebruik (mineraal)water te kopen. Het gaat om 5% van het totale watergebruik van huishoudens.

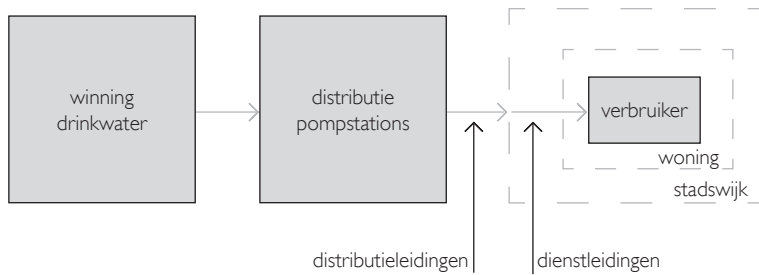
3.3.4

toevoerwater infrastructuur

Onder huishoudelijk toevoerwater⁹⁷ worden drinkwater en huishoudwater verstaan. Bij drinkwater spreken we van het primaire net en bij huishoudwater van het secundaire leidingnet.

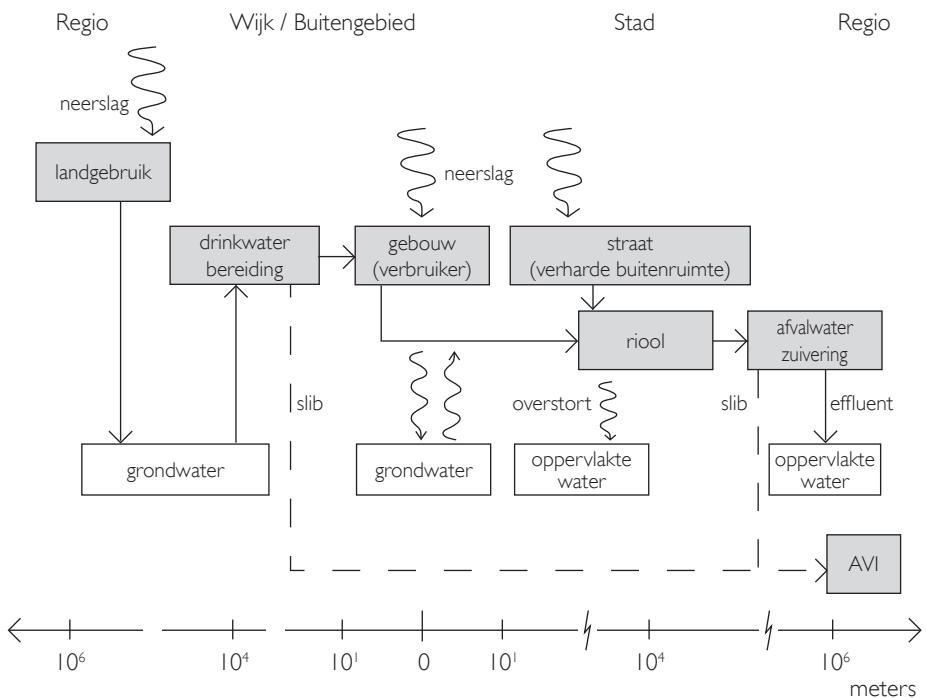
Figuur 3.18

Schema drinkwaternet



Figuur 3.19

Schema onderdelen stedelijke waterketen



Het huidige systeem van waterwinning, -zuivering en -distributie heeft de volgende kenmerken (centrale-, technologische paradigma):

- centrale organisatie van winning, productie en distributie en inzameling;
- end-of-pipe aanpak (met lichte ombuiging richting preventie, ofwel 'source control');
- geheel t.b.v. drinkwaterkwaliteit;
- distributie volledig ondergronds;
- weinig of geen mogelijkheid tot productdifferentiatie (alleen via een parallelle infrastructuur);
- beperkte mogelijkheden tot vervanging door lokale bronnen (aansluitplicht).

Samengevat te omschrijven als een paradigma dat bestaat uit centraal geregelde winning, verwerken (productie) en distributie, waarbij de inzet van 'harde' technologie centraal staat. Binnen dit systeem van verwerking zijn de volgende 'technologische trajecten' (keuzes) bepalend:

- de bereiding vindt centraal plaats, en wordt via centrale verdeelpunten vertakt getransporteerd;
- het transportsysteem is gestandaardiseerd;
- grootschalig;
- bereiding wordt gekenmerkt door steeds meer technologie i.v.m. stijgende (moeilijk verwijderbare) verontreinigingen;
- bereiding (indirect) in overheidshanden; transport en beheer transportnet is gedeeltelijk in handen van private partijen.

3.3.5

water afvoer infrastructuur

De noodzaak van een goede hygiëne in verband met gezondheidsrisico's is de voornaamste reden voor de aanwezigheid van riolering¹⁰⁰. Het afvoeren van 'besmet' rioolwater, weg van de huishoudens, lijkt vanuit publiek gezondheidsperspectief gezien een logische en noodzakelijke eerste stap. Bij dit, als end-of-pipe te omschrijven systeem, geldt het 'flush and forget' principe¹⁰¹. De tweede stap, de behandeling van het afvalwater, is het produceren en garanderen van hygiënisch veilig water, dus vrij van pathogenen.

Het bestaande (centrale-) afvalwaternet ligt (inmiddels) geheel ondergronds¹⁰². Sinds de jaren zeventig (Wet Verontreiniging Oppervlaktewater) is het Nederlandse overheidsbeleid er op gericht om alle Nederlandse woningen en bedrijfsgebouwen op het centrale rioleringsnetwerk aan te sluiten, waardoor de bulk van huishoudelijk afvalwater verwerkt wordt in grootschalige rioolzuiveringen. Ook de adressen in buitengebieden, gewoonlijk nog op een septic tank aangesloten, worden zo veel mogelijk in het centrale net opgenomen. Het afvalwater loopt via de rioolaansluitingen in het hoofdriool¹⁰³. Het hoofdriool loopt naar de rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI)¹⁰⁴. In principe kunnen de volgende herkomstbronnen van afvalwater worden onderscheiden¹⁰⁵:

- huishoudelijk (en gelijkgesteld) afvalwater
- bedrijfsafvalwater
- bijzonder afvalwater¹⁰⁶

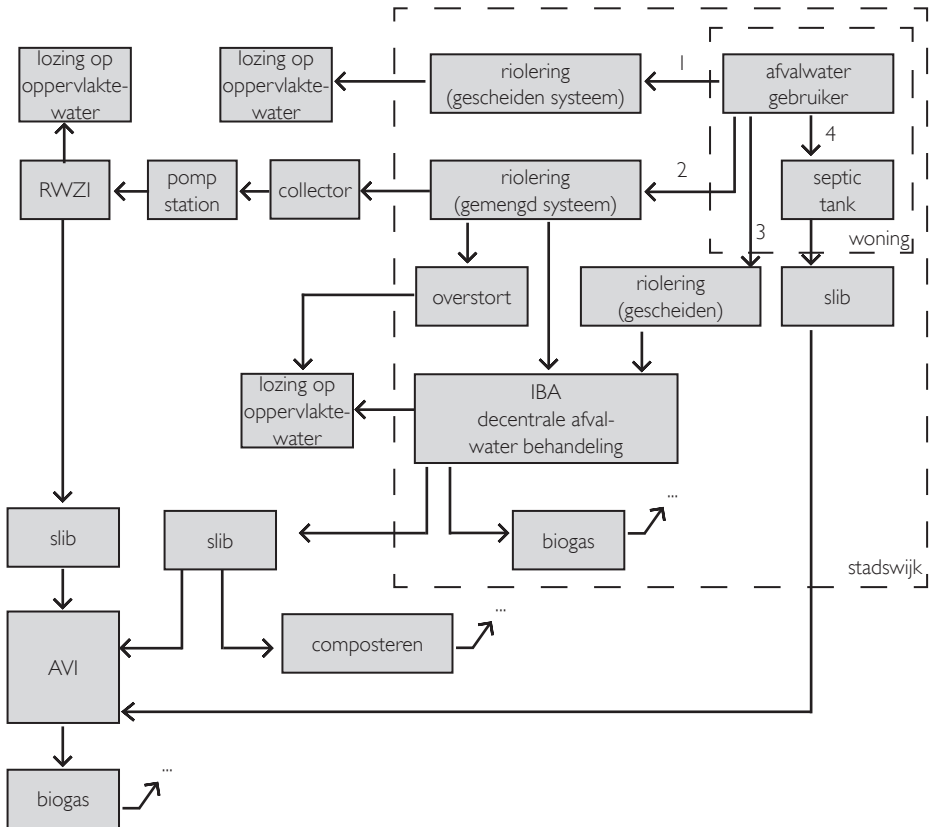
Afvalwater kan op 4 manieren worden afgevoerd (Figuur 3.20). De huidige infrastructuur met betrekking tot het afvalwater in Nederland heeft de volgende kenmerken:

- bevordering van de hygiëne;
- centrale organisatie;

- gebruik van groot deel van het leiding(drink)water als transportmedium;
- intentie tot bescherming van het milieu door middel van het zo goed mogelijk verwijderen van milieubelastende stoffen;
- het bij de afvalwaterbehandeling vrijkomende slib wordt gestort of verbrand;
- afvoer van regenwater via een gemengd of gescheiden rioolstelsel;
- beperkte mogelijkheden transport over lange(re) afstanden;
- stijgend aandeel capaciteits- en ouderdomsgebreken.

Figuur 3.20

Schema afvalwaternet



100 Voor een samenvatting van de deelstudie afvalwaternet zie achtergrondstudie B2.

101 Dit systeem vergt weinig van de gebruiker, slechts zo nu en dan schoonmaken van de toiletput, en is hygiënisch. De gebruiker wordt nauwelijks met zijn of haar excreta geconfronteerd en de gebruikskosten zijn laag.

102 Het fysieke deel van het afwateringssysteem bestaat uit het leidingstelsel (perceelaansluitingen,

buizen, straatkolken en mangaten), de overstortput, de bergbezinktank (en/of varianten), het rioolgemaal, de transportleiding naar de RWZI, de RWZI, het effluentgemaal en de effluentleiding en het stedelijke oppervlaktewater.

103 Ook kan er een zogenoemd nevenriool tussengesloten zijn. Hieraan is een klein aantal rioolaansluitingen gekoppeld. Straatkolken zijn soms ook op het hoofd- of nevenriool aangesloten.

104 In Nederland zijn er anno 2005 410 RWZI's, wat neerkomt op gemiddeld ca. 1 RWZI per 40.000 inwoners, of 85 km² (uitgaande van oppervlakte gegevens van het kadaster).

105 Voor een, meer nauwgezette indeling van afvalwatersoorten zie bijlage X.

106 Dit kunnen zijn: diffuse lozingen van de landbouw en afspouwwater van verkeersinfrastructuren.

Samengevat te omschrijven als een paradigma dat bestaat uit centraal geregelde distributie en verwerking, waarbij de inzet van ‘harde’ technologie centraal staat. Binnen dit systeem van verwerking zijn de volgende ‘technologische trajecten’ (keuzes) bepalend:

- in de toiletten wordt water gebruikt voor het doorspoelen van uitwerpselen;
- met de verzameling van het huishoudelijk afvalwater worden de verschillende stromen gemengd;
- de behandelingsinstallaties voor de verwerking van afvalwater zijn grotendeels grootschalig;
- de gangbare oplossing voor de behandeling van afvalwater is de “actief slib installatie”; dit systeem is gericht op verwijdering van milieubelastende stoffen uit het afvalwater;
- transport, verwerking en behandelingsprocessen worden beheerd door (regionaal) verschillende dominante actoren (gemeente, waterschap/ zuiveringschap).

3.3.6

vaste afvalverwerking

De bestaande, meest bovengrondse infrastructuur omvat transporten per vrachtwagen, boot of trein. Afval wordt opgehaald bij de veroorzaker of bij (de)centrale inzamelingspunten (glasbakken, papierbakken, kleding inzamelpunten, etcetera) en naar centrale opslag c.q. verzamel of verdere scheidingsstations gebracht¹⁰⁷. Vandaar wordt het (geconcentreerd) vervoerd naar de afvalverbrandingsinstallaties (avi) of naar stortplaatsen.

Er is sprake van een geleidelijke liberalisatie van de sector¹⁰⁸, en dus van zgn. concurrentie om de infrastructuur (of om de markt)¹⁰⁹: gemeenten die de inzameling van huishoudelijk afval (al dan niet gezamenlijk) aanbesteden¹¹⁰.

Het toezicht houden op naleving van (milieu)regels is cruciaal, vooral omdat afvalverwerkende bedrijven hun inkomsten ontvangen bij de verwerving van de producten (en dus niet bij de verkoop van producten). De kost gaat niet voor de baat, zodat bedrijfsresultaten hoger worden als geen of nauwelijks kosten worden gemaakt.

Verwerking van afval in Nederland heeft de volgende kenmerken (centrale paradigma):

- bevordering van de hygiëne;
- centrale organisatie inzameling & verwerking¹¹¹ algemeen en gft afval¹¹²;
- eigen (individueel) initiatief inzameling afwijkende deelstromen (recycling van kurk, luiers, tetrapakken, flacons), centraal transport en verwerking & geen level playing field op nationaal en internationaal schaalniveau;
- veelheid van actoren, onafhankelijk strategisch gedrag¹¹³ en een wisselend aantal actoren dat een rol speelt bij de sturing van afval en complexe contactpatronen;
- bescherming van het milieu door optimalisatie van hergebruik van de (grond)stoffen te accentueren;
- Europese harmonisatie¹¹⁴;
- mogelijkheden tot product- en dienstendifferentiatie;
- formeel juridisch ‘quasi regionale zelfvoorziening’ (in de praktijk meer een papieren-, niet meer bestaand, evenwicht);
- beperkte mogelijkheden transport over lange(re) afstanden, beoordeling- en beslissing in overheidshanden en op individuele schaal en ad hoc basis.

Samengevat te omschrijven als een paradigma dat bestaat uit centraal geregelde inzameling, transport en verwerking (productie). Binnen dit systeem van verwerking zijn de volgende ‘technologische trajecten’ (keuzes) bepalend:

- de gangbare oplossing voor de behandeling van GFT afval is (nog) compostering, in uitzonderlijke gevallen wordt vergisting toegepast¹¹⁵;
- de gangbare oplossing voor het overig afval is verbranding¹¹⁶, in uitzonderlijke gevallen wordt gestort¹¹⁷ (bij ontheffing) of geëxporteerd;
- groeiende grootschaligheid, complexiteit & dynamiek; eigendomsverhoudingen en regio-indelingen houden de schaalvergroting niet bij en incidenten bepalen handelen;
- verwerking is direct of indirect (nog) grotendeels in overheidshanden, maar er zijn grote transformaties in samenstelling van de verschillende actoren en de ketenonderdelen die ze beheersen.

Het laatst genoemde aspect is de laatste jaren sterk aan het veranderen, aangezien een steeds groter aandeel van de afvalverwerking door de (nog verantwoordelijke) gemeenten wordt uitbesteed aan volledig onafhankelijke commerciële partijen¹¹⁸.

¹⁰⁷ Algemeen denkt men dat Nederland voorop loopt met het gescheiden inzamelen van papier en glas. Tot op zekere hoogte is dat zo. Toch blijkt uit de meest recente statusrapportage GIHA dat landelijk gezien slechts 20% van de gemeenten de taakstelling voor glas, oud-papier en karton halen en slechts 19% de norm voor textiel inzameling. De inzameling van gft-afval is wel succesvol [Poppelaars, 2002].

¹⁰⁸ Afvalbedrijven zijn binnen deze liberalisering van de markt gewild bij investeerders wegens stabiele en voorspelbare inkomsten [Barschot, 2006].

¹⁰⁹ In tegenstelling tot concurrentie op de infrastructuur of concurrentie tussen infrastructuren, waarvan bij de andere infrastructuur gerelateerde sectoren sprake is /kan zijn.

¹¹⁰ In 2004 past 29% van de Nederlandse gemeenten een systeem van tariefdifferentiatie toe (wat neerkomt op 21% van de huishoudens). Hiervan doet 7.3% van de Nederlandse gemeenten dit via het systeem van diftar naar volume, 12.0% diftar naar volume en frequentie, 4.3% diftar met behulp van de ‘dure’ zak, en 5.0% diftar naar gewicht. Uit onderzoek is gebleken dat in gemeenten met een diftar systeem de totale afvalbeheerskosten

lager zijn dan in gemeenten zonder diftar [AOO, 2004b].

¹¹¹ Vooral grote gemeenten beschikken nog over een eigen afvalinzamelingsdienst. Kleinere gemeenten besteden het veelal uit aan particuliere bedrijven. Reden is de benodigde schaalgrootte om effectief te kunnen werken [Grafhorst, 2004].

¹¹² Gescheiden gft inzameling staat onder druk en wordt in steeds meer stedelijke gebieden afgeschaft. Per 2004 worden bovendien de ontheffingscriteria voor de verplichte gescheiden inzameling (nog verder) verruimd. Door de in gang gezette versoepeling van het GFT beleid ontstaat kans op willekeur, met directe gevolgen voor recycling. Het is de trend naar meer nuttige toepassing, met name van verbranding met energiewinning.

¹¹³ Voorbeeld is het ‘dreigen’ met import uit het buitenland om herverdeling van afval (over de regio’s) te bevorderen. Ook worden nieuwe technieken, zoals vergisten soms negatief kritisch benaderd om avi’s te beschermen, en om nazorg te kunnen financieren wordt het stortverbod door sommige overheden bewust genegeerd [Baas, 1998].

¹¹⁴ Een onderdeel is de overgang van het statiegeldprincipe naar het principe verwijderingsbijdrage.

¹¹⁵ Voor groenafval (geen bermmaaisel of oogstrestanten) en terragrond geldt per augustus 2004 een vrijstelling van het stortverbod [Grafhorst, 2004]. Anno 2005 is sprake van een grote verschuiving van compostering naar verbranding.

¹¹⁶ In 2003 ca. 5.2 Mton (waarvan 3.0 Mton huishoudelijk afval, en 1.2 Mton bedrijfsafval) in de veertien avi’s (12 overheidsgedomineerd en gezamenlijk goed voor 99% van de verbrandingscapaciteit in Nederland) [AOO, 2004].

¹¹⁷ In 2002 bedroeg dit in Nederland nog een kleine 4.8 Mton (inclusief nuttige toepassing), tegen 6.5 Mton in 2001 [PWC, 2004].

¹¹⁸ Voorbeelden binnen de Nederlandse ‘markt’ zijn de Amerikaanse BFI (voorheen Zegwaard) en Waste Management, het Frans-Belgische Suez Lyonnaise des Eaux, met als dochters SITA en Watco, en het Engelse Shanks.

3.4

Conclusies en Aanleiding Hoofdstuk 4

3.4.1

conclusies hoofdstuk 3

- De bestaande energie infrastructuur met eraan gekoppelde opwekking en bestaande sanitatie-infrastructuur met verwerkingssystemen zijn vanuit duurzaamheids oogpunt bezien niet optimaal te noemen.
- De uitwerking en oplossing van de huidige voorziening en verwerking van de essentiële stromen is te karakteriseren als end-of-pipe technologie, met voor de gebruikers het zogenaamde ‘flush and forget’- of als ‘use-without-knowledge’ principe.
- Bij de uitwerking en oplossing van de technische infrastructuren ten behoeve van de voorziening en verwerking van de essentiële stromen is sprake van een markt met slechts enkele dominante actoren (oligopolie).
- Het probleem bij schaalvergroting van de netwerken/systemen is de wijze van invulling.
- De doelstellingen van het energiebeleid (betrouwbaar, betaalbaar en schoon) staan steeds vaker op gespannen voet met elkaar.
- De elektrische infrastructuur is in omvang toegenomen. De leeftijdsopbouw van de netcomponenten en het achterblijvend vervangingsbeleid hebben negatieve gevolgen voor de benodigde investeringen in de komende decennia.
- Door een toenemende afhankelijkheid van communicatiesystemen en -infrastructuur en de verstrekende gevolgen van (kortdurende) stroomuitval willen bedrijven en soms particulieren minder afhankelijk zijn van (alleen) een centrale stroomvoorziening met haar niet beïnvloedbare risico's. Gevolg: zeer kostbare noodvoorzieningen.
- De vermenging van (afval)water met verschillende vormen van afval vormt een groeiend probleem.
- Fecaliën moeten niet langer opgevat worden als een nutteloos residu maar als een samenstelsel van nuttige grondstoffen.
- De leeftijdsopbouw van het rioolstelsel achterblijvend vervangingsbeleid en verbeteringstrajecten gestoeld op conventionele principes en technieken hebben negatieve gevolgen voor de milieubelasting, de benodigde investeringen en mogelijke veranderingen in de komende decennia.

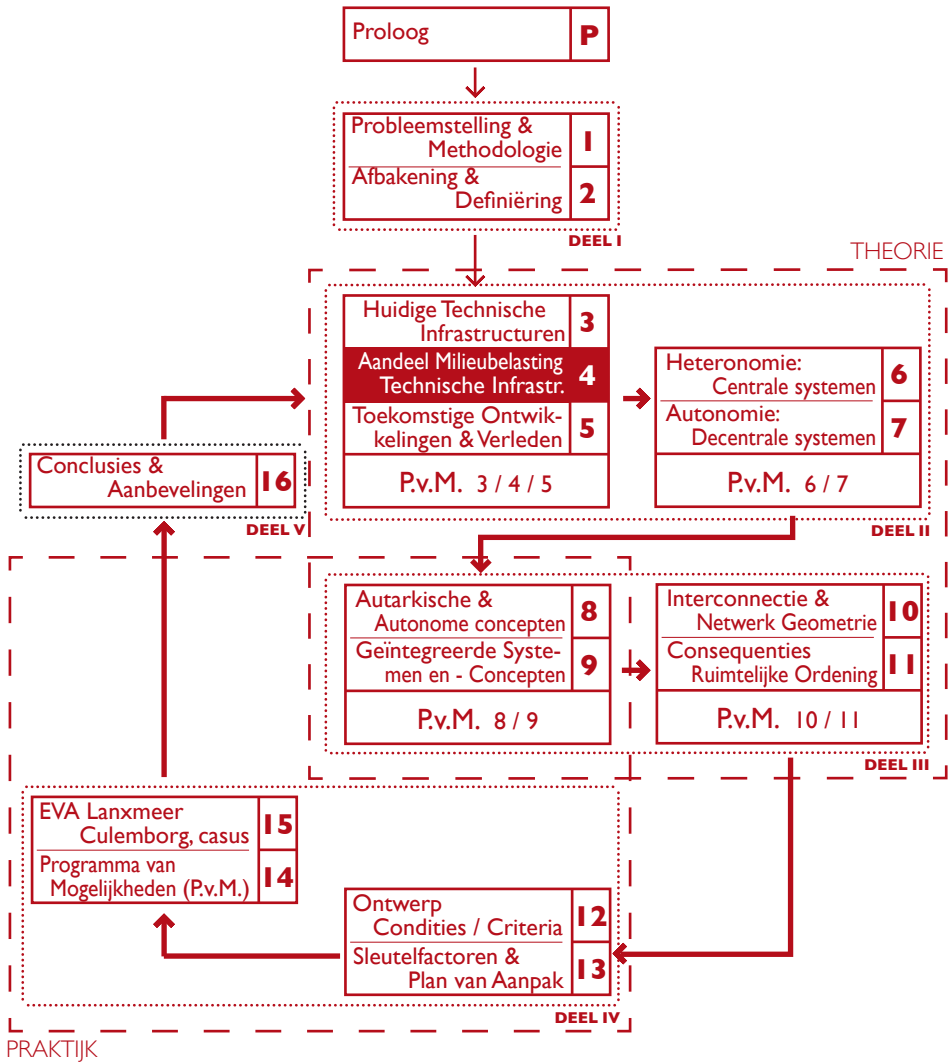
3.4.2

aanleiding hoofdstuk 4

In de analyse is het belang van grotere flexibiliteit, of minder rigiditeit van de (technische) infrastructuur in relatie tot duurzaamheid (in de dubbele betekenis) aangetoond. De vraag is wat het specifieke deel van de huidige technische infrastructuur is aan (on)duurzaamheid; ofwel het aandeel in de totale milieubelasting van de ruimtelijke ontwikkeling, en de gebouwde omgeving in het bijzonder. Een dergelijke analyse moet tenminste op de schaal-niveaus boven dat van de individuele ruimte (woning of woongebouw) plaatsvinden.

Het in hoofdstuk 3 geconstateerde ontwikkelingspad van centralisering en het verbindende karakter van infrastructuur moet daarbij in acht genomen worden.

Gezien het gestelde complexe karakter van het gecombineerde stelsel van technische infrastructuur in de gebouwde omgeving, de tijd-, locatie en actoren afhankelijke uitwerking, en het (in deze studie gelegde) accent op duurzaamheid, is een dergelijke analyse indicatief, en zal het betrekking moeten hebben op een recent opgeleverd project waar de duurzaamheid gemiddeld, dan wel meer dan gemiddeld onderdeel van het ontwikkeling- en realisatieproces is geweest.



Aandeel Milieubelasting Technische Infrastructuren

4.1

Inleiding

4.2

Milieubelasting en ruimtelijke ordening

4.3

Bepaling aandeel milieubelasting huidige technische infrastructuren

4.4

Conclusies & Aanleiding Hoofdstuk 5

h4

“De ‘stad’ is voor de gehandicapten;
voor iedereen die op de een of andere manier
hulpbehoevend is.”

Gunnar Daan, (architect)

4.1

Inleiding

In vervolg op het voorgaande hoofdstuk wordt in dit hoofdstuk ter referentie het werkelijke aandeel in de milieubelasting van de belangrijkste technische infrastructuren van de gebouwde omgeving onderzocht. Het betreft een indicatieve studie. Centraal staat de vraag of het aandeel al dan niet significant is, en of het vanuit dat perspectief gewenst dan wel noodzakelijk is gericht alternatieve configuraties te onderzoeken, of dat het onderzoek zich vooral op algemene principes en opbouw van deze netwerken moet richten.

Het hoofdstuk behandelt in vervolg op de meer algemene analyse van hoofdstuk 3 het tweede gedeelte van de in hoofdstuk 1.3.2 weergegeven eerste achtergrondvraag (van de vijf achtergrondvragen) die zich richt op de essentiële-, technische infrastructuren in relatie tot duurzame ontwikkeling.

Achtergrondvraag I:

In hoeverre zijn de huidige technische (infra)structuren bepalend voor de (on)mogelijkheden van 'duurzame ontwikkeling'?

Allereerst wordt ingegaan op de keuze van het te beschouwen schaalniveau en welke systeemcomponenten deze schaalafbakening inhoudt. Vervolgens worden de bestaande instrumenten voor de verduurzaming, binnen het gekozen schaalniveau besproken. In een casestudie wordt aansluitend het aandeel in de milieubelasting van de technische infrastructuur binnen de gebouwde omgeving ter referentie globaal bepaald. Gekozen is voor een recent opgeleverde- en als prototypisch te omschrijven 'milieubewuste' nieuwbouw woonwijk in Oost Nederland. Kort wordt ingegaan op de verschillende milievalidatiemethoden die momenteel gebruikt worden, en op de in deze studie gehanteerde methode. Ter afsluiting van deze case studie worden in een deelstudie de effecten van mogelijke alternatieve configuraties bekeken.

Door indicatief het aandeel van deze technische infrastructuren in de totale milieubelasting inzichtelijk te maken kan het mogelijke effect en de eventuele noodzaak van alternatieve configuraties beter in de probleemgerelateerde context geplaatst worden.

Doel is niet zozeer de fixatie op de milieuscore van specifieke systeemonderdelen van de casus op zich, als wel het verkrijgen van een indruk van de verhouding tussen de milieubelasting van gebouwen en de milieubelasting van de technische infrastructuur². Het accent ligt op de gevolgen van wijzigingen van systemen voor deze verhouding, en daarmee voor de gezamenlijke milieubelasting³.

¹ Toelichting bij achtergrondvraag I (ten dele overgenomen uit hoofdstuk 1.3.2): 'Bekeken moet worden of bij de ontwikkeling van de belangrijkste technische infrastructuren van dit moment sprake is van een star uitgangspunt waaraan men zich vasthoudt, en indien dat het geval is of het een paradigma is, en daarmee mogelijk een oorzaak voor beperkingen om binnen de bestaande- en nieuw gebouwde omgeving Duurzame Ontwikkeling

te bewerkstelligen. De voor- en nadelen van de huidige (technische) infrastructuursystemen moeten worden geanalyseerd los van eventueel van toepassing zijnde paradigma's. Ook valt te beoordelen in hoeverre de aanwezige technologische trajecten voorwaarden stellen aan verdere (duurzame) ontwikkeling'.

² Binnen dit onderzoek ligt het accent op de derde trede van de BCS-ladder (Figuur 1.3) [Stevens, 1996],

en dus niet op de milieuprestatie van specifieke maatregelen binnen een dergelijke casusspecifieke situatie, maar meer op de inzet van strategische maatregelen ten behoeve van een structurele verbetering.

³ De uitkomsten kunnen uitgangspunt zijn voor verdergaand onderzoek naar de milieubelasting van (technische) infrastructuren op het schaalniveau van de wijk en de schaalniveaus daarboven.

4.2

Milieubelasting en ruimtelijke ordening

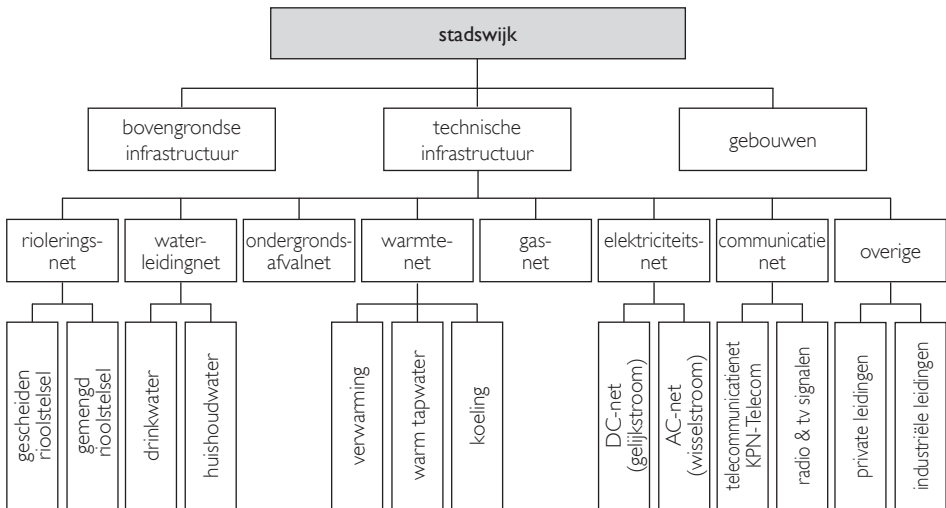
4.2.1

begripsbepaling

Op dit moment is het goed mogelijk om de milieubelasting van gebouwen, uitgedrukt in milieukosten, te bepalen. Kijken we op stadswijkniveau of hoger, dan gaat de infrastructuur een bijkomende belangrijke rol spelen in het bouwproces en in de gehele levenscyclus. Er is nog maar weinig bekend over het aandeel van de technische infrastructuur op de totale milieubelasting op deze hogere schaalniveaus. Daarbij komt bij dat men ook niet weet welke systeemsamenstelling van de technische infrastructuur als het meest milieuvriendelijk aangemerkt kan worden.

Figuur 4.1

Mogelijke technische infrastructuur stadswijk



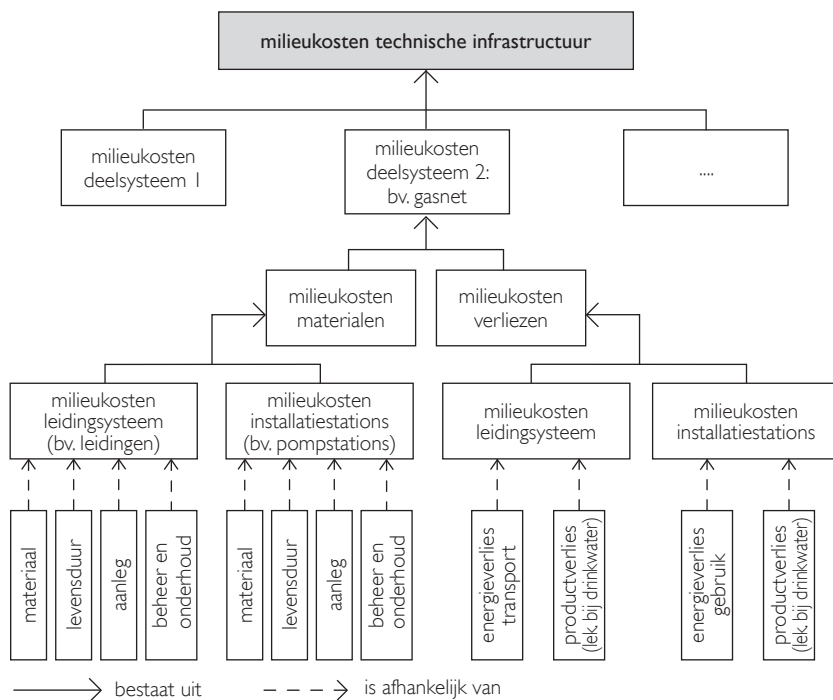
Het is van belang onderscheid te maken tussen ondergrondse- en bovengrondse infrastructuur (zie hoofdstuk 2). Zoals gesteld is de kennis van de milieukosten van de technische-, veelal ondergrondse infrastructuur op dit moment nog beperkt. Niet bekend is hoe tussen de infrastructuur binnen het gebouw, de bijbehorende infrastructuursystemen (leidingen e.d.) buiten het gebouw en het overgangsgedebied ertussen, de relaties, als collectief proces invloed uitoefenen op de milieueffecten; ook wel aangeduid als milieukosten. Voor de technische infrastructuur is het van belang de milieukosten te toetsen op de eerstvolgende schaalniveaus groter dan die van de kleinste samenhang (bouwkundig netwerk). In dit geval is dat de (stads)wijk en/of -buurt.

De fysieke opbouw van een stadswijk is onder te verdelen in een aantal elementen: het aantal woningen of gebouwen, de bovengrondse infrastructuur (straten, fietspaden etc.), de technische -veelal ondergrondse- infrastructuur (riolering, energie-infrastructuur, etc.) en de 'natuurlijke dragers' (grondwater, oppervlaktewater, bodemsoort, etc). In Figuur 4.1 is de globale opbouw van een stadswijk met het accent op de mogelijke technische infrastructuur weergegeven. Aan de hand van deze indeling kunnen de milieukosten van deze technische infrastructuur per onderdeel en deelstroom bepaald worden (Figuur 4.2).

De wijze van inzameling, opwekking en transport van de voor de gebouwde omgeving belangrijkste stromen -(afval)water, energie, gft, overig afval(materiaal)- is, naast de grootte en samenstelling van de stromen, bepalend voor de keuze van mogelijke opwekkings- en verwerkingsmethoden. Niet alleen bepaalt dit de concentratie en samenstelling (kwaliteit) van de te verwerken (afval)stromen, maar ook indirect de keuze voor de (behandelings-) techniek(en) en de daarbij behorende schaal van toepassing (kwantiteit).

Figuur 4.2

Opbouw milieukosten technische infrastructuur



4.2.2

keuze milievalidatiemethode

Om de milieubelasting problematiek beter inzichtelijk te maken zijn er verschillende methoden ontwikkeld om dit in kaart te brengen, dan wel (bij benadering) te berekenen. Een voorbeeld is de ecologische voetafdruk berekening, die indirect natuurverbruik probeert uit te drukken in grondoppervlak [Wackernagel & Rees, 1996].⁴

⁴ De methode 'Ecological Footprint' is door Christopher Rees geïntroduceerd als een model (ofwel een versimpeling) voor de vaststelling van de impact van menselijke consumptie op het ecosysteem aarde. De methode rekent de milieugevolgen van een persoon, stad of land

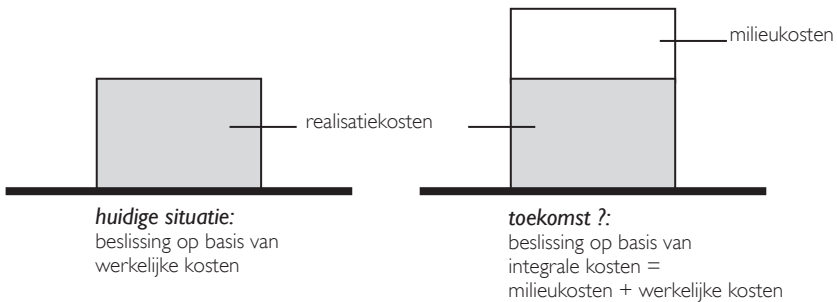
om in gedeeld, ecologisch productief aardoppervlak (bijv. Londen heeft een gebied zo groot als de helft van Engeland om te kunnen bestaan). De aarde wordt binnen deze methode namelijk beschouwd als natuurlijk kapitaal, dat dankzij de zon groeit. Als al het ecologisch productieve land op aarde gedeeld

wordt door het aantal mensen, is dit aan het begin van de 21^e eeuw 1,4 hectare per persoon (en 5,6 aan het begin van de 20^e eeuw). Het model geeft aan dat het belangrijkste doel van de commissie Brundtland (het verdwijnen van de armoede en ongelijkheid) moeilijk haalbaar is.

De essentie van de ecologische voetafdruk is de relatie tussen stad en ommeland [Frey, 2004]. Op grond van het principe van de ecologische voetafdruk zijn verschillende milievalidatiemethoden ontwikkeld, zoals ondermeer de (on-line) 'EcoCal tool'⁵. In Nederland zijn de voornaamste milievalidatiemethoden in de Ruimtelijke ordening niet sec gebaseerd op het principe van de ecologische voetafdruk. De meest gebruikte methoden zijn de levenscyclus analyse (LCA)-methode⁶, de Eco-indicator en het TWIN-model. Het probleem van veel van deze methoden voor milievalidatie is dat ze niet in staat zijn om uitspraken te doen over vraagstukken met een sterk maatschappelijk karakter.

Figuur 4.3

Milieukosten Systematiek: 'Statiegeld'



Aangezien dit onderzoek zich richt op de derde trede van de 'trap van Brezet, Cramer en Stevels'⁷ is het moeilijk om een milievalidatie voor de genoemde alternatieven aan te dragen. Voor de visualisatie van de milieubelasting van een prototypisch referentieproject is in dit onderzoek het TWIN-model gevolgd, met het daarop gebaseerde rekenprogramma Greencalc [DGMR, 1997]. Het model- en rekenprogramma vertaalt de milieubelasting naar milieukosten⁸.

Figuur 4.4

Ecological Footprint logo



Het verschil met de LCA methode is dat naast directe kosten ook indirecte (of secundaire) kosten worden bepaald⁹. De twee methoden, LCA en TWIN, drukken de milieu-effecten uit in equivalenten, die worden vermenigvuldigd met zogeheten schaduwpreizen of preventie-kosten per milieueffect.

Door het optellen van alle milieukosten ontstaat een totaal milieukostenoverzicht, een gewogen score in een getal uitgedrukt (binnen een bepaalde schaalreferentie). De milieubelasting wordt weergegeven in milieukosten Euro's of andere eenheden, zoals bijvoorbeeld in eco-punten¹⁰. Greencalc, dat gebaseerd is op het TWIN model, is momenteel één van de weinige rekenprogramma's waarbij naast een materiaal-, energie-, water- en mobiliteits-module een module is geïntroduceerd die het gebruik van ruimte meeweegt, en daarmee indirect weer directer in verband staat met de 'ecologische voetafdruk' methode. Het is van belang te beseffen dat het antwoord op de vraag: wat is 'groen' of wat is milieuvriendelijk c.q. weinig milieubelastend, niet eenduidig is te geven. Niet alleen is sprake van een meetprobleem dat zich uit in de verschillende milievalidatie methoden, maar ook van relativiteit tussen de objectieve en subjectieve beoordeling¹¹.

Tabel 4.1

Vergelijking geobjectiveerde berekening en subjectieve milieuprioriteiten

Vergelijking televisietoestel	Volgorde waarop de consument een aankoop waardeert (toets), '96 - '91		Prioriteit volgens LevensCyclus-Analyse	Prioriteit in het overheidsbeleid
	[o.z. Philips] 1996	1991	[berekend voor TV; Stevels, 1996]	[Stevens, 1996]
energiegebruik	1	4	1	3
afvalrecycling	2	5	4	2
materiaalgebruik	3	1	3	6
verpakking	4	2	5	5
duurzame samenleving	5	4	n.b.	1
productieprocessen	6	3	2	4

⁵ De on-line EcoCal, of Eco-calculator verschaft huishoudens een eenvoudige methode voor het bepalen van de zogenaamde 'ecological garden' (de hoeveelheid bioproductief land benodigd om in de essentiële behoeften behorend bij de leefstijl van de bewoners/gebruikers te voorzien). De versimpelde methode kent 6 categorieën: transport, energie, water, afval, huis & tuin en consumptiepatroon [Roaf et al, 2003].

⁶ De LCA (Life Cycle Assessment) methodologie is internationaal geaccepteerd en veelgebruikte methode, die neerkomt op het bepalen van de milieukosten voor de gehele keten, of levenscyclus ('cradle to grave') m.b.t. meerdere milieugerelateerde problemen om het doorschuiven van problemen te voorkomen [Heijungs et al, 1992].

⁷ Zie hoofdstuk 1.2.2.

⁸ De milieukosten zijn de verborgen en toekomstige maatschappelijke kosten die samenhangen met het herstel van de milieuschade, de bestrijding van de aantasting en de preventie van negatieve milieueffecten. De gedachte achter de milieukosten systematiek is dat deze kosten zouden moeten worden meegenomen in de prijs van producten of gebouwen. Het is te omschrijven als een soort leengeld, of statiegeld, dat vooruit betaald moet worden.

⁹ Directe kosten zijn relatief eenvoudig te berekenen: de kosten die een product in de gehele levenscyclus met zich meebrengt. Indirecte kosten kunnen op diverse manieren worden bepaald: vanuit de behoefte om milieuproblemen te voorkomen of ongedaan te maken, of vanuit de

vraagstelling wat de gemeenschap over zou hebben voor het laten verdwijnen van een milieuprobleem. Voorbeeld zijn de milieukosten voor gezondheid.

¹⁰ Een aspect dat bij de milievalidatiemethoden zoals de LCA speelt is dat het productgerelateerd is en niet functiegerelateerd. Met name bij (innovatieve) alternatieven die gebaseerd zijn op een andere functievervulling betekent dit dat een vergelijking of afweging moeilijker inzichtelijk te maken is [Bras-Klapwijk & Knot, 2000].

¹¹ Een meer als subjectief te beschouwen beoordeling kan van belang zijn als dit een groter effect heeft voor (positieve) verandering van handelen van gebruikers.

Stevens [1996] laat een overzicht van de milieu-prioriteit voor televisies zien volgens een consumentenonderzoek van Philips, een LCA berekening en de (door de auteur) ingeschatte prioriteit in het overheidsbeleid (Figuur 4.4).

Het blijkt dat de wetenschappelijke benadering via de levenscyclusanalyse (LCA) andere prioriteiten oplevert dan het overheidsbeleid of de consumentenvoorkeur¹². Zo geldt voor de LCA methodes dat deze gebaseerd zijn op emissies van input en output van nu en op vastgelegde systemen, waardoor met de grondstoffenvoorraden en afval geen rekening wordt gehouden. Overheden daarentegen zien wel de grote impact van systeemveranderingen en zijn op allerlei manieren beducht voor schaarsteverschijnselen, variërend van grondstoffen- en energietekorten tot onvoldoende stortcapaciteit van afval. In consumentengedrag speelt milieu weliswaar een sterkere rol dan voorheen, maar prijs, functionaliteit en kwaliteit zijn nog altijd dominant.

4.2.3

bestaande instrumenten verduurzaming (technische-) infrastructuur

De Nederlandse overheid stuurt vooral aan op het gebied van het energiebeleid¹³. Zij maakt programma's met als doel een milieuvriendelijke (energie) infrastructuur. Eén van deze programma's is het OEI rekenmodel (Optimale Energie Infrastructuur). Het betreft een instrument¹⁴, ontwikkeld ter ondersteuning van de EPL (Energie Prestatie op Locatie). Het OEI wordt uitgevoerd door het NOVEM¹⁵. De belangrijkste doelen van het OEI programma zijn:

1. beperking van de CO₂ uitstoot en van de energievraag door bouwkundige en bouwfysische maatregelen en door het benutten van passieve zonne-energie,
2. inzet van (actieve) duurzame energietechnologie,
3. toepassing van duurzame energiedragers door efficiënte productie, distributie en gebruik.

Novem adviseert en begeleidt gemeenten en projectteams bij de ontwikkeling van de energie-infrastructuur voor grotere nieuwbouwlocaties. Gemeenten en energiebedrijven kunnen verschillende gegevens inbrengen over de aan te leggen infrastructuur zoals het type woning, de EPC (Energie Prestatie Coëfficiënt) van de woningen en het energiesysteem van de woningen. Door parameters en keuzes te variëren is vrij snel inzicht te verkrijgen in factoren die van invloed zijn op de EPL. Het rekenmodel geeft naast het verwachte brandstofverbruik ook een indicatie van de te verwachten kosten [Koorneef, 2002].

Er zijn enkele kanttekeningen te maken ten aanzien van OEI. Zo geldt dat de uitkomsten puur een indicatie zijn voor de besparing op het verbruik van fossiele brandstoffen en op de uitstoot van CO₂ in de gebruikssituatie. De energie, nodig voor de aanleg van de infrastructuur, de bouw van de woningen, onderhoud, etc. wordt niet meegenomen. Ook andere vormen van milieubelasting, zoals het gebruik van diverse grondstoffen en materialen, die bij winning, verwerking of verwijdering schadelijk voor het milieu zijn, laat men buiten beschouwing.

De manier waarop hernieuwbare bronnen in het model worden opgenomen is discutabel: elk deel opgewekt vermogen door bijv. foto voltaïsche cellen geeft eenzelfde vermindering van het fossiele brandstofgebruik. Op zich is dat bij een beperkt gebruik van zonne-energie landelijk gezien correct. Niet meegenomen is of deze opgewekte energie ook efficiënt

gebruikt wordt. Ook de woningdichtheid is amper te variëren. Er kan slechts gekozen worden voor 3 woningtypen; zodat slechts een variatie mogelijk is van 25, 35 en 50 woningen per hectare¹⁶.

Naast het Oei rekenmodel kennen we de Nationale Pakketten 'Duurzaam Bouwen'¹⁷. Het pakket voor de 'Grond- Weg en Waterbouw' [CROW et al, 1999] en het pakket voor de 'Stedenbouw' [Nationaal Dubo Centrum, 1999] zijn relevant¹⁸. Beide zijn te zien als een strategisch- en operationeel kader voor de ruimtelijke ordening c.q. stedenbouw. Doordat de lijst met aanbevelingen (voorkeuren) statische instrumenten zijn, geven de pakketten weinig houvast (en feedback) bij vernieuwende en afwijkende concepten en bij integratie van de verschillende deelaspecten¹⁹.

Tot slot nog de meer algemene denkramen voor duurzame (steden)bouw. Voorbeelden zijn Ecopolis [Tjallingii, 1996], de 'Triangle of Conflicting Goals' [Campbell, 1996], de 'DUBO Tetraeder' [Duijvestein, 2004] (zie hoofdstuk 2.2.2) en de Transdisciplinary Learning Cycle [Müller et al, 2002]. Bij alle denkramen betreft het perspectieven om naar de problemen te kijken, dan wel om ze op te lossen²⁰. Dit wordt een gidsprincipe genoemd.

Het Ecopolis gidsprincipe maakt de oplossing met betrekking tot het ecologiseren van de stromen te afhankelijk van de invulling van de infrastructuur. Bovendien wordt binnen het Ecopolis gidsprincipe, en de er uit voortvloeiende 'strategie van de twee netwerken', de koppeling van oplossingen gesplitst in een harde (technische-) infrastructuur (verharde-, veelal bovengrondse infrastructuur) enerzijds, en een zachte-, zogenaamde blauwe infrastructuur ten behoeve van ecologische stromen anderzijds. Het principe is bruikbaar, maar in haar uitwerking rigide. Het sturende principe houdt in dat het op termijn een mogelijke belemmering vormt voor het kunnen anticiperen op nieuwe ontwikkelingen, of het opnemen hiervan.

¹² Of dit onderzoek direct te vertalen is van industriële product(ontwikkeling) naar de bouw is nog de vraag.

¹³ Het beleid op gebied van de sanitatiestromen richt zich voornamelijk op het aankoppelen van alle huishoudens en bedrijven (is niet per definitie duurzaam) en meer algemeen watermanagement (zoals o.a. het Deltaplan Grote Rivieren).

¹⁴ Ook wel 'tools' genaamd, opgedeeld naar 'ontwerp tools' (ruimtelijke concepten) 'effecten tools' ('evaluatie tools', 'reken tools') en 'communicatie tools' ('scenario tools', 'integratie tools') [Canter, 2000].

¹⁵ NOVEM: Nederlandse maatschappij voor energie en milieu, een

agentschap van het ministerie van Economische Zaken. Novem stimuleert duurzame ontwikkeling van de (inter)nationale samenleving op het gebied van energie en milieu.

¹⁶ De naam 'optimale energie-infrastructuur' suggereert dat het model gebruikt kan worden om een energetisch efficiënt energiesysteem te ontwerpen, wat niet het geval is. Distributieverliezen en dergelijke spelen alleen een rol als deze tot besparing op brandstoffen leiden [Koorneef, 2002].

¹⁷ De pakketten zijn overeenkomstig de uitgangspunten van het duurzaam bouwen beleid van het rijk samengesteld door verschillende marktpartijen.

¹⁸ Daarnaast nog de pakketten:

Woningbouw Nieuwbouw in combinatie met Woningbouw Beheer [SBR, 1996] en Utiliteits Nieuwbouw in combinatie met Utiliteitsbouw Beheer [SBR, 1998].

¹⁹ Een voorbeeld is dat zelfs sprake kan zijn van tegenstellingen tussen verschillende deeladviezen, zoals leefbaarheid en/of veiligheid en milieuthema's [Dorst, 2002b].

²⁰ Voor de ontwerppraktijk te vertalen naar algemene beleidsdoelen, doelen en middelen voor stedelijke ontwikkeling en aanrijpingspunten voor planning en ontwerp.

4.3

Bepaling aandeel milieubelasting
huidige technische infrastructuren

4.3.1

referentie casus Oosterhout, Nijmegen

In de vele in de literatuur te vinden materiaal- en energieverbruik beschouwingen met betrekking tot bouwen en wonen wordt de infrastructuur nog amper meegenomen. Het onderzoek beperkt zich meestal tot de achtergrond van oppervlaktegebruik van de verschillende bebouwingsvormen en de verschillende (bovengrondse) verkeersstromen. Slechts een deel van de infrastructuurvoorziening wordt beschouwd²¹.

Om te komen tot een globale referentie voor milieubelasting van de centrale technische infrastructuur is gekozen voor een recent opgeleverde Vinex stadsuitbreidingswijk. Het is een nieuwbouwlocatie met aandacht voor milieuvorzieningen. Het betreft het woongebied Oosterhout-Midden bij Nijmegen (Figuur 4.5)²². Het geanalyseerde deel is een wijkdeel binnen de vinex uitbreiding 'woonpark Oosterhout' en bestaat in totaal uit 726 woningen (Figuur 4.6), gebouwd op een oppervlakte van ca. 36 hectare. De gehele wijk is met een maximale bebouwingsdichtheid van 25 woningen per hectare, in vergelijking met de gemiddelde Nederlandse vinex uitbreidingslocaties²³, ruim opgezet²⁴.

Figuur 4.5

Woongebied Oosterhout-midden, Nijmegen

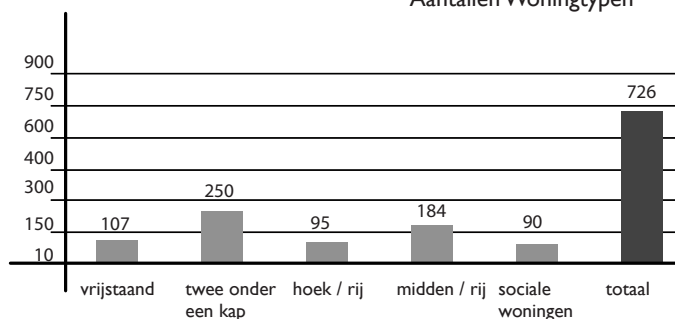


In de enige jaren geleden opgeleverde wijk zijn een warmtenet en een elektriciteitsnet aangelegd. De wijkverwarming voorziet de woningen van warmte voor zowel verwarming als voor het warme tapwater. De aanwezigheid van wijkverwarming houdt in dat geen individuele c.v. ketels zijn aangebracht in de woningen, en geen gasnet is aangelegd. Voor de toevoer van koud water zijn twee waterleidingnetten aangelegd. Een net voor (normaal) drinkwater en een net voor huishoudwater. De wijk heeft twee rioolsystemen. Eén voor de afvoer van 'schoon' water en één voor de afvoer van huishoudelijk afvalwater en vervuild regenwater (van druk bereiden straten en parkeerplaatsen).

Het gemiddelde elektriciteitsverbruik in het (toetsings)jaar 2001 is per woning 2931 kWh per jaar [Brosowski, 2002]²⁵. Voor het gemiddelde warmteverbruik per type woning zijn aannames gedaan op grond van de EPW-berekening van de verschillende types woningen²⁶. Voor het gemiddelde waterverbruik zijn verbruikswaarden van het waterbedrijf Gelderland in combinatie met het gemiddelde aantal inwoners per woning aangehouden. De 120 liter per dag per persoon komt dan neer op gemiddeld ca. 92 m³ water per woning per jaar.

Figuur 4.6

Woongebied Oosterhout-Midden, Nijmegen
Aantallen Woningtypen



Voor de berekening van de milieukosten van zowel de woningen alsmede de technische infrastructuur wordt uitgegaan van een tijdsperiode van 75 jaar. Geen rekening wordt gehouden met duurzaam opgewekte energie omdat het een onderzoek betreft dat de huidige praktijk als referentiekader kiest. Het is van belang het aantal variabelen beperkt te houden²⁷. De uitkomsten van de milieukosten van een stadswijk, opgedeeld in deze twee componenten²⁸ zijn:

- de milieukosten van de technische infrastructuur: 10.4%
- de milieukosten van de woningen: 89.6%

De milieukosten van beide hoofdcomponenten zijn onder te verdelen.

Voor de milieukosten van de technische infrastructuur in de subnetten: elektriciteitsnet, warmtenet ten behoeve van tapwater, warmtenet ten behoeve van verwarming, waterleidingnet en riolering (de communicatie netwerken zijn buiten beschouwing gelaten) (Figuur 4.7 a). De gemiddelde milieukosten van de woningen zijn ingedeeld naar materiaal, energie en water (Figuur 4.7 b).

²¹ Zie de probleemanalyse in hoofdstuk 1.3, hoofdstuk 1.4 en hoofdstuk 1.5.

²² De milieubelasting berekeningen zijn uitgevoerd en opgetekend in Brosowski [2002].

²³ De gemiddelde bebouwingdichtheid in Nederlandse Vinex wijken bedraagt 34 woningen per hectare [Polman, 2002]. In de Vinex is oorspronkelijk gekozen voor een 'benoemingsbeleid': woningbouw, niet-agrarische werkgelegenheid en voorzieningen worden in stadsgewesten en regionale ontwikke-

lingsgebieden gebundeld [Jong et al, 1993b]. In de praktijk is het niet overall gelukt een dergelijke bundeling te realiseren.

²⁴ Voor meer gegevens over het gebied woonpark Oosterhout wordt verwezen naar bijlage V.

²⁵ Dit is minder dan het landelijke gemiddelde bij Nederlandse Vinex wijken, in 2002 wat neerkomt op ca. 3300 kWh/jaar.

²⁶ Zie figuur 4.6.

²⁷ Doorberekening van duurzaam opgewekte energie betekent in dit geval een reductie van de milieukos-

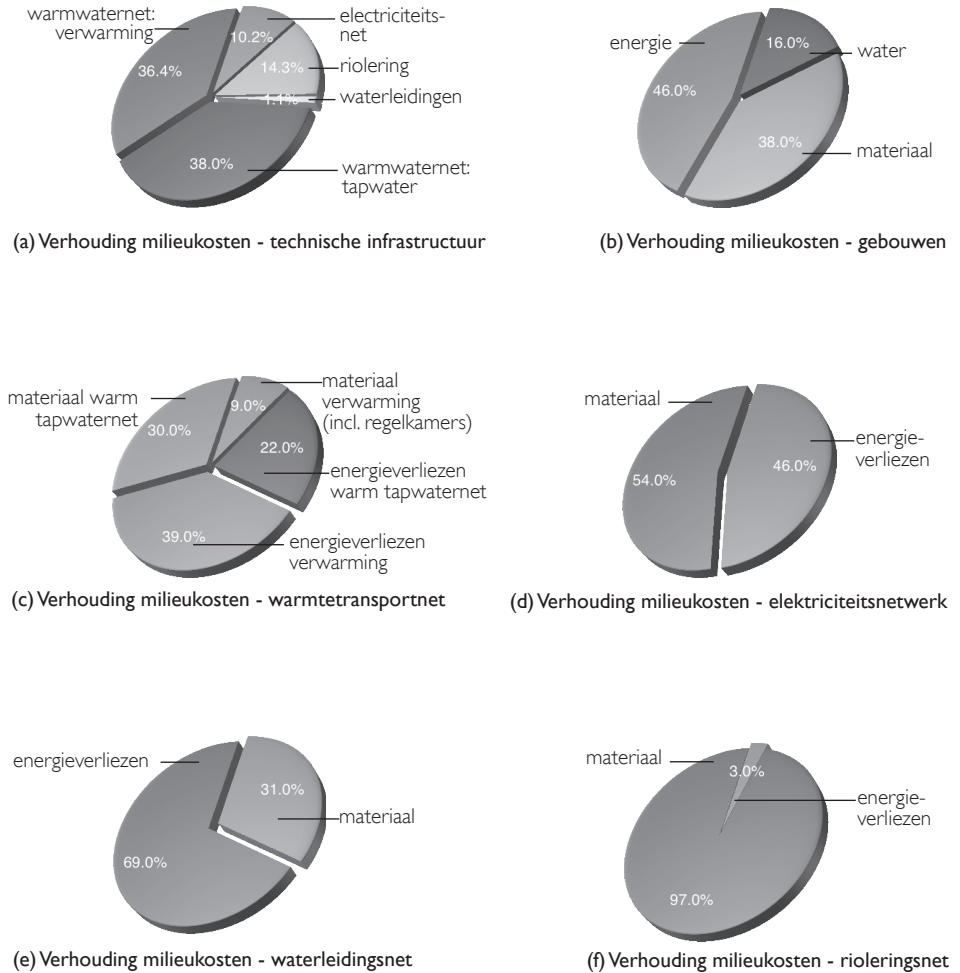
ten a.g.v. de energiegcomponent.

²⁸ Feitelijk zijn er meer componenten, zoals de bovengrondse weginfrastructuur. Uit onderzoek van de Technische Universiteit Dresden naar het materiaalgebruik van de bovengrondse weginfrastructuur tezamen met de ondergrondse technische infrastructuur in Duitse woonwijken blijkt dat 85 tot 95% van het materiaalgebruik toe te schrijven is aan de bestrating t.b.v. verkeersdoelinden en zo'n 5 tot 15% aan de toevoer- en afvoerleidingen [Lipkow, 2001].

Figuur 4.7

Milieukostenverdeling

Uitbreidingswijk Oosterhout-midden, Nijmegen



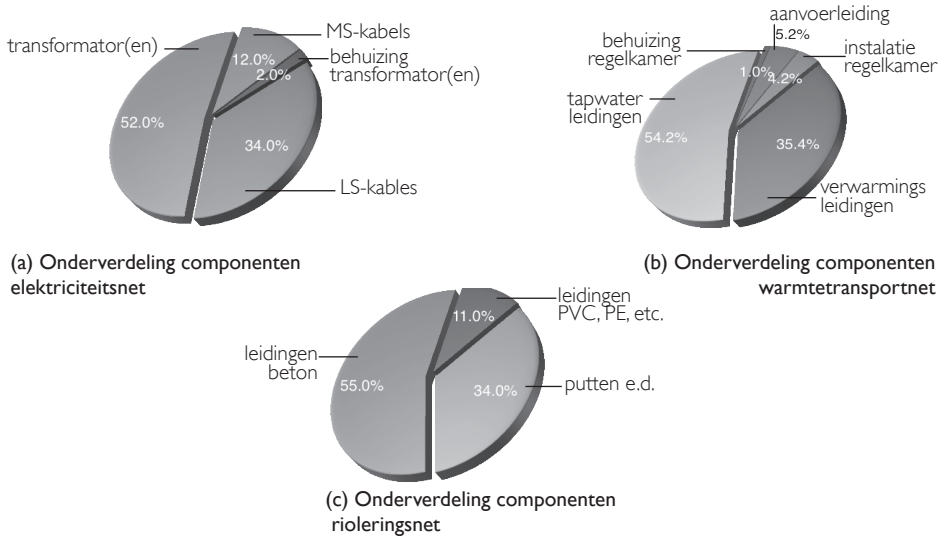
De milieukosten van de (technische) infrastructuur sub-netwerken zijn indeelbaar in materiaal en energieverliezen (Figuur 4.7 c / d / e / f).

De materiaalkosten zijn vervolgens weer per technische infrastructuur nader te specificeren in de subcomponenten van de netten (Figuur 4.8 a / b / c)²⁹.

Bij een energieleveringsysteem van elektriciteit en warmte blijkt het aandeel van de technische infrastructuur in de milieukosten van het woongebied ca. 10% van de totale milieukosten te zijn. Enerzijds geldt dat ze niet verwaarloosbaar is, anderzijds is ze niet als significant te betitelen. Dit verandert als je de milieukosten relateert aan de zogenaamde materiaal- of stofintensiteit per oppervlakte.

Figuur 4.8

Milieukostenonderverdeling technische infrastructuur (Oosterhout-midden); materiaal gerelateerd



De verhouding tussen de milieueffecten (of milieukosten) van de gebouwen en de infrastructuur zijn vanuit deze achtergrond onderzocht voor drie (middel)grote steden in Duitsland. Van belang is te melden dat er sprake is van andere eenheden en een andere berekeningsmethode^{30 31}. De uitkomsten met betrekking tot de verschillen in stofintensiteiten (in ton stof per hectare) voor de onderzochte stedelijke typologieën (stadstructuurtypen) zijn desalniettemin relevant vanwege de referentie die ze verschaft omtrent de invloed van de verschillende stedelijke typologieën, en de verhouding tussen bovengrondse en ondergrondse infrastructuur (hetgeen in de analyse van Oosterhout, Nijmegen niet meegenomen kon worden)³² (Figuur 4.9).

²⁹ In verband met een betere inzichtelijkheid is gekozen voor weergave van percentages in relatieve waarden (voor inzage in de absolute waarden: [Brosowski, 2002]).

³⁰ In het onderzoek naar verduurzaming van (bestaande) stadsdelen in drie middelgrote- tot grote steden (Freiburg, Zittau en Leipzig) wordt gerekend in zogenaamde stof- of materiaalintensiteit en daarbij benodigd energieverbruik per NWBL, ofwel netto woningbouw land. Voor het NWBL is de milieubelasting opgesteld via twee 'bouwstenen'. 'Bouwsteen I': een middeling van gebouwtypen gerelateerde kentallen met betrekking tot de verhouding bouwstofintensiteit i.r.t. de voorraden tezamen met milieu indicatoren

voor de verschillende emissies (CO₂ equivalent –met betrekking tot de broeikaspotentie-; SO₂ equivalent –met betrekking tot de verzuringspotentie-; en KEA –de zgn. 'kumulierter Energieaufwand'). Via een analyse van de gebouwmix worden vervolgens de milieueffecten per m² woonoppervlakte en per hectare NWBL berekend in 'Bouwsteen II': een middeling van stadstructuur betrokken kentallen met betrekking tot de verhouding bouwstofintensiteit i.r.t. de voorraden tezamen met milieu indicatoren voor de verschillende emissies voor de infrastructuur en gebouwen [IÖR / NAWO, 2001]. De kentallen voor de verschillende stratencategorieën, bestratingsafwerking en toevoer c.q. afvoerleidingen zijn in

samenwerking met het 'Institut für Stadtbauwesen und strassenbau' van de Technische Universität Dresden bepaald [Lipkow, 2001].

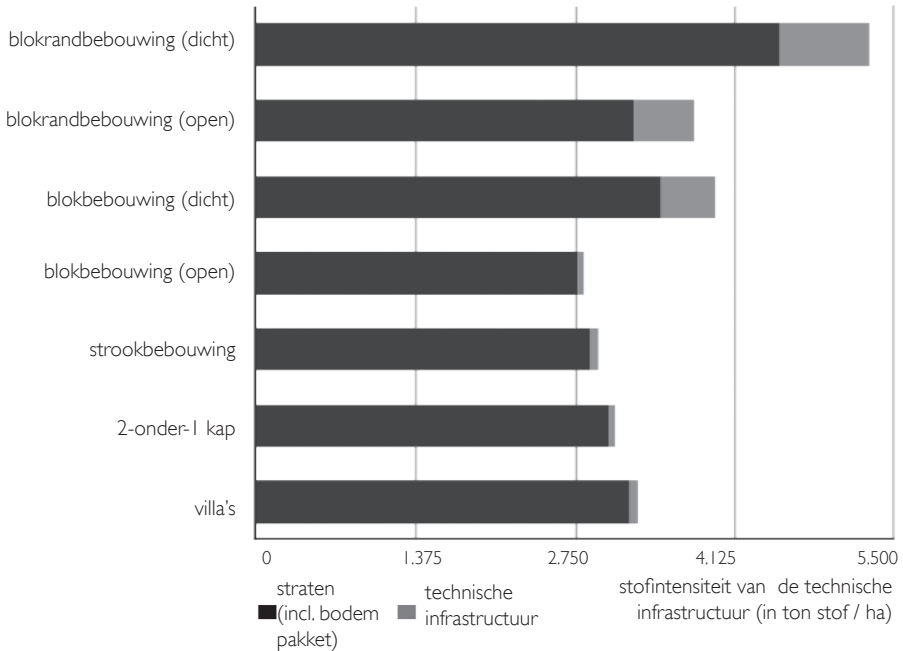
³¹ In de Duitse berekeningen zijn in tegenstelling tot de milieukosten berekening in Nijmegen, wel de milieueffecten ten gevolge van de bovengrondse weginfrastructuur (beperkt tot de zogenaamde 'verkeersdienende straten en vlakten') meegenomen als onderdeel van de technische infrastructuur en zijn de effecten van de energie-infrastructuur niet meegenomen (de meegenomen technische infrastructuur betreft de gas- en watertransport en de afvalwater afvoer).

³² De stofintensiteiten van de verschillende stadstructuurtypen zijn

Deze waarden moeten als oriënteringswaarden beschouwd worden³³. De uitkomsten tonen de in stof-energetisch opzicht grote differentiëring tussen de verschillende stedelijke typologieën, en daarmee het nut van compact bouwen (sec vanuit dit deelaspect beschouwd). Om zicht te krijgen op de effecten van het veranderen van dichtheden binnen de verschillende stadstructuurtypen³⁴ zijn de stofintensiteiten vervolgens omgerekend naar het toegepaste gewicht per woonoppervlak^{35 36} (ton per ha.).

Figuur 4.9

Gemiddelde stofintensiteit per woningtypologie



De stofintensiteitswaarden per huishouden voor de infrastructuur differentiëren niet zo sterk als bij de verschillende bebouwingstypologieën³⁷. Binnen één en dezelfde bebouwingstypologie is bovendien sprake van een verschil tussen kleine en grotere steden. In grote(re) Duitse steden wordt binnen dezelfde typologie (gemiddeld) groter gebouwd en in hogere dichtheid [NAWO, 2001]. Dit uit zich in een andere gebouwenmix. Het aandeel van de infrastructuurgerelateerde stofintensiteit binnen de stadstructuurtypen ten opzichte van de gebouwerelateerde stofintensiteit varieert dientengevolge sterk. De waarden liggen tussen de 10% en 70%³⁸. De onderzochte referentiecasus Nijmegen is binnen de Duitse onderverdeling voor het grootste deel in te delen in de stedelijke typologie 'eengezinshuizen / twee onder een kap'³⁹ (zie Figuur 4.6). De milieukosten berekend voor de situatie in Nijmegen bestaan voor een groot deel uit energiegerelateerde milieukosten. De methode voor het al dan niet meenemen van de bovengrondse infrastructuur (inclusief onderpakket) verschilt daarbij: in de Duitse berekeningen gebeurt dit wel, in de Nederlandse niet.

Bij het vertalen van deze gegevens naar het aantal bouwlagen blijkt dat voor gebouwen een (te verwachten) rechtlijnig verband bestaat tussen de toename van het aantal verdiepingen en de toename in de stofintensiteit. Voor de infrastructuur gaat dit niet op. De stofintensiteit blijft nagenoeg gelijk, zij het binnen een bepaalde bandbreedte. Als gekeken wordt naar de verschillende componenten van de milieukosten van de technische infra-

structuur, blijkt dat in de referentiecasus Nijmegen bijna 40% van de (10%) milieukosten voor rekening komt van het warmtenet voor centraal warm tapwater. Het hoge aandeel koper in de warmwaterleidingen is hier debet aan. In totaal komt 7.7% van de milieukosten van de gehele stadswijk (dus inclusief de woningen) en 74.4% van alleen de technische infrastructuur voor rekening van het warmtetransportnet. Het milieukostenaandeel van het waterleidingnet is verwaarloosbaar klein (0,1% van de milieukosten van de gehele stadswijk). Het elektriciteitsnet en de riolering zijn verantwoordelijk voor respectievelijk 1.1% en 1,5% van de milieukosten van de gehele stadswijk.

Tabel 4.2

Oriënteringswaarden voor woonoppervlakte- en netto woningbouwgebied betrokken stofintensiteit

Stedelijke typologie	Materiaalintensiteit	
	t/m ² woonoppervlakte	t/ha netto woningbouw gebied
gesloten bouwblok en blokranden	2,7	43.000
open blokranden en blokbebouwing		21.000
eengezinshuizen	3,7	5.500
villa's	2,5	
rijtjeswoningen	2,1	12.500

De milieukosten, als gevolg van overstorten en lekkages^{40 41}, zijn bij de riolering niet meegenomen. Dat dit een actueel probleem is wordt geïllustreerd door enkele Duitse drinkwaterbedrijven die overwegen om onder stedelijke gebieden waar zich lekkende riolen bevinden, de winning van grondwater voor drinkwaterproductie geheel te stoppen [Wiggers, 1991]⁴².

samengesteld uit de uitkomsten van de drie onderzochte Duitse steden, waarbij steeds een differentiatie in aandeel van straten en 'leidingen' aangebracht is.

³³ Vanwege het beperkte- en casus-specifieke karakter van de uitkomsten.

³⁴ De stadstructuurtypen zijn teruggebracht tot de zes kenmerkende typologieën.

³⁵ Er is sprake van een klein verschil in de stofintensiteit voor de verschillende stedelijke typologieën tussen middelgrote- en grote steden. Deze komt voort uit de gemiddeld genomen kleinere verblijfsruimten in de grotere steden [NAWO, 2001].

³⁶ De Nederlandse referentiecasus Nijmegen Oosterhout is te beschouwen als een combinatie van verschillende stedelijke typologieën. Als richtgetal voor de stofintensiteit van Nijmegen Oosterhout-Midden geldt 9000 ton per hectare NWBL.

³⁷ Dit komt omdat infrastructuren een 'netkarakter' hebben (zie hoofdstuk 2 & hoofdstuk 4). In een netkarakter is een eenduidige toekenning van infrastructuureenheden (allocatie) naar een (onderzoeks)deelgebied niet mogelijk. Leidingen en straten van een gebied dienen tevens aangrenzende, soms structureel andere (woon)gebieden. Dit probleem moet via correcties of verdeelsleutels verwerkt worden in bepalingen c.q. berekeningen.

³⁸ Bij de gesloten bouwblokstructuur betreft het aandeel ca. 10%, terwijl bij de eengezinshuizenstructuur de stofintensiteit nagenoeg drie kwart van de aan de gebouwen gerelateerde stofintensiteit bedraagt.

³⁹ Bij deze typologie is het aandeel van de infrastructuur gerelateerde stofintensiteit het hoogst. De totale milieudruk van de infrastructuur, uitgedrukt in milieukosten, is echter lager; te verklaren door de verschil-

lende bouwwijze en bouwcultuur binnen de Duitse en Nederlandse situatie.

⁴⁰ Zowel lekkages vanuit de riolering naar het grondwater als omgekeerd grond- en infiltrerend regenwater naar het riool. Overstorten worden om economische redenen in rioolstelsels aangebracht. De rioolstelsels zijn over het algemeen zo ontworpen dat een neerslag met een intensiteit van zestig liter per seconde per hectare kan worden afgevoerd. Om te voorkomen dat de diameters van de riolen stroomafwaarts steeds groter moeten worden, zijn "op geëigende plaatsen" ontlastpunten, overstorten aangebracht [Wiggers, 1991].

⁴¹ In Nederland en België is de verontreiniging van de bodem en het grondwater als gevolg van lekkages bij de (oudere) bestaande infrastructuur en overstorten nauwelijks onderzocht.

Vertaald naar de milieukostenberekening wordt het aandeel van de riolering binnen de milieukosten van de technische infrastructuur flink hoger als dit aspect wordt meegenomen, ook al geldt dat overstorten zoveel mogelijk worden geplaatst in zgn. 'buitengebieden'⁴³. Voor het elektriciteitsnet, de riolering en het waterleidingnet zijn materiaalgerelateerde milieukosten hoger dan de milieukosten van de energieverliezen. Bij het warmtetransportnet zijn de milieukosten van de energieverliezen, absoluut gezien, ca. 22% hoger dan de materiaal milieukosten. Materiaalmilieukosten van de systemen ontstaan door de hoeveelheid gebruikt materiaal, zoals bij riolering⁴⁴, of door het soort materiaal. De milieukosten van de behuizingen van de regelkamers en de transformatorruimtes zijn verwaarloosbaar.

4.3.2

casus specifieke alternatieve configuraties

Binnen de omschreven deelstudie van de wijk Oosterhout Nijmegen is tevens gekeken naar de effecten op de milieukosten indien andere configuraties zouden zijn gerealiseerd.

Tabel 4.3

Alternatieve configuraties energievoorzieningen
Uitbreidingswijk Oosterhout-midden, Nijmegen

Verandering milieukosten (in %) (negatief = afname milieukosten)		variant 1 indiv. tapwater	variant 2 gasnet	variant 3 warmtepompen
technische infrastructuur (warmte)	materiaal	-77,8	-98,7	+6,4
	energie	-35,7	-100	-26,5
woningen	materiaal	+0,5	+3,0	+1,6
	energie	0	+16,4	-8,5
stadswijk	totaal	-2,2	+6,3	-3,5

Er zijn drie opties doorgerekend. Als eerste is gekozen voor de handhaving van het warmtenet voor verwarming, maar met toepassing van individuele voorzieningen voor warm tapwater (variant). Als tweede is helemaal geen warmtenet meer toegepast en is een (aard)gasnet ervoor in de plaats gekomen (alternatief) en als derde alternatief is voor een combinatie van individuele en klein-collectieve warmtepompsystemen gekozen [Brosowski, 2002]. Uit de berekende verschillen qua milieubelasting van de woningen en de technische infrastructuur valt te concluderen:

1. de energiebelasting van de woningen heeft grote invloed op de milieubelasting van de totale stadswijk en daarmee op het aandeel van de technische infrastructuur.
2. een gasnet heeft met betrekking tot andere alternatieven van de technische infrastructuur de laagste milieubelasting. De milieubelasting van de woningen is bij deze configuratie de grootste, wat ertoe leidt dat de milieubelasting van de totale stadswijk het hoogst is.
3. systemen met een hoog opwekkingsrendement, zoals een warmtenet en warmtepompen, hebben een laag aandeel in de milieubelasting van de woningen. De milieubelasting van de technische infrastructuur is hoger dan bij een gasnet, zodat het aandeel van de technische infrastructuur ook hoger wordt;
4. Een interessante oplossing, milieutechnisch gezien, is het ingrijpen in de bebouwingsdichtheid en typologie, ofwel stadstructuurtype⁴⁵. Dit kan al dan niet samen(gaan) met de eerder genoemde maatregelen aangaande de technische infrastructuur zelf.

4.4

Conclusies & Aanleiding Hoofdstuk 5

4.4.1

conclusies hoofdstuk 4

- Er is nog te weinig bekend over het aandeel van de technische infrastructuur in de totale milieubelasting op de hogere schaalniveaus.
- Om ruimte te scheppen voor (duurzame) alternatieven moet grotere aandacht gegeven worden aan de toerekening (allocatie) van de milieubelasting en kosten van infrastructuur op hogere schaalniveaus naar de lagere schaalniveaus.
- Bij de bepaling van milieubelasting is enerzijds sprake van een meetprobleem dat zich uit in verschillende milievalidatiemethoden en bijbehorende uitkomsten, en anderzijds van relativiteit tussen de objectieve en subjectieve beoordeling van milieukwaliteit.
- De bestaande instrumenten ter ondersteuning van verduurzaming (technische-) infrastructuur zijn beperkt en belemmeren de inzet van structureel afwijkende alternatieven.
- Het aandeel in de milieubelasting van de technische infrastructuur ten behoeve van de voorziening en verwerking van de essentiële stromen in een Nederlandse nieuwbouw woonwijk is niet te verwaarlozen.
- De milieubelasting van de technische infrastructuur van woonwijken kan in eerste instantie het best via een ruimtelijk geoptimaliseerd ontwerp worden teruggedrongen.

4.4.2

aanleiding hoofdstuk 5

In dit hoofdstuk is het specifieke aandeel van de huidige technische infrastructuur binnen de totale milieubelasting van de ruimtelijke ontwikkeling, en de gebouwde omgeving in het bijzonder, tezamen met enkele alternatieve configuraties, in een representatieve case studie geanalyseerd. Verschillende factoren hebben bijgedragen aan het oriënterende karakter van deze deelstudie.

Vanuit de probleemstelling is het, na analyse van de huidige essentiële technische infrastructuren (hoofdstuk 3 en 4) van belang de ontwikkelingstendensen te analyseren. Enerzijds moet gekeken worden naar het tijdspad dat geleid heeft tot de huidige configuratie en systemen, anderzijds moeten de veelal hiermee samenhangende en mogelijke 'toekomstpaden' geanalyseerd worden. Gezien de in hoofdstuk 3 geconstateerde convergentie tussen infrastructuren dienen deze analyses in onderlinge samenhang plaats te vinden.

⁴² Het verschil in kostprijs van (drink)water (en van de afvoer ervan), tussen de Duitse en Nederlandse situatie, is groot. Het toegeleverde water is in Duitsland (in 2002) ruim drie keer duurder, zodat de drempel in Duitsland voor veel particuliere initiatieven lager ligt. De terugverdientijd van investerin-

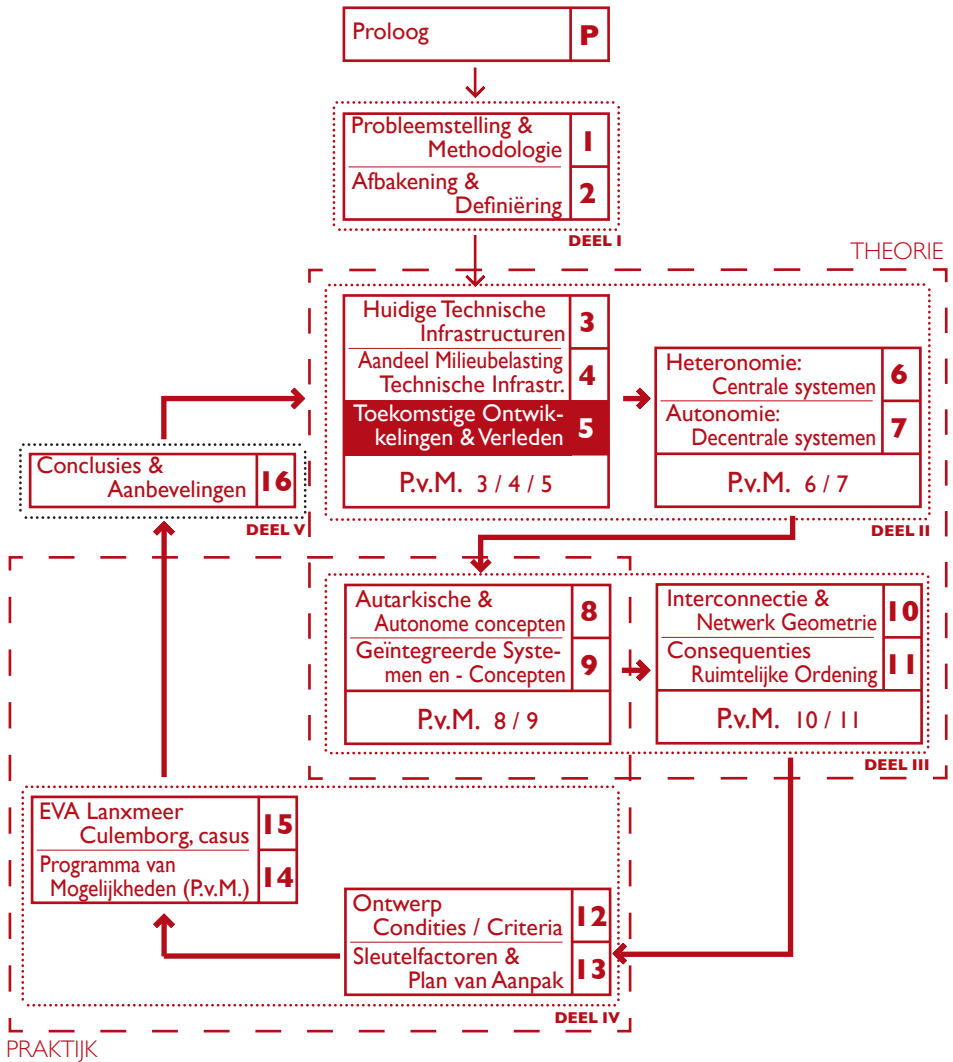
gen is aanzienlijk korter.

⁴³ Hier speelt het aspect van de allocatie van de milieukosten, al doet dit niets af aan de relatieve milieubelasting.

⁴⁴ Een voorbeeld van de hoeveelheid materiaal bij rioleringsbuizen is het beton. Een voorbeeld van de

invloed van het soort materiaal is bij warmwaterleidingen het koper, als relatief milieubelastend materiaal.

⁴⁵ Is niet verder doorgerekend, aangezien het moeilijk is te vergelijken met de huidige situatie. De mogelijkheden worden in het volgende hoofdstuk behandeld.



(Toekomstige) Ontwikkelingen

5.1

Inleiding

5.2

Technologie ontwikkeling in relatie tot het milieu

5.3

Ontwikkeling van essentiële technische infrastructuren

5.4

Verkenning toekomstige ontwikkelingen technische infrastructuren

5.5

Conclusies & Aanleiding Hoofdstuk 6

h5

“Those who can not remember the past
are condemned to repeat it.”

George Santayana

5.1

Inleiding

In vervolg op de analyse van de bestaande systemen en technische infrastructuren in de hoofdstukken 3 en 4 richt dit vijfde hoofdstuk zich op de ontwikkelingstendensen die tot deze huidige systemen hebben geleid en daar op hun beurt ook weer uit voort komen. Het betreft zowel een beknopte historische analyse (de uitgebreidere historische analyse is samengevat en opgenomen als achtergrondstudie), alsmede een analyse van de toekomstige ontwikkelingen en bijbehorende ontwikkelingspaden die als meest kansrijk gezien worden. Centraal staat de vraag in hoeverre de ontwikkelingspaden sturend c.q. dwingend zijn voor de toepassing c.q. ontwikkeling van duurzame alternatieven en alternatieve configuraties. In dit hoofdstuk wordt het onderzoek voor de beantwoording van de in hoofdstuk 1.3.2 weergegeven eerste achtergrondvraag afgesloten.

Achtergrondvraag I:

In hoeverre zijn de huidige technische (infra)structuren bepalend voor de (on)mogelijkheden van 'duurzame ontwikkeling'?

Vanuit de beantwoording kan de diagnose gesteld worden, die op haar beurt onderzocht wordt in de laatste twee hoofdstukken van deel II (hoofdstukken 6 en 7). Net als in de voorgaande hoofdstukken is er voor gekozen de gestelde analyses uit te voeren voor de binnen dit onderzoek onderscheiden onderdelen energie en sanitatie. Eerst wordt gekeken naar de in de wetenschap onderscheiden modellen van technologie ontwikkeling. Analyse van de ontwikkelingstendensen vindt vervolgens plaats vanuit het perspectief van (mogelijkheden voor) 'duurzame ontwikkeling' in relatie tot de gestelde ontwikkelingsmodellen.

5.2

Inleiding

5.2.1

begripsbepaling

De meeste auteurs maken onderscheid tussen twee typen milieutechnologie². De sanering en end-of-pipe technologie, en de proces geïntegreerde technologie. De saneringstechnologie is primair gericht op het verminderen van de milieuvuiling. End-of-pipe systemen worden gedefinieerd als aan het eind van productieketen toegepaste oplossingen met als doel de ontstane afvalstroom te reinigen voordat deze geloosd wordt³ (Figuur 5.1).

¹ Toelichting bij achtergrondvraag I (ten dele overgenomen uit hoofdstuk 1.3.2): Bekeken moet worden of bij de ontwikkeling van de belangrijkste technische infrastructuren van dit moment sprake is van een star uitgangspunt waaraan men zich vasthoudt, en indien dat het geval is of het een paradigma is, en daarmee mogelijk een oorzaak voor beper-

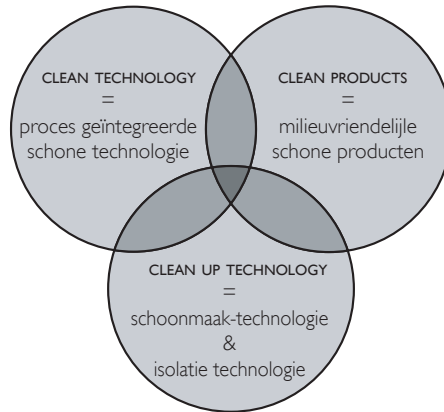
kingen om binnen de bestaande- en nieuw gebouwde omgeving 'duurzame ontwikkeling' te bewerkstelligen. De voor- en nadelen van de huidige (technische) infrastructuursystemen moeten worden geanalyseerd los van eventueel van toepassing zijnde paradigma's. Ook valt te beoordelen in hoeverre de aanwezige technologische trajecten voorwaarden stellen aan verdere ontwikkeling.

² De termen 'techniek' en 'technologie' worden veel als substituuut gebruikt, maar verschillen. Smeulders [1987] definieert techniek als "een geheel van middelen, waarmee mensen ingrijpen in de hen omringende materie, energie en natuur", en dat: "techniek en wetenschap zijn opgenomen in meeromvattende verbanden, gehelen van handel- en denk-

Bij End-of-pipe oplossingen is het nadeel dat de technologie volgend wordt, en niet (meer) sturend te gebruiken is. Het negatieve imago van end-of-pipe technologie heeft te maken met de keuze voor het schijnbare gemak van het oplossen ofwel schoonmaken van de vervuiling nadat deze ontstaan is. Volgens Klapwijk [1991] hoeft dit niet altijd als een passieve wijze van oplossen gezien te worden⁴.

Figuur 5.1

Milieutechnologie



Er is sprake van procesgeïntegreerde⁵ technologie als de milieubescherpende maatregelen onderdeel van het productieproces zijn, zoals bij zonne- en windenergie.

De procesgeïntegreerde technologie richt zich vooral op de omzetting van grondstoffen in bruikbare eindproducten [Hengel, 1991]. De milieueisen zijn slechts voorvereisten, vergelijkbaar met andere eisen zoals lage kosten, kwaliteit of efficiëntie. Welke eisen of normen uiteindelijk van toepassing zijn, te allen tijde moet het worden afgewogen tegen de reël te verwachten positieve milieueffecten en de nagestreefde volhoudbaarheid in de milieuzorg. Met name dit positieve aspect wordt in de nu gangbare regelgeving niet altijd meegenomen [Lettinga, 1997].

Volgens Zimmerman is het moeilijk om recyclingprocessen onder één van de twee hierboven beschreven definities van milieutechnologie te plaatsen [Hengel, 1991]: recyclingprocessen bestaan uit de behandeling van afval en kunnen als 'end-of-pipe' technologie gezien worden. Vaak worden echter nuttige eindproducten geproduceerd (met afval als grondstof), waardoor het ook voldoet aan de definitie van procesgeïntegreerde technologie.

5.2.2

technologie ontwikkeling

Van belang te weten is hoe technologische ontwikkelingen zich verhouden tot het onderzoeksobject. Het inzicht in de vorm van ontwikkeling geeft immers tezamen met empirische studies de mogelijkheid om deze technologieontwikkeling te beïnvloeden in de richting van duurzame ontwikkeling. Er bestaan meerdere modellen met betrekking tot de achtergrond van technologie ontwikkeling. De drie belangrijkste zijn [Vergragt, 1992]:

1. het quasi-evolutionaire model,
2. de gemeenschappelijke probleemdefinitie, en
3. de netwerktheorie van technologische ontwikkeling.

Ad.1. Het quasi-evolutionaire model

Bij dit model wordt de technologieontwikkeling gezien als ‘een proces van variatie en selectie’ [Nelson & Winter, 1977 / 1982; Dosi, 1982; Dosi et al., 1988, Belt & Rip, 1987], waarbij het wordt vormgegeven door de ‘selectieomgeving’. Deze selectieomgeving kan worden ingedeeld in drie typen factoren, namelijk:

- wetenschappelijke- en technologische factoren,
- economische factoren,
- sociaal –culturele- en politieke factoren.

Als reden voor de ontwikkeling en inzet van nieuwe technologie, waaronder veel duurzame technologie (nog) valt, geldt, wetenschappelijk en technologisch gezien, dat dit gebeurt vanwege het (nagenoeg) uitontwikkeld zijn van het geldende (traditionele) paradigma. Ook nieuw ontstane wetenschappelijke mogelijkheden en onderzoeken door universiteiten en publieke laboratoria zijn reden voor ontwikkeling en inzet van nieuwe technologie. De "prime mover", via deze weg ontstaan, is als ononderbroken proces van technologische ontwikkeling op haar beurt oorzaak van maatschappelijke vooruitgang [Drukker, 1993]. De techniek (zelf), de (bestaande) infrastructuur en het gebrek aan kennis en informatie kunnen een barrière vormen bij implementeren. Hoge kosten en concurrerende technologie (economische factoren) zijn mogelijke obstakels. Vanuit sociaal-culturele en politieke hoek kunnen bestaande standaarden en gewoonten (comfort, hygiëne en gebruiksgemak), naast tegenwerking vanuit bestaande netwerken en door overheidsbeleid remmend werken [Siemensma, 2000].

Het proces van variatie en het al dan niet gebruiken van technologie wordt ingegeven door ‘technologische paradigma’ [Dosi, 1982] die basisideeën bevatten, die bestaan uit inzichten, eigen ingevingen (heuristieken) en een beperkte hoeveelheid reeds ontwikkelde technologie. Netwerktheorieën voorspellen dat actoren neigen tot ‘defensieve strategie’ [Godfroy, 1981]. Actoren worden geconfronteerd met een combinatie van onoverzichtelijkheid en sterke afhankelijkheid. Deze combinatie geeft grote onzekerheid, wat een gesloten cultuur in de hand werkt. In plaats van doelgerichte samenwerking bestaat de neiging zich zoveel mogelijk af te schermen⁶.

Binnen de reeds ontwikkelde technologie is vaak één overheersende oplossing aanwezig. Deze oplossing kan worden gezien als ‘voorbeeld technologie’ van de discipline en dient als startpunt voor verdere ontwikkeling en verbetering. In toenemende mate worden de veranderingsprocessen bepaald door toepassing van arbeidsbesparende technologie, niet alleen bij de vervaardiging van de (industriële) producten, maar ook belichaamd in die producten zelf⁷.

wijzen, gevat in sociale structuren en processen, waardoor technische zaken gekoppeld worden aan, meestal elders gestelde economische en politieke doelen”. Het verschil met technologie zit in de (beheers)relatie met de mens: “...terwijl de techniek zich ontwikkelde tot technologie in de zin van een organisatiesysteem, waarin ook de mens als technisch regelbare factor wordt beschouwd” [Haas, 1976, p.305].

³ Voorbeelden zijn katalysatoren en luchtschubbers.

⁴ Aan de hand van de geschiedenis van het waterkwaliteitsbeheer laat Klapwijk [1991] zien dat de ‘end-of-pipe’ technologie soms de enige oplossing is.

⁵ Bij een proces ligt de nadruk op een serie transformaties tijdens de doorvoer van materialen of informatie. Bij een systeem staat een bepaalde verzameling elementen met hun relaties centraal. Die elementen kunnen betrekking hebben op bewerkingen, maar ook op de voorbereiding, de besturing of

de ondersteuning van het proces [Bikker, 1995].

⁶ Actoren concentreren zich op het veiligstellen van eigen beslissingsvrijheid, eigen domeinen (bijv. regionale zelfvoorziening), eigen technologie, en/of eigen fondsen (bijv. m.b.t. ‘nazorg’) [Baas, 1998].

⁷ Dit wordt wel de ‘Giedion-pijler’ genoemd van de Fortys visie, naar aanleiding van de plaatsing binnen het werk van Adrian Forty [1986] in ‘Objects of Desire, Design and Society 1750-1980’. Enerzijds steunt

Volgens Nelson en Winter worden de normale ontwikkelingen van variaties (veranderingen) frequent beïnvloed door het geldende paradigma en de bijbehorende veelal vastliggende trajecten. Ook door de verwachting dat een bepaalde variatie het selectieproces zal overleven en een ander niet [Nelson & Winter, 1982]⁸.

Ad.2. Gemeenschappelijke probleemdefinitie

Dit model gaat uit van een technologieontwikkeling als probleemgestuurd proces [Callon, 1980]. Technologie- en wetenschapswettelaars worden geconfronteerd met problemen van wetenschappelijke- of technische aard, die om een oplossing vragen (exogene visie). Technologieontwikkeling komt tot stand wanneer de betrokken actoren accepteren dat er een probleem is en ze het eens zijn over de kern van het probleem.

Ad.3. Netwerktheorie van technologische ontwikkeling

Deze denkrichting kan gezien worden in het verlengde van het tweede model. De essentie is dat technologieontwikkeling plaats vindt in een netwerk van onderlinge relaties tussen handelende actoren. Zo stelt Hughes [1983] dat technologieontwikkeling hand in hand gaat met de opbouw van een technologisch systeem, waarbij belemmeringen ('reverse salients' c.q. flessenhalzen) in het systeem bepalend zijn voor de ontwikkelingen. Callon [1986] omschrijft dit model als 'de creatie door een dominante actor': van actor-netwerken die de dragers van de ontwikkeling worden. Cruciaal in zo'n proces is niet de intelligentie van de centrale beleidsmaker, maar de wisselwerking tussen actoren⁹.

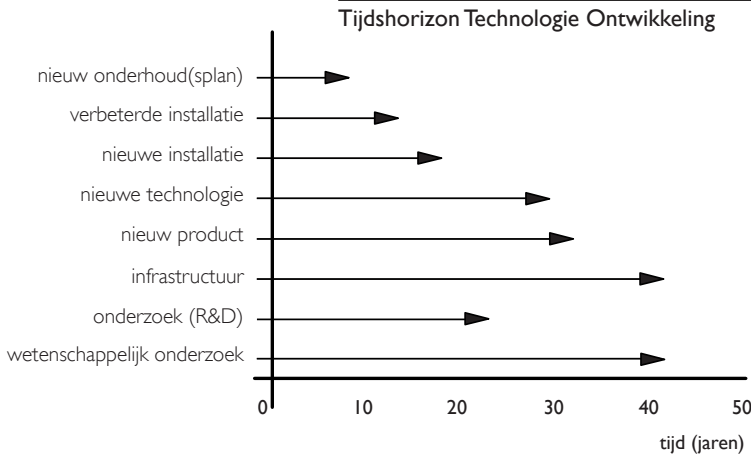
5.2.3

ontwerp gerelateerde benaderingswijzen (duurzame) technologie

In de ontwerpwereld zijn, met betrekking tot 'Sustainable design', twee belangrijke interpretaties te onderscheiden in relatie tot technologie, die tegenover elkaar staan, en waartussen nagenoeg alle interpretaties van 'duurzaam bouwen' die door de jaren heen zijn ontstaan zich bevinden [Timmeren, 1999a]. In de proloog is hiervoor een kader geschetst. Meer toegespitst op de wijze van uitwerking is er allereerst de groep ontwerpers die vindt dat oplossingen gebaseerd op 'high technology' het ecologisch evenwicht in onbalans brengen. Deze groep grijpt vaak terug naar het verleden, en probeert een schijnbaar eenvoudiger manier van leven te (re)construeren¹⁰. Anderen - even begaan met het milieu- zijn ervan overtuigd dat de problemen van 'high technology' juist een zekere 'techno-fix' noodzakelijk maken. Ze willen nog meer technologie gebruiken om de op technologie gebaseerde problemen van de aarde op te lossen. Het esthetische paradigma "less is more"¹¹ wordt door deze groep vertaald naar "less material is more" en "less energy is more"¹². De eerste groep wordt wel aangeduid met 'No-tech'- of 'Low-tech' ontwerpers, waarbij de 'Deep green'- en 'Radical green'- stromingen vallen onder de noemer 'No-tech'. De tweede groep wordt omschreven als een vorm van 'High-tech', of 'Eco-tech' ontwerpers [Timmeren, 1999a; Slessor, 1997].

Algemeen geldt dat in de nieuwe 'groene' bouwkundige projecten van de laatste jaren, ingegeven door algemene ontwikkelingskenmerken van technologie, twee ecologische thema's worden aangewend, te weten: de efficiëntieverbetering van (bestaande) systemen en de integratie van natuurlijke en kunstmatige milieutechnieken in de architectuur. De keuze voor, en het al dan niet toepassen van technologie is bij deze verschillende ontwerpinterpretaties complexer dan gedacht. Er zijn grote verschillen qua tijdshorizon (Figuur 5.2).

Figuur 5.2



Ten aanzien van technologiegebruik bestaan verschillende theorieën over de ontwikkeling en verspreiding. Deze theorieën kunnen op een continuüm geplaatst worden, met high-tech als ene-, en technologieontwikkeling als sociale constructie (low-tech, of no-tech) als andere uiterste. De technologiecritici stellen -de endogene visie volgend- dat technologie juist de oorzaak vormt van de milieuproblematiek, en dus geen deel uit kan maken van de oplossing ervan.¹³ Hieraan ligt de gedachte ten grondslag dat technologie in een uitbuitingsrelatie

deze op de (endogene) zoektocht van Sigfried Giedion (tevens secretaris van de C.I.A.M.) in (vooral) 'Mechanization Takes Command' [1948], naar een verklaring voor de richting waarin tal van maatschappelijke veranderingsprocessen zich -achteraf bezien- bewegen hebben, anderzijds op de verklaring van onvoorspelbare producten en factoren, die onmogelijk (alleen) een technologische achtergrond kunnen hebben, en die op het eerste gezicht te maken hebben met plotselinge wijzigingen in schijnbaar volmaakt irrationele consumentenvoorkeuren. Forty verklaart dit op grond van een vertaling van het werk van de Franse structuralist Roland Barthes' 'Mythologies' [1957]. In de materialistische cultuur van de industriële samenleving stelt Forty, is de functie van mythen zoals Barthes deze poneerde overgenomen door producten [Drukker, 1993]. Volgens Tzonis & Lefaivre [1986] volgt uit een studie naar de geschiedenis van het door 'populisten' als elementair gehanteerd begrip 'product' dat achter de werkelijkheid van de flexibiliteit van de menselijke behoeften een waarde van het ontwerpproduct

schuilgaat, afhankelijk van de rol die het speelt als machtsymbool. Het product zelf is niet de aanleiding tot voldoening of waardering, maar de sociale relatie die buiten hem staat, waarnaar het verwijst.

⁸ Het model wordt quasi-evolutionair genoemd omdat de scheiding tussen variatie en selectie niet absoluut is, zoals in de Darwinistische evolutie theorie [Vergragt, 1992].

⁹ De beleidsmaker concentreert zich op de voorwaarden voor een optimale 'doelvervlechting' en hoeft niet alles te overzien.

¹⁰ Achterhuis en Elzen [1998] wijzen naar een dergelijke tendens in de jaren zestig i.r.t. het opkomende probleem van de automobieliteit: ondanks hun toekomst gerichtheid werd de toekomst vooral door het verleden ingekleurd en wilde men bij het oplossen van het maatschappelijke probleem van de automobieliteit 'de weg terug' bewandelen. Ook met een ogenschijnlijk groot maatschappelijk draagvlak bleek de gewenste toekomst niet realiseerbaar omdat de voorgestane oplossingsrichting slecht aansloot bij inmiddels veranderende culturele waarden.

¹¹ 'Less is more' is een uitspraak van Ludwig Mies van der Rohe. Hij is een Amerikaans-Duits architect en meubelontwerper, en leidde vanaf 1930 tot de sluiting in 1933 door de nazi's de architectenopleiding van het 'Bauhaus' te Berlijn. Eén van de grootste vernieuwers van de moderne bouwkunst [Röling, 2003].

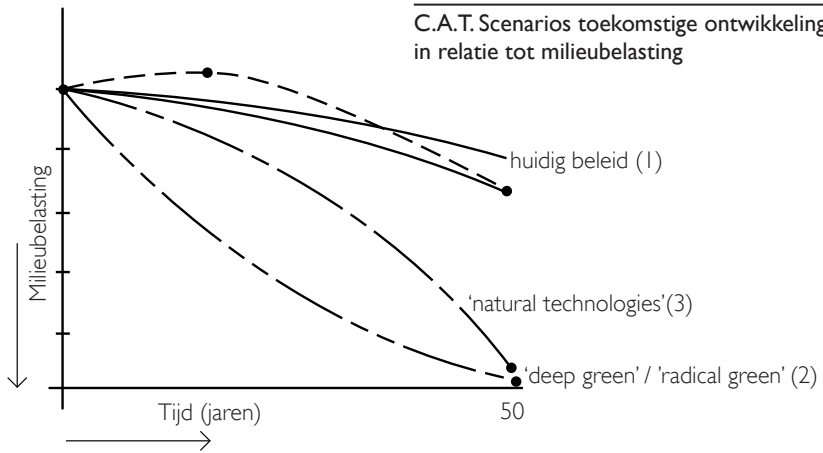
¹² Daniels [1997] stelt in 'The technology of Ecological Building': "Ecological building means applying technical aids sparingly and making the most of all passive means provided by the buildings fabric".

¹³ In de geschiedenis van de techniek kunnen twee visies onderscheiden worden: de exogene visie en de endogene visie. Bij de endogene visie wordt het fundamentele uitgangspunt gevormd door de gedachte dat technologie de praktische toepassing vormt van wetmatigheden die ontleend zijn aan de natuurwetenschappen. Daarbij wordt verondersteld dat deze natuurwetenschappen in de loop van de tijd een steeds hoger niveau bereiken. Technologische verandering wordt zo in eerste en laatste instantie verklaard uit de vooruitgang in de

staat tot de natuurlijke omgeving, waarbij de combinatie van technologie en kapitalisme leidt tot een systeem waarin geen aandacht is voor een volhoudbaar evenwicht tussen milieu en technologie [Vermeersch, 1991]. De technocritici stellen dat het zoeken naar relatief simpele 'technical fixes' niets doet aan de onderliggende oorzaken van het milieuprobleem en dus ook geen volhoudbare oplossing zal bieden. Sterker nog, ook deze nieuwe technologie heeft onverwachte en onbedoelde neveneffecten, en kan opnieuw tot problemen leiden. Harper [2000] heeft in een onderzoek binnen het Center for Alternative Technology (C.A.T.) in Wales verschillende scenario's van technologie gebruik, onderzocht in relatie tot het bereiken van de factor 20 over een periode van 50 jaar. Naast enkele varianten van huidige politiek beleid (trend scenario's) (1) is gekeken naar twee zogenaamde contrast-scenario's en het effect van een volledige 'paradigm shift'.

Figuur 5.3

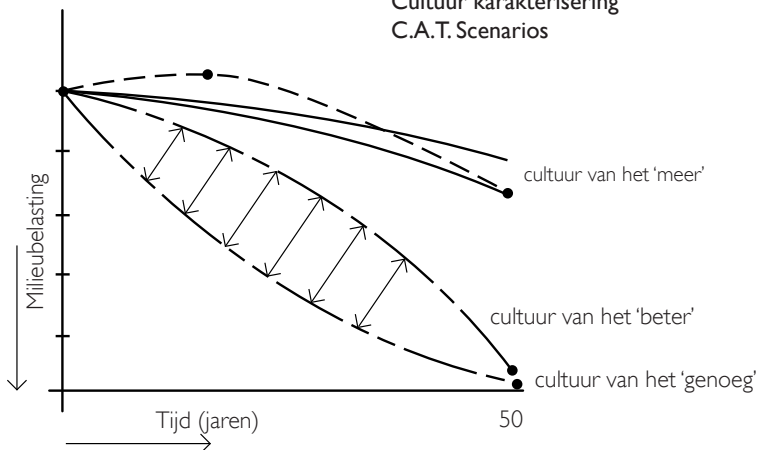
C.A.T. Scenarios toekomstige ontwikkeling in relatie tot milieubelasting



In het eerste contrastscenario worden de principes van 'Deep Green-' en 'Radical Green' groeperingen gevolgd (2). Het tweede contrastscenario gaat uit van de inzet van zogenaamde 'alternatieve' groene technologie ('Natural Technologies') (3) (Figuur 5.3).

Figuur 5.4

Cultuur karakterisering
C.A.T. Scenarios



Deze natuurlijke technologie¹⁴ wordt als meest kansrijk aangemerkt voor langdurige- en betaalbare zelfvoorziening¹⁵ [Hanford & Ewert, 2002]. Harper stelt in zijn lezing voor de Schumacher Society¹⁶ dat de huidige varianten van politiek beleid gekenschetst kunnen worden als ‘de cultuur van meer’, en de ‘Radical green movement’ en de ‘Deep green movement’ als ‘de cultuur van het genoeg’. De inzet van alternatieve technologie die op natuurlijke processen is gebaseerd kenschetst hij als ‘de cultuur van beter’ (Figuur 5.4). Harper tracht aan te tonen dat zowel bij het huidige beleid als bij radicale interpretaties van duurzame ontwikkeling een ‘paradigma verschuiving’ noodzakelijk is, zij het op verschillend tijdstip. De aanvang van inzet van ‘natuurlijke technologie’ op korte termijn en op grotere schaal (dat wil zeggen in een groter aantal situaties) kan deze noodzaak van een ‘paradigma verschuiving’, met bijkomende kapitaal vernietiging, voorkomen. Voorwaarde is het versnellen van een ander gebruik van technologie in de vormgeving van processen, naast een verdergaande interactie met ‘deep ecology’. Uit het onderzoek blijkt ook dat een steeds grotere groep mensen genoeg krijgt van de huidige ‘meer cultuur’, al is dit veelal een bovenlaag van de bevolking [Harper, 2000]. Dit duidt wellicht op het ontstaan van een voedingsbodemp voor verdere ontwikkeling van experimenten met een veranderd gebruik van technologie¹⁷.

5.3

Ontwikkeling van (milieu gerelateerde) technische infrastructuur

5.3.1

begripsbepaling

De ontwikkeling van de huidige oplossingen voor de energie-, water- en afvalmateriaalstromen in de gebouwde omgeving en de daaraan gekoppelde technische infrastructuur is te zien als een combinatie van het quasi-evolutionaire model en het model van de technologie-netwerken met een dominante actor.

natuurwetenschappen en nadrukkelijke niet uit een zich in de loop van de tijd wijzigend maatschappelijk probleemgebied dat om ‘nieuwe’ technische oplossingen vraagt voor ‘nieuwe’ maatschappelijke vraagstukken. In de exogene visie wordt de grondoorzaak voor het verschijnen van technische innovatie juist niet gezocht in de (autonoom veronderstelde) vooruitgang van de natuurwetenschappen, maar in het proces van maatschappelijke verandering [Drukker, 1993].

¹⁴ Binnen de evolutie van het ruimtelijk beleid van het Nederlandse Ministerie van VROM wordt dit ook wel als de vijf-dimensionele ruimte gezien, waarbij de mens “wordt opgevat als ‘co-creator’ van de natuur, en wordt de natuur niet alleen berekend, maar ook ontwikkeld”.

Vanuit deze vijfde dimensie moet vervolgens de vierde- (het nabootsen van de natuur en het richten op economisch nut, gebruiksruimte, gevoelswaarde & belevingswaarde van de ruimte) en derde dimensie (ecopolis principes, wat neerkomt op het creëren van ‘kleine kringlopen’, door lokaal hergebruik en optimale cascadering naar kwaliteit, in de bestaande omgeving(en)) worden vormgegeven [NIROV, 1996].

¹⁵ Tegelijkertijd is het de optie met (nog) de grootste onbekendheden voor wat betreft de kosten voor beheer en de ondersteuning, zoals water, electriciteit (t.b.v. licht) en dergelijke.

¹⁶ Schumacher Society is een Engelse stichting (1976) vernoemd naar E.F.Schumacher, inmiddels met

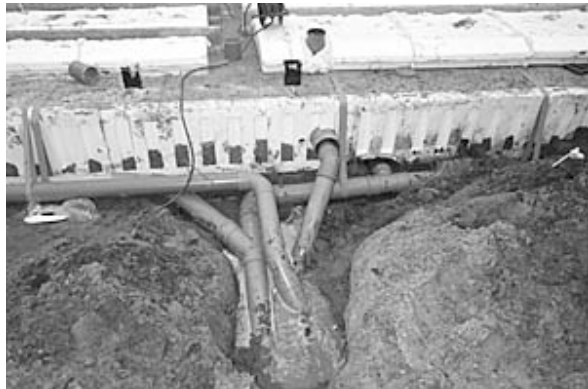
een Amerikaanse tak. Schumacher is de schrijver van ‘Small is beautiful’, ‘A guide for the Perplexed’ en andere werken. Hij wordt net als J.K. Galbraith (‘The age of uncertainty’) nog wel eens afgeschilderd als prediker en dromer. De Schumacher Society promoot ‘goede’ economische praktijken, ecologische en spirituele waarden en ontwikkelingen op menselijke schaal: “human integration with the natural world, a demonstration of the folly prediction, and examination of life lived at a human scale, among others”. De stichting is gevestigd in Londen en Bristol en is bekend vanwege haar educatieve werk en de jaarlijkse ‘Schumacher lectures’, -briefings, -book service en Resurgence magazine. Tezamen met de ‘Intermediate Technology’, ‘Soil Association’, ‘New

Vooral bij de (afval)waterstroom is sprake van enkele dominante actoren¹⁸ die zich over het algemeen weinig flexibel opstellen ten aanzien van technologie die afwijkt van de geldende traditionele paradigma's. In mindere mate gaat dit ook op voor de afval- en energiestromen en daaraan gekoppelde technische infrastructuur¹⁹.

De ontwikkelingen worden gekenmerkt door centralisatie. Zoals beschreven in hoofdstuk 3 is dit aan te duiden als een paradigma. Ontwikkelingen volgen een bepaald paradigma, veelal gezien als ontwikkeling met een vast eindpunt²⁰, een 'nec plus ultra'. Deze kunnen op voorhand leiden tot een rem op pogingen om een beter alternatief te krijgen²¹. Kuhn stelt in zijn 'Scientific Revolutions' [1970] dat een 'verblindend inzicht', of in zijn woorden 'de gangbare wetenschappelijke praktijk', begint bij het veronachtzamen van contextuele signalen die inconsistent met het geldende inzicht zijn. Als de hoeveelheid bewijs overweldigend wordt, moeten (theoretisch) waarden en het handelen aangepast worden aan de context²². Een zogenaamd 'prisoner's dilemma'²³ moet voorkomen worden. Een te eenzijdige ontwikkeling in het geval van 'een remmende voorsprong' kan op een gegeven moment aanzienlijke achterstand, veranderingskosten en dientengevolge maatschappelijke onrust inhouden.

Figuur 5.5

Afvoer van Afvalwater:Vroeger en Nu



Voor de beschouwde stromen en daaraan verbonden technische infrastructuur geldt dat de (historische) ontwikkeling en de schaalvergroting van de oplossingen plaatsvinden volgens een quasi evolutionair karakter met hier en daar sprongen die ingegeven worden door maatschappelijke problemen²⁴.

Het aantrekkelijke van het quasi-evolutionaire karakter van de technologieontwikkeling is over het algemeen dat het een relatief eenvoudig proces is, zodat ook gemakkelijk beleidsaanbevelingen te geven zijn [Schot, 1989, 1991]. Het ontstaan van dominante actoren die niet meer gerelateerd zijn aan de (controleerende) overheid kan het bijsturen van de ontwikkeling bemoeilijken. Uitgaande van de veronderstelde oorspronkelijke technologieontwikkeling volgens het quasi-evolutionaire model van Dosi en Nelson & Winter is het van belang het ontstaan van de belangrijkste systemen en bijbehorende (infra)structuren terug te voeren in tijd.

Gezien de grootte en de complexiteit van deze infrastructuren, of netwerken, spreekt het welhaast voor zich dat deze niet door één of enkele ontwerpers als zodanig ontworpen zijn, maar dat de structuur een optelsom c.q. erfenis is van duizenden 'historische' toevalligheden, toevoegingen om tegemoet te komen aan groeiende populaties, groeiend gebruik, problemen, wensen, eisen, en daaruit voortgekomen deeloplossingen²⁵.

De historie van de twee belangrijkste (fysiek) aanwezige technische infrastructuren, te weten de energie-infrastructuur en de sanitatie-infrastructuur, direct gekoppeld aan de oplossingsrichtingen voor beide essentiële stromen is in Bijlage I en Bijlage II besproken. De uitkomsten van deze analyse vormen de basis voor de volgende paragraaf.

5.3.2

historische ontwikkeling technische infrastructuren

Binnen het quasi-evolutionaire model wordt met betrekking tot de essentiële stromen en de bijbehorende systemen en (infra)structuren de (schijnbaar) logische sequentie van ontwikkelingsstappen, misstappen en niet genomen zij- of vervolgstappen geanalyseerd in relatie tot de huidige, in hoofdstuk 3 geconstateerde problematiek²⁶. Van doorslaggevend belang bij de ontwikkeling van de verschillende infrastructuren, zowel voor de afvalwater, drinkwater, als de energiestroom, is de onderkenning van een publiek belang door 'overheden' en het beschermen of 'verdedigen' ervan²⁷.

Economics Foundation', 'Schumacher College' en 'Green Books' vormt het de Schumacher Circle. De society is de basis voor verschillende organisaties over de gehele wereld, zoals de Intermediate Technology Development Group (Warwickshire, UK), Ocean Arks International (USA), Rocky Mountain Institute, Land Institute, International Society for Ecology and Culture, Earth Island Institute, Wuppertal Institute, The Other Economic Summit en de Worldwatch Institute.

¹⁷ Deze conclusie wordt ondersteund door Stikker [Spaandonk, 1977] die stelt dat het een door de natuur gegeven proces is van voortgaande ontwikkeling van eenvoudige, en kleine naar grotere en ingewikkelder organismen. Hij stelt dat het niet mogelijk is die groei ongestraft af te remmen, en dat het zaak is om groei bij te sturen, en rekening te houden met alle bijkomende- en meetellende factoren.

¹⁸ De waterschappen / zuiverings-schappen en in mindere mate gemeentes en drinkwaterleidingbedrijven.

¹⁹ Sinds de liberalisering van de markt is dit in eerste instantie minder het geval waar het de energiestroom betreft. In de loop van de tijd ontstaan door overnames en samenvoegingen steeds vaker dominante actoren. Het voornaamste verschil is dat dit volledig van

de overheid(sinstanties) losstaande bedrijven zijn. Het wordt daarmee moeilijker voor de overheid om kwaliteiten rechtstreeks te garanderen.

²⁰ Een voorbeeld is het denken rond de eeuwwisseling van de 19^e en 20^e eeuw toen m.b.t. de inzet van nieuwe vervoerssystemen bijna niemand verder keek dan het nieuwste op dat moment: de spoorweg. "Dat was zo iets verrassends en nieuw, dat het volgens velen de enige optie was voor transport in de toekomst, zodat mondiale vervoersplannen (vlak voor het uitbreken van de 1e wereldoorlog), uitsluitend projecten voor spoorwegaanleg betroffen [Hakkesteeft, 1996].

²¹ Op een gegeven moment zal dit leiden tot een op voorhand weg-drukken van op zich interessante alternatieven.

²² In de historie zijn veel samenlevingen ten onder gegaan aan het feit dat ze (te) lang vast hielden aan hun 'verblindende inzichten', hoewel belangrijk bewijs van hun ontoereikendheid duidelijk voor handen was [Kuhn, 1970; Röling, 2000].

²³ Een (ondermeer) uit de ver-voerstecnologie geleende term die aangeeft dat de keuze voor een bepaalde oplossing gemaakt wordt volgens argumenten die berusten op aspecten die juist het gevolg zijn van de gekozen oplossing (een vicieuze cirkel). Bijvoorbeeld het gebruik van auto's om kinderen van en naar

school te halen/brengen "omdat het zo gevaarlijk druk wordt door al die andere chafferende ouders" [Hakkesteeft, 1996].

²⁴ Voorbeelden voor de 'energiestroom' zijn de eerste energiecrisis (ca. 1750) en de tweede energiecrisis (1973).

²⁵ Als bijvoorbeeld naar het grootste, meest volgroeide en complexe electriciteitsnet van dit moment gekeken wordt, die van de Verenigde Staten, lijkt de structuur van dit 'power grid' op een uitgestrekte wirwar van op het oog volledig ongeorden-de lijnen. Het veranderingsproces lijkt ondanks de geringe mate van coördinatie toch volgens bepaalde ordening plaats gevonden te hebben. Het groeiprincipe is vergelijkbaar met D.L.A. (Diffusion-limited aggregation), gebaseerd op de wiskundige 'powerlaw' [Buchanan, 2002].

²⁶ Een samenvatting van de uitgebreide optekening van het ontwikkelingsproces van de energie-infrastructuur en de sanitatie infrastructuur is te vinden in bijlage I en bijlage II, integraal geplaatst voor de bijlages.

²⁷ Voorbeelden zijn de (afval)watersystemen in het sterk georganiseerde Romeinse Rijk die hun tijd ver vooruit waren, en in sommige gevallen nog de basis vormen van huidige systemen, of nog –nagenoeg intact- functioneren.

Door de eeuwen heen, en vooral in de 20e eeuw veranderen de schaal en de dimensies van verstedelijking sterk, en lijken daarmee de manier van opbouw van de verschillende ‘substructuren’ (sociaal, technisch, etc.) te sturen. In Nederland begint de onderkenning van het ontwerp van de stad als publieke zaak eind zestiende, begin zeventiende eeuw [Meyer, 2003]. De stedenbouwkundige praktijk legt in eerste instantie veel nadruk op het ontwerpen- en de constructie van de openbare werken. De neutraliteit (van de structuur), de schoonheid (in de vorm van ideaalplannen) en indirect ook de zichtbaarheid, zowel bij het waternetwerk (kreeken, plassen, grachten e.d.) als het landnetwerk (van straten, wegen en dijken) zijn daarbij leidraad.

Doordat deze openbare netwerken nog volledig ‘in het zicht’ worden ontworpen vraagt dit om een maximale integratie en verweving met de gebouwde en natuurlijke omgeving, wat weer leidt tot een nauwe onderlinge vervlechting. Juist het feit dat de netwerken elkaar niet in de weg zitten zorgt ervoor dat ze zelfs een grote mate van flexibiliteit in ruimtegebruik met zich meebrengen en zo stedelijke en natuurlijke programma’s volhoudbaar ondersteunen. Worden de steden in de Middeleeuwen nog gemaakt vanuit ‘de stadsfabrieken’²⁸ [Taverne, 1978], aan het eind van de 19e eeuw worden die ‘gereorganiseerd’ tot gemeentelijke diensten die, afhankelijk van de plaats, ‘Publieke Werken’, ‘Gemeentewerken’ of ‘Openbare Werken’ worden genoemd²⁹.

Het vormt binnen de ontwikkeling van het ontwerp en de aanleg van de stad, en de infrastructuur, het begin van de scheiding tussen het functionele, esthetische (bovengrondse) stadsontwerp en de uitwerking van de functionele, technische structuren die de stad ‘voeden’ en ‘ontlasten’³⁰ (de ondergrondse technische infrastructuur). Vanaf dit moment, begin 20e eeuw, wordt de ontwikkeling van de stad dan ook nagenoeg losgekoppeld van de kenmerken van het onderliggende grondgebied, van de ‘genius loci’³¹.

Figuur 5.6

Bovengrondse Hoogspanning Elektriciteitsnet



Zo verdwijnen langzaam onderdelen van de waterkringlopen, die in voorliggende eeuwen nog duidelijk in landschap, tuinen, parken en gebouwde omgeving aanwezig waren. Moore [1994] onderscheidt twee oorzaken. De eerste is het verdwijnen van functionele watersystemen zoals irrigatie- en afvoerkanalen. Deze werden door de technische mogelijkheden overbodig of niet meer zichtbaar gemaakt. Ten tweede stelt hij dat water om esthetische redenen uit de beleefbare kringloop is gehaald³². Er ontstaat al snel een scheiding tussen de verschillende (technische) netwerken van de stad, zowel qua soort als qua schaal van toepassing³³.

Figuur 5.7

Rioleringsoverstort op oppervlaktewater



In verschillende meer- of minder recente infrastructuren en capaciteiten is de historische opbouw nog wel op verschillende manieren herkenbaar. Zo is bij het elektriciteitssysteem waarneembaar³⁴ dat de oorspronkelijk los van elkaar staande lokale systemen later zijn gekoppeld tot regionale, nationale en nu uiteindelijk tot supranationale systemen. Bij de afvalwaterinfrastructuur is vooral bij vrijverval systemen nog herkenbaar hoe op verschillende plaatsen de oorspronkelijke structuren c.q. waterlopen zijn getransformeerd tot ondergrondse afvoersystemen.

²⁸ Deze stadsfabrieken worden bemand door metselaars, timmerlieden en andere ambachtslieden die tezamen als een soort collectieve opdrachtneer functioneren voor de mensen die een kavel (en/of een gebouw) bezitten, en die daarmee ook verantwoordelijk zijn voor de aanleg en het onderhoud van het deel van de openbare straat dat direct aan de kavel grenst [Taverne, 1978].

²⁹ De naamgeving benadrukt dat bepaalde elementen van de stad als publieke zaak worden beschouwd [Meyer, 2003].

³⁰ Doordat in dezelfde periode (ca. 1910-1920) een verzelfstandiging plaats heeft van de stedenbouwkundige discipline tot een aparte gemeentelijke dienst, naast 'openbare werken', en tot een aparte beroepsorganisatie vormt dit feitelijk ook het begin van een volledige scheiding tussen stedenbouwkunde en civiele techniek, waarmee de verdergaande segmentisering van de stedenbouw wordt ingeluid [Meyer,

2003].

³¹ In de eerste helft van de 20^e eeuw ontstaan in tal van gemeenten grondbedrijven. Het is niet mogelijk om de actieve rol van de gemeente in de lokatie-ontwikkeling (het actieve grondbeleid) te verantwoorden binnen een reguliere begrotingssystematiek [Korthals Altes, 1998].

³² Moore [1994] stelt dat een watervlak niet meer een rustpunt is in de waterroom, maar een rustpunt op zichzelf. Ieder element van water heeft een eigen symboliek of vertelt zijn eigen ideaal dat los staat van de (eigenlijke) kringloop [Moore, 1994]. Water is in zijn toepassingen teruggebracht tot een louter functioneel en esthetisch middel dat "bedwongen, nagebootst en uitgebuit" wordt. De werkelijke verbinding tussen de oorspronkelijke, de fysieke en de esthetische verschijningsvormen van water, zoals bijv. in de Spaanse Alhambra, vindt niet plaats. Water wordt in de architectuur gebruikt ter (esthetische) verrijking, zonder

diepere betekenis [Betsky, 1995; Grabar, 2001].

³³ De maatschappij stond in de jaren zeventig op een tweesprong bij het kiezen van andere schalen van toepassing van allerlei processen. Gesteld werd dat als zou gelden dat met de ingezette schaalvergroting een verkeerde richting was gekozen dit volgens de kenmerken van een paradigma zou inhouden: "dat de weg terug naar een goede richting steeds langer en moeilijker wordt. Bovendien kan het niet (meer) de weg zijn van hier en daar een schaalverkleining, noch van een sociaal-maatschappelijke polarisatie, maar van een geïntegreerde aanpak gebaseerd op een sociaal-economische en kritische benadering" [Stikker, 1977].

³⁴ Koppelingen (regionale en nationale knopen) zijn plekken waar 'congestie' plaats vindt, en waarin de komende jaren geïnvesteerd wordt t.b.v. capaciteitsuitbreiding [AER, 2003d].

Ontwikkeling technologisch raamwerk

De netwerken hebben in de loop van de jaren een gestage ontwikkeling doorgemaakt van kleinschalige gedecentraliseerde- naar grootschalige centraal aangestuurde systemen. Tegenwoordig vindt meer dan vijftig procent van alle vervoer plaats via ondergrondse (pijp)leidingen³⁵. De uitbreidingen van netwerken komen tot stand door een geïntegreerde planning. De te verwachten vraag bepaalt de gewenste uitbreiding van het productie- vermogen en netwerkaanpassingen. Tot aan het einde van de 20^e-, begin 21^e eeuw staat bij de ontwikkeling van de technische infrastructuur vooral de technische optimalisatie op de voorgrond, en lijkt nagenoeg endogeen van ontwikkeling. Nieuwe ontwikkelingen in het verlengde van de gebruikte technieken worden waar mogelijk direct doorgevoerd [Künneke et al., 2001]. De ontwikkeling van de energiesystemen lijkt daarmee in eerste instantie vooral de exogene visie van technologie ontwikkeling te volgen. Voor technologie betekent dit het reageren op processen van maatschappelijke verandering, zoals de industrialisatie, de eerste energiecrisis, de vraag naar grootschaliger opwekken en decentrale beschikbaarheid en grotere behoefte aan centrale beschikbaarheid van kracht en elektriciteit. Geleidelijk komen steeds meer tussenstappen gebaseerd op endogene ontwikkeling, of verbeteringen en vernieuwingen in de toegepaste technologie. Dit leidt tot een situatie waar veranderingen voornamelijk voortkomen vanuit de technologie zelf.

Bij de (afval)water systemen lijkt de voortgang al veel eerder ingegeven te worden door de ontwikkeling volgens de endogene visie dan bij de energiesystemen. Niet alleen komt dit door het vooralsnog grote belang van hygiëne (schoon drinkwater en een goede en snelle afvoer van afvalwater), maar vooral door de grotere verweving met de ruimtelijke structuren, en diensgevolge relatief grotere complexiteit. Bij de (afval)water systemen in landen met vochtige klimaten was beschikbaarheid van water voor de voorheen relatief kleine bevolking, tezamen met de eenvoudige beschikbaarheid van fossiele- en goedkope energie en nutriënten de belangrijkste reden dat alternatieven voor conventionele systemen weinig kans van slagen kregen [Lange & Otterpohl, 2000, Harremoës, 1997].

Naast de gewenste efficiëntie verbeteringen vanuit technisch en economisch perspectief, is de overheidsgestuurde regelgeving de voornaamste aansporing voor de ontwikkeling van de systemen gedurende de laatste decennia. Gedurende deze tijd zijn de essentiële voorzieningen en infrastructuur door de min of meer rechtstreekse overheidsbemoediging omgevormd tot nauwkeurig gereguleerde beheersstructuren.

In de van oorsprong niet geliberaliseerde markt vertaalt zich de primair technische oriëntatie in een integrale planning van productie, netwerk en afzet. Investerings met een lange levensduur en terugverdientijd zijn relatief risicoloos te doen, en het in overweging nemen van alternatieven om aan dezelfde wensen door andersoortige voorzieningen te voldoen worden niet noodzakelijk geacht. De recent geïnitieerde liberalisatie in de vaste afval- en energiesector heeft hierin belangrijke veranderingen gebracht.

Er zijn dan ook twee trends waarneembaar bij het beheer van de infrastructuur die nodig is voor de verschillende nutsvoorzieningen en de voorwaarden voor het gebruik en het in stand houden. Allereerst de verschuiving van publiek- naar privaat bezit. Daarnaast de ontwikkeling dat de kosten van infrastructuur steeds meer gekoppeld worden aan daadwerkelijk gebruik. Tegelijkertijd wordt van de overheid verwacht dat ze de verschillende terreinen van het publieke- c.q. algemene belang beschermt.

Met een vooralsnog doorzettende machtsafbrotking van de overheid kunnen en gaan al dan niet geprivatiseerde overheidsbedrijven steeds meer onafhankelijk opereren bij bepaalde

bedrijfsbeslissingen. Het economisch krachtenveld verandert wereldwijd. Er ontstaan zogenaamde ‘open’ economische structuren [Sassen, 2004] met ondernemingen die historische banden met nationale- en/of regionale overheden verbreken. Steeds vaker zijn het ondernemingen die de (infra)structuren ontwerpen en (logistieke) ketens besturen³⁶. Een belangrijk gevolg is dat de verschillende processen, die vroeger door restrictieve regulering binnen de verschillende landsgrenzen of regio’s moesten blijven, nu kunnen gaan ‘lopen’ naar die landen of regio’s waar ze bedrijfseconomisch het best kunnen worden uitgevoerd. De processen worden daarmee ‘footloose’ en overheden hebben minder of geen grip meer³⁷. Dit zorgt er, tezamen met de ‘economies of scale’ en centralisatie van processen voor dat het moeilijker wordt om processen bij te sturen, zeker op het schaalniveau van de individuele gebruiker. Het resulteert in een groeiende druk op aspecten van ‘algemeen (of publiek-) belang’ en een sterke algemene verhoging van de transportdruk en daarmee van de infrastructuur en milieubelasting. Overigens geldt dat zowel in onderzoek-, beleid- als beheersorganisaties de bereidheid om in (nieuwbouw) locaties duurzame alternatieven voor water- en energiegebruik toe te passen groter is geworden [Leeuwen & Meijer, 1996].

5.4

Verkenning toekomstige ontwikkelingen technische infrastructuur

5.4.1

begripsbepaling

Traditioneel keek de samenleving eerder naar het verleden dan naar de toekomst. Tussen de traditionele samenleving en de moderne tijd tekent zich echter een breuk af. Vanaf de zestiende en zeventiende eeuw ligt de oriëntatie evenzeer in de toekomst als in het verleden [Achterhuis & Elzen, 1998].

De verkenning van toekomstige ontwikkelingen van de sanitatie- en energie infrastructuur binnen dit onderzoek is gebaseerd op een uitgebreide literatuurstudie, en van diverse scenario analyses³⁸. In verband met de in hoofdstuk 3 geconstateerde toenemende elektrificatie en daardoor de afhankelijkheid van energie is de oplossing van de energievoorziening sturend voor de algehele probleemstelling. Tegelijkertijd geldt wel dat zonder energievoorziening langer te overleven valt dan zonder (schoon)water voorziening. Het water is daarmee als essentiëler te beschouwen³⁹.

³⁵ Nu zijn dat nog vooral gassen en vloeistoffen, maar er bestaan plannen om ook stukgoederen via pijpleidingen ondergronds te gaan vervoeren, om zo het wegennet en het milieu te ontlasten [Kuijpers, 2004].

³⁶ Op hun beurt worden ze geleid door ‘de vraag van de consument’. De ondernemingen bepalen welke activiteiten waar worden uitgevoerd en welke markten worden bediend. Impliciet bepalen ze daarmee ook hoe de welvaart geografisch wordt

verdeeld [Ruis, 1996].

³⁷ Dit aspect speelt ook bij afval. Bekend zijn verschillende incidenten, zoals met de zeeschepen ‘Zanobia’ en de ‘Karin B’, die volgeladen met sterk giftig afval van land naar land werden gestuurd, zonder dat een land zich verantwoordelijk voelde voor de verwerking van het afval.

³⁸ Op wereldschaal betreft het de door het IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) [IPCC, 2000] en door Shell opgestelde (energie)scenario’s [Shell, 2001].

Op nationale schaal het door het Ministerie van Economische Zaken geformuleerde scenario van de projectgroep Lange Termijn Visie Energievoorziening (LTVE) [Ministerie EZ, 2001] en de COOL scenario’s (Climate OptiOns for the Long term) van het RIVM (NOP-MLK) [Faaij et al., 2001; Anderson et al., 2001; Berk et al., 2001].

³⁹ Schoon water wordt “als drager van leven” [Kristinsson et al., 1996], of ‘het goud van de toekomst’ genoemd.

Voor beide stromen geldt dat de resterende beschikbaarheid en mogelijke tijdsduur van winning van de huidige bronnen de mogelijkheden en kansen van alternatieven bepaalt. De resterende duur van de aanwezige fossiele (brand)stoffen kent meerdere scenario's. Op wereldschaal is voor de eerstvolgende decennia nog voldoende primaire energie beschikbaar⁴⁰. De wereldgemeenschap kan bij gelijkblijvend energieverbruik nog ruim 100 jaar vooruit met de voorraden kolen, olie en (aard)gas [Jong, 2001]. Fossiele brandstoffen beslaan daarom in 2050 nog de helft van het wereldenergieverbruik⁴¹ [Mols, 2003]. Onderbelicht is nog het betrekken van de (kosten van) energie die voor de winning nodig is: de zogenaamde energetische winbaarheid⁴² (naast die van de economische winbaarheid) [Kouffeld, 1999; Röling, 2002]. Ofschoon verwacht wordt dat de energieprijzen op korte termijn relatief gezien niet veel zullen stijgen, blijft het gevaar bestaan voor grote prijsschokken tengevolge van onvoorziene calamiteiten⁴³.

De noodzakelijk geachte CO₂ reductie van 60 tot 80% (zie hoofdstuk 1.2.1) vraagt steeds meer aandacht. Dit heeft consequenties voor de manier waarop de samenleving energie gebruikt, en zal volgens sommigen leiden tot kleinere elektriciteitscentrales, die bovendien gesitueerd moeten worden dicht bij steden en wooncomplexen, om zo beter gebruik te kunnen maken van restwarmte in warmwatersystemen op wijkniveau [vergelijk Rudlin & Dodd, 2001; Moet, 2004]. Steeds vaker is sprake van een verschuiving van het inspelen op en benutten van de lokale omstandigheden naar het naar eigen hand zetten van de fysieke condities, ofwel 'delocalisering'. Anderen stellen dat de noodzakelijke CO₂ reductie alleen via gecontroleerde en op geringe emissies afgestemde centrale voorzieningen is te behalen, met wellicht een noodzakelijke terugkeer naar nieuwe en grotere nucleaire energiecentrales.

De (lokale) beschikbaarheid van schoon water is een probleem dat op korte termijn gaat spelen. Uit recent onderzoek naar de grenzen van de groei van de wereld (bevolking) blijkt dat niet zozeer (vruchtbaar)land, voedsel of energie de limiterende factoren zijn, maar vooral de beschikbaarheid van schoon water, bosproducten en niet-vernieuwbare producten zoals meststoffen [Bergh, 2004].

Vaak kan het ontbreken, of de beperking van één factor worden opgevangen met vervanging door substituten. In geval van water ligt dit anders.

Het zal steeds moeilijker worden, en steeds meer gaan kosten, om schoon drinkwater te verkrijgen [Lettinga, 2001]⁴⁴ c.q. lokaal beschikbaar te houden.

Doordat water nu veelal wordt gebruikt en misbruikt als 'utility', en op diverse plekken in de waterketen vermenging met verschillende vormen van afval plaatsvindt, leidt dit tot problemen in de watervoorziening.

Bij de toekomstige omgang met de essentiële stromen en bijbehorende technische infrastructuur is de marktwerking (zie 5.3), als gevolg van de liberalisatie van deelmarkten⁴⁵ essentieel. Marktpartijen vragen de laatste jaren vooral flexibiliteit⁴⁶, lage kosten en dienstverlening op maat. Vooral in de energie- en afvalsector worden investeringen op hun economische waarde beoordeeld. Dit heeft tot gevolg dat een grotere behoefte aan differentiëring van producten en diensten ontstaat.

De planning van netwerken die diensten faciliteren zal dan ook meer door flexibiliteitsaspecten ingegeven moeten worden. De noodzaak voor uitbreiding of verandering van netwerken wordt minder voorspelbaar en brengt hogere risico's met zich mee. Grote investeringen en/of structurele veranderingen vinden daardoor minder snel plaats.

Flexibiliteit schept naast vrijheden ook onzekerheid. De ontwikkelingen in de energiemarkt gaan vaak sneller dan de infrastructuur aangepast kan worden.

Netwerken zijn sterk ‘pad-afhankelijk’: beslissingen uit het verleden bepalen in hoge mate de toekomstige gebruiksmogelijkheden. Door de combinatie van een relatief lange levensduur en een grote onderlinge afhankelijkheid en complementariteit zullen veranderingen binnen de ruimtelijke ordening per definitie een langere tijdsperiode vergen.

5.4.2

energiesystemen

Voor de energievoorziening zijn in de nabije toekomst de volgende dilemma’s te verwachten: voorzieningszekerheid (bij voortschrijdende internationalisering), natuur en milieu versus winning van de laatste eindige stoffen, technologiekeuzes en de nationale- versus de supranationale (lees: Europese-) dimensie⁴⁷. Werd voor de liberalisering de keuze voor een bepaalde brandstoffenmix ten behoeve van de energieproductie nog door de overheid gemaakt, nu wordt deze gemaakt door de energiebedrijven. Vooral marktoverwegingen zijn van belang bij de gangbare ‘portfolio benadering’ bij het maken van keuzes. Voor de investeringsbeslissingen zijn van invloed de vraag naar stroom, plannen van de concurrenten, de prijsverwachtingen voor verschillende brandstoffen, investeringskosten en wettelijke regelingen en kaders. Naast het vraagstuk hoe de opwekking plaats vindt speelt de vraag waar deze opwekking gerealiseerd moet worden. De keuze hangt ondermeer af van technische aspecten als netwerkcapaciteit en beschikbaarheid van koelwater, verschillen in wet- en regelgeving tussen landen en regio’s, vergunningsprocedures en publieke acceptatie. Op korte termijn zal de liberalisering van de energiesector (tot Europees schaalniveau) leiden tot een structurele import van elektriciteit uit nucleaire en kolengestookte centrales van omliggende landen⁴⁸. Dit is het gevolg van het sturende karakter van economie en rendement.

⁴⁰ Op lagere schaalniveaus ligt dit anders. Zo geldt voor Nederland dat de bekende- en winbare reserves aardgas anno 2005 nog 25 jaar in de behoefte kunnen voorzien [Gasunie, 2005], terwijl bij gelijkblijvend verbruik er nog voldoende Noordzee-olie is voor ongeveer 8 jaar [Rozendaal, 2005].

⁴¹ Al is de bijdrage van niet-fossiele bronnen aanzienlijk gestegen, mondiaal gezien is het nog geen 1000 MW van de jaarlijkse 100.000 MW verbruikte energie.

⁴² Hooijkaas, voormalig Shell directeur, stelde het als volgt: “de voorraden zijn onuitputtelijk, maar dan letterlijk genomen: je krijgt ze niet de put uit” [Kouffeld, 1999].

⁴³ Het creëren van een fijnmazig systeem kan mogelijk dit soort calamiteiten helpen verkleinen. Binnen dit onderzoek wordt dit hypothetisch benaderd.

⁴⁴ Eerst is men geneigd nog een beroep te doen op de (gangbare) technische middelen en verder in te grijpen in de waterkringloop. Het zoeken door de overheid naar probleemgerichte oplossingen volgens het ‘end-of-the-pipe’ principe blijkt steeds vaker neer te komen op het achter de feiten aanlopen. De oplossingen leiden alleen maar tot het verplaatsen van (nog meer) milieuproblemen, op nog grotere schaal, met nadelige effecten voor toekomstige generaties.

⁴⁵ In Nederland betreft dit vooralsnog alleen de energie- en afvalmarkt.

⁴⁶ Flexibiliteit wordt door de Adviesraad voor het Wetenschaps- en Technologiebeleid omschreven als “de ruimte die wet- en regelgeving bieden om op verschillende manieren aan gestelde eisen te voldoen alsmede de mogelijkheid die de wet- en regelgeving biedt om snel en adequaat op veranderende

omstandigheden in te spelen” [AWT, 1997].

⁴⁷ Volgens oud EU commissaris Van Miert [AER, 2002] “bestaat er (nog steeds) quasi monopolie, en die blijft bestaan omdat nationale overheden hun eigen markten afschermen”. Het debat over de ontwikkelingen van het schaalniveau van de energiemarkten en van de borging van de publieke belangen lijkt zich te beperken tot de reprociteit tussen de nationale schaal versus die van de E.U. Bij de onderwerpen voorzieningszekerheid en klimaatbeleid reikt de schaal tot aan het mondiale niveau.

⁴⁸ Het relatief schone Nederlandse productiepark zal onderbenut blijven, maar mogelijk een –zij het dure- reservecapaciteit vormen. De grootverbruikertarieven (industrie e.d.) komen, door achterblijvende investeringen in bijvoorbeeld w.k.k., onder druk te staan [AER, 2003d].

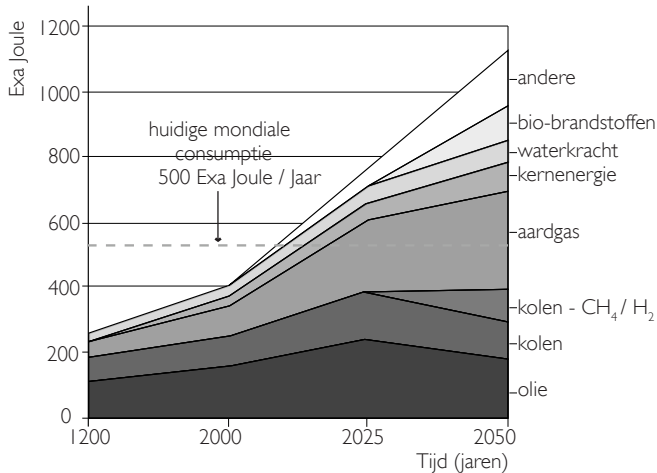
De totale vraag naar energie zal in 2050 naar verwachting tussen de 20 en 50% hoger zijn dan nu, de vraag naar elektriciteit stijgt met 80 à 100%, de vraag naar transportenergie met 50% en de vraag naar hoge en lage temperatuurwarmte met 10 tot 30% [Jeeninga et al., 2002].

Als gevolg van liberalisering van de elektriciteitsmarkt zal, door een 'strategie van levensduurverlenging' van het bestaande-, relatief 'vuile' productievermogen en bijbehorende infrastructuur, de (nog) aanwezige overcapaciteit snel verdwijnen en zal de vraag naar additionele capaciteit groeien. In eerste instantie zal de groei van energie uit hernieuwbare bronnen hierin (gesubsidieerd) voorzien⁴⁹. Door de beperkte inpassing en de noodzakelijke tijdsduur om dit mogelijk te maken zal echter ook nieuwe zogenaamde conventionele capaciteit nodig zijn [AER, 2003d].

Door de liberalisering zullen zich heftiger bewegingen voordoen in de prijzen van gas en elektriciteit⁵⁰. De liberalisering van energiemarkten wordt daarmee complexer dan aanvankelijk ingeschat⁵¹. Nederland moet voor lange tijd rekening houden met het in acht nemen van strategische posities door anderen [AER, 2002]. Bovendien ontstaat in de komende jaren een toenemende geopolitieke afhankelijkheid, door een verwacht structureel aardgastekort binnen de Europese markt (zie hoofdstuk 3.2.5), en noodzakelijke aanvulling uit 'verre' gebieden, met name Rusland. Voor Nederland is het daarom noodzakelijk een terugvalpositie te ontwikkelen in geval van imperfecties. Op eenvoudige en snelle wijze is hierop in te spelen via de (strategische) inzet van decentrale technologie.

Figuur 5.8

Energiescenario Shell, 'Spirit of the coming age' (2001)



In de geliberaliseerde markt is de energieafhankelijkheid van de samenleving en daarmee de invloed en dominantie van de (weinige) marktpartijen vergroot. Dit heeft consequenties voor de drie veronderstelde algemene belangen (betaalbaarheid, betrouwbaarheid, en 'schoon zijn'). Op korte termijn leiden de ontwikkelingen nog tot overwegend positieve effecten. Op langere termijn is dit veel minder het geval. De gegroeide dominantie van de op termijn nog verwachte 5 à 7 marktpartijen in Europa, hun steeds meer specifieke kennis en ervaring, de door hen beheerde infrastructuur en de reeds bestaande centrales, leiden vanuit bedrijfsbelang tot grotere voordelen en een nog sterker aandeel in de sturing van de invulling. De Energieraad signaleert nu al (te) weinig initiatieven tot (effectieve) innovatie-

ontwikkelingen en veranderend gedrag van de grote marktspelers [AER, 2003d]. De grootste veranderingen in de energielevering worden verwacht in de verhoudingen tussen verschillende energiedragers en de organisatie daarvan. Dit sluit aan op het veel aangehaalde en als optimistisch te bestempelen energiescenario van Shell [1996; 2001]⁵², waarin de verwachting is uitgesproken dat in de energie voorzien moeten worden door middel van een wissel- c.q. samenwerking van de verschillende hernieuwbare bronnen⁵³ (Figuur 5.8).

Binnen andere scenario's en actuele beleidsnotities worden vooral de volgende energieopties genoemd: wind, zon-elektrisch (p.v.-cellen), zon-thermisch, aardwarmte, koude/warmte opslag, warmtepompen, afval en biomassa, waterkracht⁵⁴. De grootte van de energie-inhoud van de fossiele brandstoffen, en de moeilijkheid om deze te vervangen door energie uit hernieuwbare bronnen (op structurele basis c.q. -schaal) komen uit deze scenario's naar voren. In de toekomst moet daarom rekening gehouden worden met een groter aandeel niet-stuurbare bronnen zoals wind, en decentrale productie door bijvoorbeeld warmtekracht⁵⁵. Daarnaast zal sprake zijn van meer diversiteit van het gasaanbod, en komt er een stijgende gasvraag, door ondermeer een toenemend belang van gas in de elektriciteitsopwekking [Künneke et al., 2001].

Als meest veelbelovende en kosteneffectieve manier om volhoudbaar energieverbruik te garanderen kan energiebesparing aangemerkt worden. Het potentieel van energiebesparing ligt zo rond de 1% per jaar [Rozendaal, 2005].

⁴⁹ Het Europese Milieu Agentschap berekend dat de landen in de Europese Unie per jaar 23,9 miljard euro subsidie aan fossiele en nucleaire technologieën geven en daartegenover slechts 5,3 miljard euro aan energie uit hernieuwbare bronnen. Begin 2006 komt in Europa nog maar 6% van de energie uit hernieuwbare bronnen [Blanken, 2006].

⁵⁰ In veel mindere mate voor de prijs van warmte omdat het aandeel van de brandstofkosten bij warmtenetten relatief klein is [Künneke et al., 2001].

⁵¹ Dit komt door de verwachting dat (ook) de betrouwbaarheid van levering van elektriciteit onder druk komt te staan. Nederland had tot de liberalisering een ruime reservecapaciteit (veroorzaakt door een grote groei van de productie via gasgestookte WKK), die flink is teruggelopen en naar verwachting verder zal dalen (de markt neigt naar krapte)[AER, 2003d]. Distributie en de levering van gas kent dezelfde ontwikkeling. De productie van gas

verschilt met die van elektriciteit.

⁵² Dit scenario wordt over het algemeen als te positief aangemerkt vanwege de stelling dat in het midden van de 21^e eeuw een aandeel in het wereldenergieverbruik van 50% wordt voorzien door hernieuwbare bronnen.

⁵³ Binnen het oorspronkelijke Shell scenario [1996] en de vervolg publicatie 'exploring the future; Energy Needs, Choices and Possibilities; Scenario to 2050' [Shell, 2001] wordt uitgegaan van een gemiddelde toename van het energiegebruik van 2,2% per jaar, wat neerkomt op een verdrievoudiging over ca. 50 jaar. In Nederland is in de laatste jaren het totale energieverbruik vrijwel constant gebleven. Het elektriciteitsgebruik stijgt nog steeds, als gevolg van de verdere elektrificatie van de maatschappij. Er zijn wel tekenen dat de opwaartse trend van energieverbruik afvlakt, en in sommige industrietakken mogelijk gaat dalen [Vries, 2002].

⁵⁴ Wat betreft de technologiekeuze

bieden de besproken scenario's te weinig gedetailleerde informatie om algemene conclusies over ontwikkelingsrichtingen c.q. -paden te kunnen formuleren. Achtergrond is de uiteenlopende doelstelling van de scenariostudies. Verschil bestaat tussen scenario's gericht op de aanbodkant (mogelijke of gewenste samenstelling van het pakket aan energiedragers en conversietechnologieën) en die naar de vraagkant kijken. De uitwerking van de vraagstelling berust naast de specifieke voeding door de technologische vooruitgang en de stand van zaken omtrent brandstofvoorraden en energieprijzen een breder kader: veronderstellingen rond het toekomstig verloop van de economische groei, ontwikkelingen van wereldpolitieke en sociaal-institutionele aard [Bruggink, 2004].

⁵⁵ Het is technisch gezien mogelijk de nadelen van aanbodvolgend vermogen als gevolg van niet stuurbare energie-opwekking te compenseren. Dit is om economische redenen vaak niet rendabel [Künneke et al., 2001].

In Nederland geeft de nota 'Duurzame Energie in opmars' [ministerie van Economische Zaken, 1997] voor het eerst concrete doelstellingen⁵⁶. Doelstellingen⁵⁷, die relatief gezien, onvoldoende zijn voor het op termijn bereiken van de benodigde factor 20 milieureductie⁵⁸ (Tabel 5.1).

Tabel 5.1

Energiescenario Nederland

Bron (bijdragen in PJ)	Nederlands Beleid		
	2000	2007	2020
Wind	16	33	45
Zon - PV	1	2	10
Sun - Thermisc	2	5	10
Aardwarmte	-	-	2
Koude / Warmte opslag	2	8	15
Warmtepompen	7	50	65
Afval en Biomassa	54	85	120
Waterkracht	1	3	3
Import Waterkracht	-	18	18
Totaal	83	204	288

Op landelijke schaal ontstaat het probleem van de indirecte kostprijs van groene stroom, via de belastingen⁵⁹. De relatief geringe investeringen in Nederland in energie uit hernieuwbare bronnen (zie hoofdstuk 3.2.2) richten zich momenteel vooral op windenergie en energie uit biomassa.

De wereldmarkt in windenergie kent in het laatste decennium van de vorige eeuw groei-percentages van rond de 40% per jaar [Kuik, 1998]. Toch heeft Nederland hierin maar een bescheiden aandeel. Op land staat in Nederland begin 2005 voor ongeveer 1000 MW vermogen geïnstalleerd⁶⁰, ofwel tweemaal het vermogen van de kerncentrale in Borssele. Over het algemeen is de verwachting van een structurele bijdrage van windenergie⁶¹ klein [Kreuger, 2003; Halkema, 2003].

Voor energie uit biomassa geldt dat tussen de verbetering van biomassatechnologie en de ontwikkelingen op het gebied van fossiele energieconversie, met name van steenkoolvergasning, nog synergie kan optreden⁶² [Verkooijen, 1996].

Vooral door de grotere toekomstwaarde [Gommans et al., 2003] zal meer potentieel weggelegd zijn voor zonne-energie [Jong, 2001], al is het momenteel nog een relatief dure energiebron. Zo was energie uit p.v.-cellen eind 2004 gemiddeld genomen nog vijftien keer zo duur als de goedkoopste (beschikbare) energie van dat moment (kernenergie), terwijl groene stroom uit windenergie gemiddeld genomen twee tot drie keer zo duur was⁶³ [Projectbureau Duurzame Energie, 2005].

Een praktijkgerelateerde studie naar de haalbaarheid van verschillende decentrale opwekkingsmethoden van energie uit hernieuwbare bronnen onderstreept dit [Gommans et al., 2003]. De uitkomsten waren sterk locatiegebonden⁶⁴. Wel zijn er aanzienlijke verbeteringen bij verschillende bestaande mogelijkheden⁶⁵. Zo hebben liberalisering van de energiemarkten en voorzichtige stappen van de Europese Unie naar een energietax, geleid tot stijgende investeringen in efficiënte vormen van decentrale en zogenaamde micro-opwekking [Urbed, 2001]. Vooral door recente gasruizies⁶⁶ (energieafhankelijkheid c.q.

macht), het verder denken binnen bestaande paradigma's (schaalvergroting), het Kyoto protocol (ofwel de klimaatverandering)⁶⁷ en de relatief lage prijs⁶⁸ wordt kernenergie ook (weer) steeds vaker gezien als optie.

⁵⁶ Met de energiedistributie-bedrijven is de vrijwillige (en niet gehaalde) doelstelling overeengekomen van 3,2% energie uit hernieuwbare bronnen in het jaar 2000. Het ministerie wil naar 10% energie uit hernieuwbare bronnen in 2010. In 1999 is maar 350 MW aan windenergie opgewekt, terwijl de overheid 20 jaar terug voor het jaar 2000 het doel op 1000 MW stelde.

⁵⁷ De Europese Commissie [1997] heeft doelstellingen geformuleerd op een kleinere tijdschaal. In het 'White Paper for a Community Strategy and Action Plan' wordt voor 2010 gesteld dat 12% van de energieconsumptie opgewekt moet worden uit hernieuwbare bronnen, wat een verdubbeling inhoudt van het aandeel ten tijde van de publicatie ervan.

⁵⁸ Zo is de bijdrage aan de elektriciteitsvoorziening in Nederland van energie uit hernieuwbare bronnen minder dan de groei in elektriciteitsgebruik per jaar [Kouffeld, 1999; Rozendaal, 2005]. Ook de doelstelling ten aanzien van zonne-energie beweegt zich binnen deze marges: in 2010 is een besparing van ca. 80 miljoen m³ aardgas door kleinverbruikers te verwachten als gevolg van de (als doel gestelde) 400.000 zonneboilers voor warm tapwater, wat slechts 0,5% van het totale aardgasverbruik door kleinverbruikers is [Kouffeld, 1999].

⁵⁹ In 2003 betrof dit 270 miljoen Euro, maar deze kunnen oplopen tot 4 miljard Euro per jaar [AER, 2004] hetgeen naar verwachting moeilijk op te brengen valt uit de algemene middelen.

⁶⁰ Volgens de Bestuursovereenkomst Landelijke Ontwikkeling Windenergie (BLOW) moet dat 50% meer zijn in 2010, met daarnaast nog tenminste 6000 megawatt op zee.

⁶¹ Belangrijke argumenten zijn de geringe efficiëntie en hoge investeringskosten. Beneden windkracht 4 levert een windmolen geen noemenswaardige hoeveelheid

elektriciteit en, afhankelijk van het type, worden tussen de windkracht 8 en 10 de molens stilgezet. De bestaande windmolens in Nederland draaiden de afgelopen jaren maar 1500 vollast-uren, ofwel 17% van de tijd, elektriciteit [CBS, 2005]. Als windzwakke-, en windstille dagen samenvallen met de winterpiek (aan vraag), dragen de windparken geen vermogen bij. Het zorgt amper voor minder-investeringen in conventionele energievoorziening: de Nederlandse centrales moeten dan op nagenoeg vol vermogen draaien. In geval van plotselinge piekbelasting als gevolg van veel wind moet het vermogen van dezelfde centrales per direct worden 'afgekoppeld', om overbelasting te voorkomen (in het eerste kwartaal van 2005 is dit in Nederland al 2 keer voorgekomen [TenneT, 2005]. Eén en ander impliceert dat in geval geen complementair alternatief gerealiseerd is voor het opvangen van deze pieken en dalen, naar schatting 75% van de bestaande centrales [Kivi werkgroep, 2002; in: Rozendaal, 2005] in stand gehouden, dan wel bijgebouwd moeten worden in verband met de groeiende elektriciteitsvraag [Kreuger, 2003].

⁶² De vraagtekens rond het gedeelte biomassa dat 'groen' wordt door middel van 'meestook' (nog het grootste deel) zijn verduidelijkt in de probleemanalyse, hoofdstuk 3.2.2.

⁶³ De aanmerking van kernenergie als 'goedkoopste vorm van energie' is niet onomstreden. De verwachting is dat de prijs van 'gewone' stroom zal stijgen en tegelijkertijd de technologie van energie uit hernieuwbare bronnen, met name bij zonne-energie, zal verbeteren. Bij windenergie gaat dit minder op: wel is de verwachting dat een betere (slimmere) plaatsing, betere materialen en hogere turbines kunnen leiden tot meer opbrengst en meer vollast-uren [ECN, 2005].

⁶⁴ Uit de studie blijkt dat een afgewogen combinatie van lokale- en/of decentrale zon- en windenergie toe-

passingen een oplossing is voor het verhelpen van het probleem van seizoensgevoelige pieken en dalen van de afzonderlijke opties.

⁶⁵ Een voorbeeld is de renaissance van de Stirling motoren De ontwikkeling van Stirling motoren focust zich momenteel op twee markten, de 10 tot 20 KW Warmte Kracht Koppeling (WKK) en de thermische zonne-energie markt en op de 2 tot 3 KW micro WKK markt.

⁶⁶ Begin 2006 betrof het vooral gasruizies tussen Rusland en landen als Oekraïne, en Bulgarije. Gevolg is dat het streven naar risicospreiding actueel is geworden.

⁶⁷ Aanleiding van de hernieuwde discussie in Nederland was het Optiedocument van ECN en het Milieu- en Natuur Planbureau, waarin voor 170 opties de kosten voor hun bijdrage aan emissiereductie van broeikasgassen in 2020 worden berekend. [Staman & Vos, 2006].

⁶⁸ Bij het prijsvoordeel van kerncentrales boven andere energieopwekking, zoals in gascentrales, moeten vraagtekens worden geplaatst: overheden staan vaak garant voor verzekeringspolissen die anders niet kunnen worden afgesloten en moeten opdraaien voor schade (algemene middelen) mocht zich een ramp voordoen. Deze kosten worden veelal niet meegerekend. De kosten voor opslag van kernafval worden ook niet volledig doorberekend [Uffelen, 2006]. De hoge aanloopinvesteringen en de reserveringen voor ontmanteling en afvalberging houden daarbij een zeker risico in voor het afventelen van hoge kosten op de belastingbetaler (bijvoorbeeld bij faillissement). Tenslotte wordt ook de financiering van onderzoek niet meegerekend, terwijl dit naar verhouding aanzienlijk meer bedraagt in vergelijking met andere alternatieve ontwikkelingsrichtingen. De energiebedrijven benadrukken vooral dat de prijs van CO₂ moet meewegen bij het vaststellen van de kostprijs van energie.

Los van de eeuwige vraagtekens rond kernenergie en het al dan niet duurzame karakter ervan is, vooral de beperkte winbaarheid van uranium⁶⁹ en het probleem van langdurig radioactief blijvend afval, reden deze energievoorziening binnen deze studie niet als volhoudbaar te benoemen⁷⁰. Bovendien vergt het ontwikkelen van deze optie consistentie en langjarige steun van de overheid, in verband met de hoge aanloop-investeringen. De overheid kan die zekerheid per definitie niet leveren.

Naast de keuze van een bepaalde technologie is ook de manier waarop deze technologie wordt geïmplementeerd en gedimensioneerd van grote waarde voor het bereikte effect. In dit stadium is daarom niet één optie aan te wijzen als de beste. Als gevolg van vooral het Kyoto-protocol en het einde van de fossiele energiedragers (dat in zicht komt) wordt de zoektocht naar alternatieven wel als actueel en urgent beschouwd. Eén van de opties, met maatschappijbrede inzet, waarvan veel wordt verwacht, is de inzet van waterstof⁷¹ [Rifkin, 2002]. IJsland, SHELL Hydrogen en de automobiellindustrie kunnen aangemerkt worden als voortrekkers van de waterstof-technologie⁷². Als efficiënte opslagbron c.q. energiedrager kan waterstof de problemen van een lage energiedichtheid en wisselende opbrengsten, die bij het merendeel van de hernieuwbare bronnen speelt, helpen oplossen. De twee belangrijkste manieren om aan waterstof te komen zijn 'steam reforming' en elektrolyse van water⁷³. Beide methoden verbruiken energie. De inzet van meer duurzame (variabele) bronnen daarvoor, en waterstof als schoon opslagen transportmiddel, zal zorgen voor een aanzienlijke verandering in de energievoorziening en de daaraan gelieerde structuren en culturen. Steeds vaker wordt gesproken van een transformatie⁷⁴ van de wereldeconomie in een 'waterstof-economie'⁷⁵ [Rifkin, 2002]. Op de lange termijn is een belangrijke rol toebedacht aan waterstof om binnen een brandstofcel als onderdeel van een warmte-kracht installatie pieken en dalen van energieopwekking uit hernieuwbare bronnen en variabele vraag te koppelen⁷⁶. Vooral nog zijn er voor grootschalige toepassing belangrijke obstakels. Het belangrijkste is de waterstof volhoudbaar te verkrijgen. Het goedkoper, robuuster en beter implementeerbaar maken van de brandstofcel zal naar verwachting nog enkele decennia duren [Mols, 2003]. De voordeligste manier om op dit moment waterstof te winnen is via productie uit aardgas⁷⁷. 'Voordeel' daarbij is dat geen aanpassingen in de huidige infrastructuur nodig zijn: waterstof wordt in dit scenario geproduceerd uit aardgas op die plaatsen waar het gebruikt wordt (tankstations, warmte-kracht installaties). Dit geeft enig respijt op de vraag of moet worden begonnen met het aanpassen van de infrastructuur, in verband met de verwachte vraag tussen 2030 en 2050⁷⁸. De besproken mogelijke fase van toepassing van waterstoftechnologie zonder waterstof-infrastructuur, kan als overgangsfase dienen⁷⁹, en door geleidelijke transitie anticiperen op maatschappelijke acceptatie. Feitelijk is sprake van een semi-decentrale (infra)structuur; een combinatie van decentrale opwekking en centrale voeding door de bestaande aardgasinfrastructuur⁸⁰. Stapsgewijs is ze te vervangen door decentrale hernieuwbare bronnen ter plaatse, of –indien veilig transport van waterstof in zicht komt– via centrale hernieuwbare bronnen op afstand. Opslag van waterstof vraagt veel aandacht. Ze moet veilig, efficiënt en goedkoop zijn. Opslag in een metaalhydride, zoals ijzertitaan, lijkt de meest veilige vorm, maar kent vooralsnog problemen⁸¹.

Voor de toekomst (na 2020) zijn feitelijk twee mogelijke scenario's (ook wel 'future paths' genoemd) in beeld voor de ontwikkeling van de infrastructuur als geheel, en de energie-

infrastructuur in het bijzonder. Ze zijn samen te vatten als ‘economies of scale’, ofwel centralisering of zelfs globalisering, en de ‘scale-economy’, de voordelen van modularisering en massaproductie.

⁶⁹ De grondstof uranium raakt over ca. zeventig jaar op, en komt vooral van buiten Europa [Persson, 2006; Uffelen, 2006].

⁷⁰ Het aandeel van kernenergie neemt door de toename naar energie snel af (van 18% nu naar 12% in 2030 wereldwijd en van 37% naar 18% in de Europese Unie [Persson, 2006]. Ondanks hernieuwde investeringen en plannen in vele landen zijn in de geliberaliseerde markt vooral de hoge kapitaallasten en lange terugverdientijden een belangrijke barrière voor de bouw van kerncentrales.

⁷¹ Waterstof komt niet vrij in de natuur voor. Waterstof is het meest voorkomende chemische element, maar komt voornamelijk voor in verbinding met andere elementen.

⁷² In IJsland worden de aanwezige natuurlijke energiebronnen (geisers) gebruikt om het hele land van elektriciteit te voorzien. Voor het transport bleef men aangewezen op fossiele brandstoffen. In samenwerking met Shell Hydrogen is in 2003 het eerste waterstofstation ontwikkeld en in gebruik genomen. Er rijden nu drie waterstofbussen in Reykjavik. Op termijn worden alle 70 bussen door waterstofbussen vervangen. Het streven is om rond 2020 het grootste deel van het IJslandse wagenpark op waterstof te laten rijden. Men denkt vijftig jaar nodig te hebben om de gehele IJslandse economie om te vormen in een waterstof economie [Mols, 2003]. De automobiellindustrie is breed bezig met de inzet van waterstof en brandstofcellen als aandrijfbron. General Motors denkt in 2010 met massaproductie te beginnen en Toyota heeft anno 2004 het eerste hybride voertuig op de markt gebracht (zij het nog zonder waterstof). Ook op ander gebied wordt de ontwikkeling opgepakt. Vaillant heeft een verwarmingsketel met brandstofcel ontwikkeld en Toshiba heeft recent een laptop geïntrodu-

ceerd waarbij de accu is vervangen door een brandstofcel [Veenstra & Schoonman, 2004].

⁷³ Bij ‘steam reforming’ wordt een mengsel van aardgas en stoom tot 1000 graden verhit. Er komt dan kooldioxide en waterstof vrij. Bij elektrolyse wordt water gesplitst in zuurstof en waterstof. In een brandstofcel (fuelcel) vindt op een later tijdstip het omgekeerde plaats. Waterstof en zuurstof worden bij elkaar gebracht en vormen opnieuw zuiver water, een volkomen schoon proces. De vrijkomende energie kan worden gebruikt voor het aandrijven van motoren of gebouwen voorzien van warmte en elektrische energie, zonder dat uitstoot van schadelijke stoffen plaats vindt. Een derde, in de toekomst mogelijk interessante methode, is foto-elektrolyse [Mols, 2003].

⁷⁴ Bij transitie naar andere energiedragers moet rekening gehouden worden met de noodzakelijke energie die nodig is voor het bouwen van deze de energie conversiesystemen op basis van hernieuwbare bronnen, zoals P.V.-systemen.

⁷⁵ De verwachting is dat het nog minimaal veertig jaar zal duren voor werkelijk gesproken kan worden van een ‘waterstof-economie’ [Veenstra & Schoonman, 2004]. Het is nog relatief duur. In de overgangperiode zal onvoldoende sprake zijn van energie-opwekking uit hernieuwbare bronnen en moet noodgedwongen fossiele brandstoffen worden ingezet bij de productie van waterstof. Ook de veiligheidsaspecten en de techniek voor de fabricage van brandstofcellen moet vervolmaakt worden.

⁷⁶ Er is een groeiend aantal demonstratieprojecten en bedrijven die met de inzet van waterstof en/of de brandstofcel in de gebouwde omgeving bezig zijn. Vaak zijn het gespecialiseerde bedrijven, zoals HyGens in de V.S. en Welgas (Zweden) en het Fraunhofer Institute en de

Neunburg Vorm Wald Solar production facility (beide in Duitsland).

⁷⁷ Om een hoger rendement, in vergelijking tot waterstofproducten via zonne- of windenergie, te krijgen, is een ontwikkeling van energiec centrales te verwachten waarbij, als onderdeel van de gewone energieproductie, uit fossiele brandstoffen zogenaamd kortlevend waterstof wordt geproduceerd.

⁷⁸ Er is momenteel veel onderzoek naar de vraag of het aardgasnet met meer of mindere aanpassingen ook geschikt te maken is voor het transporteren van andere energiedragers, zoals biogas (methaangas), stortgas en syngas (biomassa) en waterstof [AER, 2003a]. Bij omzetting naar waterstof vergt dit toch enige aanpassing aan het net gezien de lagere energiedichtheid van waterstof t.o.v. aardgas. De (technische) kwaliteit van gas in termen van calorische waarde wordt steeds meer van belang. Wanneer bij andere gassoorten bijmenging in het bestaande aardgasnet onvoldoende leidt tot eenvoudige inpassing (kwaliteitsgaranties), of te veel nadelen heeft, kan het ook zijn dat deze energiedragers een eigen, nieuwe infrastructuur moeten hebben. Per definitie houdt dat niet in dat het een gelijkwaardig ‘fijnmazig’ net moet zijn: door het nieuwe karakter is het wellicht mogelijk afnemers te concentreren. Een geheel andere optie is het gebruik van gasleidingen als medium voor de aanleg van glasfiberkabels [Beeldman, 1997].

⁷⁹ Momenteel wordt onderzoek gedaan naar het meemengen van waterstof in de gewone aardgasleiding.

⁸⁰ Het is niet ondenkbaar dat vanuit deze vorm van niche een blijvend decentrale infrastructuur evolueert.

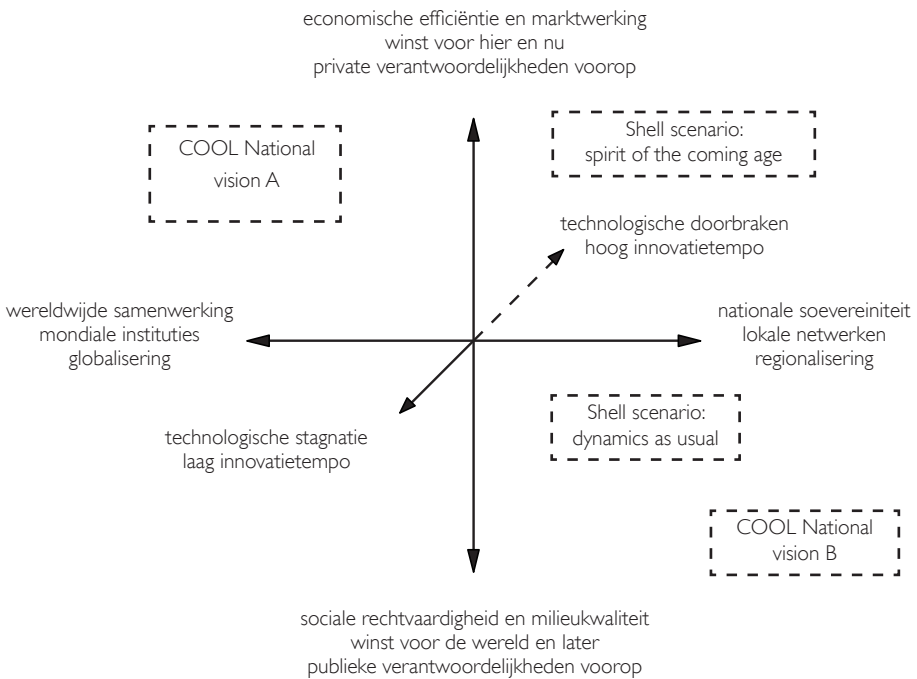
⁸¹ De materialen zijn tamelijk zwaar. Daarbij komt dat het relatief eenvoudig is om waterstof uit metaalhydriden te halen (door enige verwarming), maar het erin krijgen kost nog veel moeite.

Het 'future path' van de 'scale economy' kent individualisering en massaproductie van slimme kleine installaties, mogelijk gecombineerd met gebruik van waterstof als energiedrager en of opslagmedium. Het gevolg is een volledige decentralisatie van de energieopwekking. Transport van elektriciteit vindt dan nog maar op beperkte schaal plaats. Ieder bedrijf en ieder huishouden of groepje huishoudens voorziet, als een autonome cel, in de eigen energiebehoefte. Energiebeheer en opslag spelen een grote rol.

Afhankelijk van de gebruikte systemen is het mogelijk om de (conventionele) gasinfrastructuur op te heffen aangezien de strikte toepassing van de Trias energetica⁸², tezamen met elektrisch aangedreven warmtepompen en/of brandstofcellen in de warmtevraag kan voorzien. De industrie past consequent warmtekrachtkoppeling toe, niet alleen aan de onderkant maar juist ook aan de bovenkant van het temperatuurtraject. Ook de rol van microwarmtekrachtkoppeling gekoppeld aan individuele c.v. installaties (en dus een gehandhaafd gasnet) wordt momenteel in de praktijk gemonitord⁸³.

Figuur 5.9

Technologische vooruitgang als 3^e as naast sociale prioriteiten en globaliseringsgraad



De verwachting is dat er goede kansen zijn voor varianten van lokale energievoorziening⁸⁴ [Smit, 1997], dat de ontwikkeling verder gaat en het aandeel decentrale opwekking gestaag toeneemt⁸⁵.

Bij de 'future path' ontwikkeling volgens de 'economies of scale' zijn twee economische redenen te onderscheiden. Allereerst de 'technische voordelen', gebaseerd op economisch voordeel, dat voortvloeit uit het vergroten van de bedrijfseenheid per productie-eenheid. Daarnaast de zogenaamde 'organisatorische voordelen', gebaseerd op economisch voordeel,

dat voortvloeit uit het groter worden van de organisatie. Voor de elektriciteitsvoorziening gaat dit principe van de 'economies of scale' (als uiteindelijk doel) uit van een wereldomvattend systeem voor elektriciteitstransport, gebaseerd op gelijkspanningsverbindingen bij hoge spanning (HVDC) en maakt gebruik van de voordelen van (verdergaande) schaalvergroting⁸⁶. Het HVDC net verbindt plaatsen met grootschalige conversie en de consumptiecentra. Door deze koppeling zijn op grote schaal vooral hernieuwbare bronnen te gebruiken in afgelegen en evt. onherbergzame streken en zijn bepaalde opwekkingsmethoden bij ideale omstandigheden (wind, bodem, zon, water, geothermie) optimaal te benutten.

Als grootste voordeel van deze variant wordt geclaimd dat het net in staat zal zijn het nachtdal over het hele productiepark, (nagenoeg) mondiaal, te verdelen en dat ook de fluctuaties van de beschikbare energie uit hernieuwbare bronnen beter zijn op te vangen⁸⁷. Feitelijk volgt deze ontwikkeling het traditionele centrale paradigma. Rechtstreeks opslaan van energie uit zonlicht of wind (of elektriciteit uit welke bron dan ook) is op grote schaal relatief moeilijk. Het wordt eenvoudiger als het in schaal en energiekwaliteit is aangepast aan de (meeste) soorten eindgebruik (exergie), en pieken en dalen elkaar kunnen aanvullen. Een volledige aansluiting tussen vraag en aanbod zal (zelfs mondiaal) nooit (durend) mogelijk zijn. Mogelijk wel binnen bepaalde marges. Een dergelijk wereldomspannend netwerk blijft uiterst complex en gevoelig voor al dan niet geforceerde aantasting.

⁸² De Trias Energetica komt neer op een voorkeursvolgorde van aanpak bij het ontwerpen cq realiseren van een energie-concept: (1) goed isoleren (met Lage Temperatuur Verwarming, en maatregelen tegen oververhitting); (2) gebruik van warmte uit hernieuwbare bronnen, en (3) efficiënt gebruik van fossiele bronnen.

⁸³ De Gasunie heeft het eerste micro-WK-systeem geïntroduceerd (1 kW elektrisch en 8 kW thermisch, geschikt voor een woning met een boiler met een verbruik van ca. 1000 tot 1200 m³; gemaakt door Whispertech, Nieuw Zeeland). Het systeem is in circa honderd huishoudens toegepast. De micro-WK-systemen zijn momenteel nog niet vrij van problemen: ze zijn duur (anno 2004: 7000 euro p.st.) en onvoldoende stabiel om stroom aan moderne elektrische apparaten te leveren. Bovendien wordt in de zomer gas verstoekt om elektriciteit op te wekken, terwijl de warmte die naar de c.v. zou gaan als verlieswarmte wordt afgevoerd. Extra nadeel is dat in de zomer, als nagenoeg niemand stookt, en ook niet elektriciteit aanbiedt nog steeds evenveel conventionele elektriciteitscentrales nodig zijn om het 'stroomgat' dat

ontstaat te vullen. Een oplossingsrichting is de zgn. 'virtual utility', het via internet koppelen van de 'individuele energie-fabriekjes' per regio, zodat bij een tekort in de ene regio, huishoudens met extra energieproductie voor de andere regio kunnen bijspringen en omgekeerd. Voordeel ten opzichte van de conventionele centrale opwekking is de flexibele energiehuishouding, waarbij de afhankelijkheid van één centrale verdwijnt. Nadeel is de afhankelijkheid van (de coördinatie van) het netwerk.

⁸⁴ Daarnaast wordt vergroting van de gasgestookte opwekking verwacht, door de beschikbaarheid van grote hoeveelheden, relatief goedkoop gas en door de ontwikkeling van de gasturbine technologie [Smit, 1997]. Interessant is dat dit laatste geldt voor zowel de grotere (325 MW), als voor de kleinere machines (50MW) ten behoeve van kleinere, decentrale, met industrie geïntegreerde toepassingen, en micro-vormen van warmte-kracht-koppeling.

⁸⁵ Deze ontwikkeling staat momenteel onder druk door de ingezette liberalisering van de elektriciteitsmarkt en de stijgende import van goedkope elektriciteit uit de ons omringende landen [AER, 2003b].

⁸⁶ Met uitzondering van de verbinding tussen Frankrijk en Corsica en tussen de Italiaanse eilanden en het vaste land, zit vrijwel heel Europa nog op wisselspanning (AC). Transport van elektriciteit op lange afstand, bijv. op de zeebodem kan efficiënter met gelijkstroomkabels (DC). Naast eenvoudiger transport van elektriciteit tussen landen en continenten kan dit een besparing tot 10% van het totale energieverlies opleveren. Daarbij garanderen DC-kabels een langere levensduur, omdat problemen als 'kinken in de kabels' t.g.v. plaatselijke ophoping van elektrische ladingen, zoals we die bij AC kennen, worden voorkomen. Momenteel wordt onderzocht of gelijkspanning kan worden toegepast bij de zee-kabels naar Scandinavië (voor transport van het energieoverschot daar) en bij de ringverbinding rond de Middellandse Zee die Noord Afrika (en mogelijke grootschalige zonneparken in de Sahara) met Europa verbindt [Zeilmaker, 2004].

⁸⁷ Lovins noemt dit reeds in 1977 een foutieve ontwikkeling. Hij stelt dat de opslag van energie uit hernieuwbare bronnen kunstmatig in het leven wordt geroepen door te proberen van nature gespreide

5.4.3

sanitatiesystemen

Er is theoretisch gezien een krimpmarkt: zowel het watergebruik, de daarmee samenhangende afvalwaterproductie, als het aanbod van te storten of te verbranden afval zijn afgenomen ten opzichte van de groei van productie en consumptie in Nederland [Potman, 1998]. Toch verdubbeld wereldwijd het watergebruik elke 20 jaar⁸⁸.

De betrouwbaarheid van de cijfers over afval staat voortdurend onder druk door het 'weglekken' van vaste afvalstromen⁸⁹. Het huishoudelijke watergebruik vertoont een licht dalende tendens: 126 liter p.p./dag in 2003 tegen 135 liter p.p./dag in 1992. Toch zijn de huishoudens in deze periode de grootste waterverbruikers geworden⁹⁰ (voorheen de industrie en de land- en tuinbouw). De verwachting is dat deze tendens zich geleidelijk zal doorzetten.

Water gerelateerde toekomstige ontwikkelingen

Voor de aan de waterketen verbonden problemen geldt dat alleen structurele veranderingen die de oorzaak van de problemen wegnemen daadwerkelijk een eind maken aan de uiteindelijke mondiale) milieuproblemen⁹¹.

Figuur 5.11

Voorbeeld veranderde omgang met water in de stad
Living Water Garden Project in Chengdu, China



Bij water ligt de nadruk van veranderingen vooral op het verbeteren van recycling technologie⁹² (Figuur 5.11), het zorgvuldig omgaan met de hulpbron water en de introductie van geavanceerde methoden van schoonwater productie, naast de bescherming en opslag van aanwezige voorraden⁹³.

In honderd jaar, en daarvan vooral de laatste 20 jaar, is (milieu)technisch en ruimtelijk gezien op het gebied van rioleringsystemen en infrastructures veel veranderd. Organisatorisch niet: het rioleringsbeheer is, evenals honderd jaar geleden, nog in handen van de gemeente, en bij de drinkwatervoorziening en de afvalwaterzuivering, oorspronkelijk ook gemeentelijke taken, heeft een schaalvergroting plaats gevonden. Omdat water ecologisch⁹⁴, en economisch gezien interessant is geworden, wordt in het ontwerp nadrukkelijker dan voorheen een relatie gelegd met andere groengebieden in een (woon-)wijk⁹⁵ en is een verschuiving waarneembaar van 'end-of-pipe' denken naar brongericht denken en het bekijken van het gehele watersysteem⁹⁶. Water wordt steeds vaker de drager voor het stedenbouwkundige plan. In landelijke gebieden was zo'n watersysteembenadering

al enige tijd in gebruik. In stedelijk gebied wordt het principe ook meer toegepast⁹⁷. De noodzaak van behoud en inrichting c.q. afstemming van een evenwichtig en duurzaam landelijk en stedelijk leefmilieu wordt thans onderkend. Aandachtgebieden (kansen) zijn [WIMEK, 1996]:

- groene leefruimte voor mens en dier,
- optimaal maatschappelijk gebruik van bodem en water,
- harmonie tussen landelijke en stedelijke gebieden,
- terugwinning en hergebruik nabij de bron van residuen (afval en afvalwater) afkomstig uit de samenleving,
- ontwikkeling van afval-, afvalwaterbehandelings- en hergebruiksystemen “op maat”, waarmee het transport van afvalwater en afval en dus de kosten worden beperkt tot een minimum.

De eerste drie aspecten vallen slechts zijdelings binnen het aandachtsgebied van deze studie, vandaar dat het onderzoek zich verder concentreert op enerzijds de terugwinning van en het hergebruik nabij de bron van residuen, en anderzijds de mogelijkheid van systemen ‘op maat’. De actuele ontwikkelingen met betrekking tot de afvalwaterinfrastructuur zijn op te splitsen in:

1. andere soorten randvoorzieningen rioolstelsels;
2. ontwikkelingen binnens riool- en transportstelsels; en
3. integrale oplossingen.

Met betrekking tot de randvoorzieningen, is er momenteel veel aandacht voor ongewenste lozingen op oppervlaktewater, bijvoorbeeld als gevolg van overstorten (zie ook Figuur 5.7). Een ontwikkeling die aandacht verdient betreffen het parallel bezinkriool en het bergbassin in plaats van het bergbezinkbassin⁹⁸.

energiestromen te centraliseren, te verbeteren en weer te distribueren. Vaak is dit een probleem van op energie-ontvangsten gebaseerde technologie [Lovins, 1977].

⁸⁸ Dit is ruim twee keer de snelheid van de bevolkingsgroei.

⁸⁹ Afval wordt niet daar en in die mate aangeboden zoals verwacht. Bovendien gaat afval door het beleid van ‘capaciteitsplanning en winkelen’ zwerfen door Nederland, op bepaalde plekken ontstaan tekorten terwijl op andere plekken een afvaloverschot is [Potman, 1998].

⁹⁰ Dit komt mede door het verplaatsen van (energie- en waterconsumerende) industrie naar de 2^e en 3^e wereldlanden.

⁹¹ Oplossingen om bijvoorbeeld vervuild (inlaat)water via rietvelden te zuiveren geven wel enig soulaas, maar blijven slechts hulpmiddel: de kringloop van water wordt niet gesloten.

⁹² Dit vormt de basis van het ‘recycling’-denken, als stap terug naar de

natuur die gekenmerkt wordt door cyclische processen. Het recyclen is op te delen naar het proces en de gerealiseerde-, vormgegeven structuur (en –cultuur), de gebruiksfase. Recyclen omvat ‘actief hergebruik’, in de zin van het hergebruiken van materie, en ‘preventief hergebruik’, het zodanig ontwerpen van voorzieningen (en infrastructuur) dat ze eenvoudig aan te passen zijn. Actief hergebruik heeft vooral betrekking op het proces. Preventief hergebruik begint bij het ontwerp of initiatief. Bij het actief- of direct recyclen zijn drie aspecten van belang: de (mogelijk te benutten) kwaliteit, de factor tijd en de schaal van toepassing. Bij de factor tijd gaat het om: de ouderdom, gekoppeld aan kwaliteitsverlies en de omlooptijd ofwel recycleertijd. Bij de schaal van toepassing is zowel de kwaliteit, als de kwantiteit van de te sluiten kringloop (hoeveel, hoe groot) van belang.

⁹³ Centraal staat dat problemen zo weinig mogelijk worden doorgeschoven in tijd en ruimte.

⁹⁴ Water herbergt een unieke combinatie van fysische en chemische eigenschappen in zich.

⁹⁵ Veel wijken kennen tegenwoordig ecologische verbindingzones.

⁹⁶ Men wordt zich steeds meer bewust van de intrinsieke waarde van het water.

⁹⁷ Water biedt aanknopingspunten om binnen een wijk beter onderbouwd tot ordening te komen, en de meerwaarde van een grotere natuurwaarde en lagere ontwikkelingskosten [Geldof, 1995].

⁹⁸ Nadelen van bergbezinkstations zijn de locatie achter het riooloverstort en het grote ruimtegebruik als gevolg van de ‘ondiepte’ ten behoeve van de bezinkfunctie. De keuze voor het bergbassin houdt in dat de inhoud van het bassin groter kan zijn en dat, door een diep bassin, en dus een klein grondbeslag, een grotere vrijheid in locatiekeuze is [Vries, 2002a]. Het blijft echter een relatief grote ingreep, in ruimte, uitvoering en investering.

Binnen de afvalwaterinfrastructuur zelf (ad.2) zien we: de beëindiging van doorvoer van dwa en poc⁹⁹ van kernen via een ander rioolstelsel naar de RWZI, en een geïntegreerd stelsel waarbij een deel van het stedelijke regenwater de bodem infiltreert. Daarnaast de optimalisatie van de bestaande rioleringsinfrastructuur door middel van de introductie van Real Time Control (RTC)¹⁰⁰ [Hartman, 2002]. De introductie van RTC levert niet alleen voordelen in de zin van een efficiënt dagelijks beheer (snellere reactie) en mogelijk lagere vervangings- c.q. uitbreidingsinvesteringen, maar geeft ook meer- en nauwkeuriger meetgegevens, waardoor de mogelijkheid voor het monitoren en het intern- en extern rapporteren van het werkelijke systeemgedrag verbetert¹⁰¹.

Tot slot de oplossingen die samenhangen met de verticale, of horizontale integratie binnen de afvalwaterketen, zoals veranderingen die kostenbesparend zijn. Een voorbeeld is de ontwikkeling van (afval)waterketenbedrijven, die het operationele beheer van de riolering van gemeenten overnemen. De insteek is meervoudig. Een gezamenlijke doelafweging kan procedurele- en kostenvoordelen opleveren. Ook is besparing mogelijk doordat de context groter, of anders wordt¹⁰².

De toekomstverwachting voor (afval)watersystemen kent mondiaal gezien twee aspecten. Allereerst is dat het sanitatieniveau volgens het 'equity' principe van 'duurzame ontwikkeling' voor een grotere groep mensen op aarde toegankelijk wordt. Daarnaast het proces van de vervanging, c.q. herstructurering van een groot deel van de bestaande, technisch gezien verouderde systemen waaronder de infrastructuur. Algemeen wordt onderschreven dat de conventionele (business as usual) systemen niet voldoen aan introductie op plaatsen waar, voornamelijk door economische achterstand, geen voorzieningen aanwezig zijn¹⁰³.

Afvalwaterzuiveringsprocessen met consumptie van slib door hogere organismen, of met technische verwerkingstechnieken als verglazen, drogen, natte oxidatie en verbranden, worden als oplossing gezien voor het beperken van de slibproductie. De gebruikte technieken zijn efficiënt maar kennen nogal wat nadelen, zoals hoge aanleg- en beheerskosten, vele duizenden kilometers leidingen, verspilling van grote hoeveelheden schoon water als transportmedium, vermenging met meststoffen, groot verbruik van energie en productie van vervuild slib. Dit beleid volgt de 'End-of-Pipe' strategie. Het eerder scheiden van de stromen en de bijkomende delen (nutriënten), en het decentraal verwerken, is mogelijk de oplossing van (ondermeer) het slibprobleem bij de bron.

(Vast) Afval gerelateerd

Binnen de (vaste) afvalsector zien we een geleidelijke afname van (eind)verwerkt afval, en een sterke opkomst van hergebruik van afvalstoffen. In de praktijk speelt het probleem van een dubbele oriëntering, en de complexe situatie, die leidt tot strategisch gedrag, wantrouwen en onbegrip tussen actoren. Het gevolg is dat binnen de afvalmarkt een evenwichtig proces van doelvervlechting is uitgebleven, iets dat bijvoorbeeld in de energiemarkt meer heeft plaatsgevonden. Het zeer complexe karakter van de afvalsector is hier debet aan [Baas, 1998]. Eén van de doelen nu is het structureel vereenvoudigen¹⁰⁴ van de situatie. De insteek is gericht op het beter faciliteren van veranderingen [Baas, 1995], door:

- het versmallen van het beleidsproces,
- het beperken van het aantal actoren,
- het vergroten van inzicht, het opsplitsen van beleidsprocessen, en
- het aansluiten bij alternatieve bestuursvormen¹⁰⁵.

Geleidelijk wordt afgestapt van de fixatie op zelfvoorzienende regio's. Dit vindt plaats door de bedrijfsmatige dimensie vrij te geven (marktwerking): door de feitelijk gegroeide schaal-grootte van verzorgingsgebieden en vrije concurrentie te volgen, bijvoorbeeld tussen avi's en stortplaatsen onderling¹⁰⁶.

Op macro-economisch vlak geldt dat per 2006 een gelijk speelveld, ofwel 'level playing field', binnen de Europese Unie gerealiseerd (nagestreefd) wordt: aanbieders en afval-verwerkers kunnen dan elders binnen de Europese Unie actief worden (de landsgrenzen voor brandbaar niet gevaarlijk afval gaan open).

Figuur 5.12

Grens overschrijdende afval regio's



Veel afvalbedrijven beraden zich momenteel over hun strategische opties: schaalvergroting, ketenintegratie en/of technologische vernieuwing. De nadruk ligt op ketenintegratie en interne afstemming van de verschillende organisatieonderdelen (cultuur, systemen, etc.). Ook is sprake van een proces van diversificatie.

⁹⁹ Dwa is droogweerafvoer en poc is pompovercapaciteit.

¹⁰⁰ Real Time Control staat voor een centrale sturing (via een telemetriesysteem) van de infrastructuur op basis van de actuele situatie (van één of meerdere onderdelen) om daarbij het gewenste systeemgedrag te benaderen. Optimale benutting van de bestaande infrastructuur is het uitgangspunt. Zo komt het vaak voor dat in sommige delen van een rioolstelsel relatief meer berging beschikbaar is dan in andere delen, waardoor op één plaats overstort plaatsvindt terwijl in andere districten nog capaciteit beschikbaar is [Hartman, 2002].

¹⁰¹ Het is overigens de vraag of dit per definitie als noodzakelijk en gunstig moet worden aangemerkt. Meer is niet altijd beter, het brengt

ook kosten en bureaucratie met zich mee.

¹⁰² Groter houdt in dat keten ondersteunende middelen gezamenlijk kunnen worden ingezet, terwijl 'anders' inhoudt dat bijvoorbeeld het behandelen van een specifieke (industriële) afvalwaterstroom, los van het conventionele netwerk eenvoudiger opgelost kan worden.

¹⁰³ Alhoewel dit buiten dit onderzoek valt, is het van belang het aspect op positieve- en negatieve neveneffecten te toetsen. De noodzaak tot ontwikkelen van alternatieve-, beter betaalbare en eenvoudiger implementeerbare systemen voor nieuwe en bestaande verstedelijkte omgevingen komen voort uit deze context. Ze functioneren op basis van transport zonder- of met minder (kostbaar) (drink)water.

¹⁰⁴ De risico's van vereenvoudigen zijn: de te beperkte probleemdefinitie, het informatiekort, de relatief suboptimale oplossingen waar het toe leidt, de mogelijke maatschappelijke weerstand en problemen en het ontbreken van steun 'in het veld' [Baas, 1998].

¹⁰⁵ De (overgenomen) voorstellen van de commissie Epema (1996) zijn een voorbeeld van het streven naar 'vereenvoudiging'.

¹⁰⁶ De aan 'algemeen nut' gerelateerde aspecten worden binnen een dergelijk 'geconditioneerd systeem' van marktwerking afgedekt door de bevoegdheid van een capaciteitstoetsing en om prijsmaatregelen te nemen, bijvoorbeeld in geval van monopolie of oligopolie (zoals bij de geliberaliseerde energiemarkt dreigt).

De ketenintegratie heeft twee invalshoeken [Grafhorst, 2004]:

- voorwaartse ketenintegratie; eindverwerkers gaan zich toeleggen op activiteiten die eerder in de keten plaats vinden, zoals inzameling en recycling, en
- achterwaartse ketenintegratie; afvalinzamelingbedrijven gaan zich toeleggen op recyclen, storten en/of verbranden van afvalstromen.

Toch zal de (blijvende) overheidsbetrokkenheid bij de afval(verwijderings)markt zich (blijven) richten op verankering van het 'nutselement', de bescherming van gebonden gebruikers en de bevordering van gelijke kansen. Er blijft een 'geconditioneerde vrije markt'. Enerzijds zullen de schaalgroottes voor wat betreft de uitvoering verder toenemen, anderzijds geldt dat door het inzetten op een 'gedeelde publieke verantwoordelijkheid' mogelijk meer decentrale sturingsmodellen toegepast kunnen worden.

5.5

Conclusies & Aanleiding hoofdstuk 6

5.5.1

conclusies hoofdstuk 5

- Voor de beschouwde stromen en daaraan verbonden technische infrastructuur geldt dat de (historische) ontwikkeling en de schaalvergroting van de oplossingen plaatsvinden volgens een quasi evolutionair karakter met hier en daar sprongen die ingegeven worden door maatschappelijke problemen.
- Voor de toekomst op langere termijn zijn twee aannemelijke 'future paths' te onderscheiden voor de ontwikkeling van de systemen en bijbehorende infrastructuren. Deze zijn samen te vatten als 'economies of scale', ofwel centralisatie, globalisering en heteronomie, en de 'scale-economy', ofwel decentralisatie, modularisering, massaproductie en streven naar lokale autonomie.
- Door de scheiding van (technische) infrastructuur van verbindingen en stedelijke context is de ruimtelijk structurerende werking van de oorspronkelijke technische infrastructuur van specifieke verbindingen, waterwegen en weginfrastructuur, zoals we deze van oudsher kennen, weggevallen.
- Verschuiving van 'frontier economics' naar 'Resource management' is binnen de bestaande technische structuren goed mogelijk. De lange termijn stap naar 'Eco-development' vraagt om verandering van de structuur van met name de technische infra-systemen.
- Gezien de maatschappelijke risico's en de noodzaak om te voorkomen dat de huidige ontwikkeling verwordt tot een 'regressio ad infinitum', is herbezinning op de infrastructuur (of de structuur van de infra c.q. 'al het ondergrondse') een noodzakelijke voorwaarde voor 'duurzame ontwikkeling'.
- Meer aandacht voor differentiatie, verschuiving van producten naar diensten en het vergroten van de flexibiliteit binnen de bestaande technische (infra)structuren zijn belangrijke verbeterthema's.
- Door het accent van de huidige ontwerpprincipes te verschuiven van de nu gangbare extrinsieke waarden, zoals snelste afvoer, minimale integratie, maximaal vermogen, naar intrinsieke waarden, zoals kwaliteit van dienst en comfort, is een betere afstemming op plaats specifieke ecologische condities te verkrijgen.

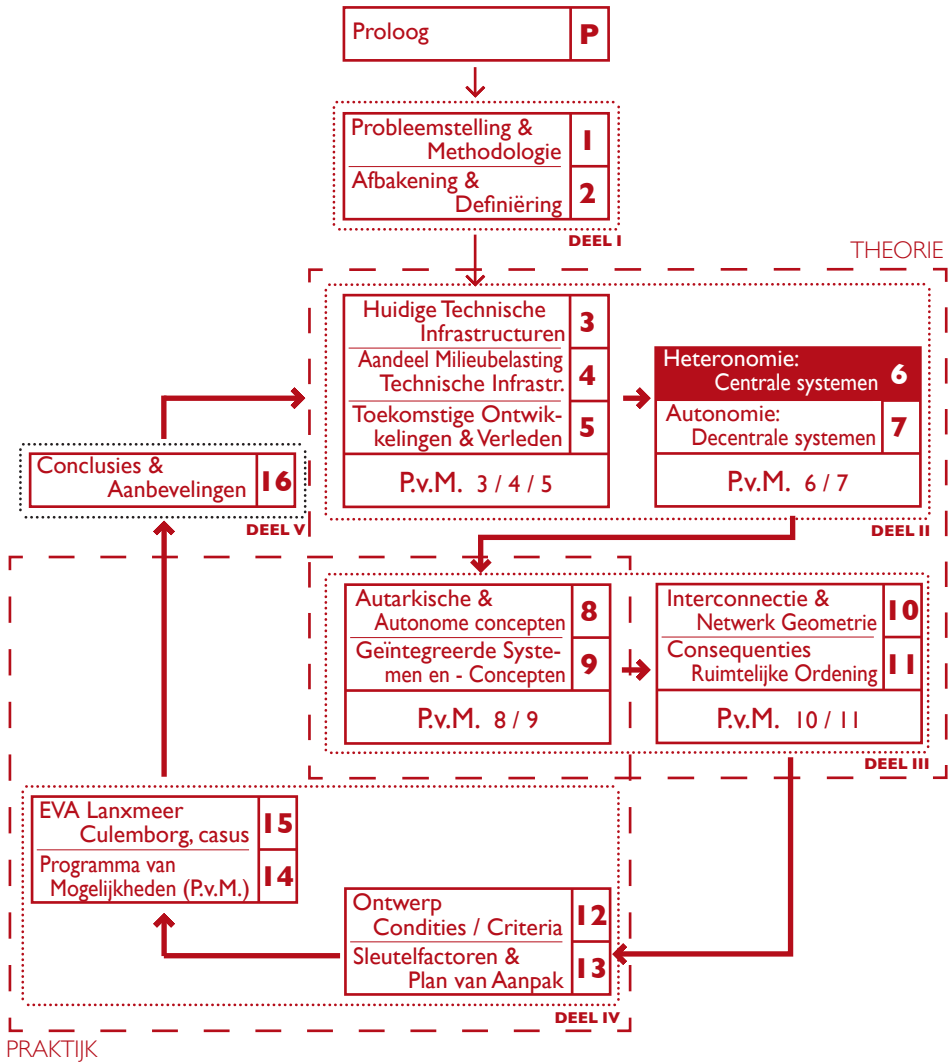
5.5.2

aanleiding hoofdstuk 6

Het analyseren van de historische ontwikkeling en vooral van de verschillende alternatieve systeemopties en alternatieve bronnen voor de nabije en verdere toekomst heeft geleid tot een serie van potentiële oplossingsrichtingen ten behoeve van het Programma van Mogelijkheden (PvM; hoofdstuk 14.2.4) om de doelstelling van het onderzoek, en met name het tweede-, ontwerpgerichte deel aan op te hangen.

Er zijn twee 'future paths' onderscheiden, weergegeven als 'economies of scale' en 'scale economy'. Alhoewel deze principes streven naar autonomie van het systeem zijn beide ontwikkelingsrichtingen het best te onderscheiden in het streven naar voordeel door verdergaande interconnectie en heteronomie bij het principe van 'economies of scale', en het streven naar voordeel door modularisering, massaproductie en lokale zelfvoorziening bij de oplossingen die uitgaan van het principe van 'scale economy'.

Binnen de diagnosestelling aangaande de (on)mogelijkheden voor het sluiten van kringlopen, ofwel het benaderen dan wel bereiken van zelfvoorziening c.q. autonomie, is het van belang beide ontwikkelingsrichtingen kort te beschouwen op voor- en nadelen. Zoals gebleken in dit hoofdstuk kan niet vergeten worden dat beide ontwikkelingsrichtingen een wederkerige relatie lijken te hebben: ze zijn gebaat bij elkaars bestaan. Dit aspect wordt in verdere hoofdstukken uitgewerkt. In het volgende hoofdstuk worden de voordelen en nadelen van verbonden en/of centrale systemen bekeken.



Centrale Technische Infrastructuren en Systemen: Heteronomie

6.1

Inleiding

6.2

Schaalvergroting en de rol van infrastructuur

6.3

Voor- en nadelen centrale energiesystemen

6.4

Voor- en nadelen centrale sanitatiesystemen

6.5

Conclusies & Aanleiding Hoofdstuk 7

h6

“Security of supply is only guaranteed
when governments have enough
power to power the power
of generating plants.”

George W. Bush, 2001

6.1

Inleiding

Binnen de onderkende toekomstpaden met betrekking tot de ontwikkeling van toekomstige systemen en infrastructuren voor de energie- en sanitatievoorziening wordt in dit hoofdstuk ingegaan op de gevolgen van schaalvergroting, verdergaande centralisatie en verbonden systemen. Speciaal wordt gekeken naar de consequenties van de (noodzakelijke) heteronomie die deze principes kenmerkt.

Het hoofdstuk probeert bij te dragen aan de beantwoording van de in hoofdstuk 1.3.2 weergegeven tweede achtergrondvraag (van de vijf achtergrondvragen) die zich richt op de schaal van toepassing en de mogelijke implicaties daarvan voor processen van 'duurzame ontwikkeling' op de andere schaalniveaus.

Achtergrondvraag II:

Kan het centraal dan wel decentraal oplossen van de essentiële stromen verdere processen van verduurzaming genereren op een hoger schaalniveau? |

Voor de afbakening tussen centraal en decentraal worden de systeemgrenzen en definities aangehouden zoals omschreven in hoofdstuk 2, uitgaande van de in hoofdstuk 3 beschreven huidige kenmerken en technologische trajecten van de verschillende infrastructuren. Het is moeilijk telkens van voordeel dan wel nadeel te spreken, reden waarom deze thema's (specifiek) door elkaar heen worden besproken. Vanwege de liberalisatie van de energiemarkt en de toenemende convergentie worden de energiesystemen gezamenlijk behandeld, en omdat binnen de sanitatievoorziening duidelijk verschil bestaat tussen de 'beschermd' afvalwaterketen en de vaste afvalmarkt (die in een voorzichtig proces van liberalisatie zit) vindt hier wel een gescheiden behandeling plaats.

6.2

Schaalvergroting en de rol van de infrastructuur

6.2.1

begripsbepaling

Voorwaarde voor het optimaal combineren van deeltechnieken en deelsystemen ten behoeve van de verduurzaming van de drie essentiële stromen en de technische infrastructuur c.q. transportsystemen is het bepalen van de mogelijke schalen van toepassing en van de specifieke optimumschaal van toepassing.

¹ Toelichting bij achtergrondvraag II (ten dele overgenomen uit hoofdstuk 1.3.2): 'Het is van belang te bepalen of de optelsom van meerdere kleine duurzame 'cellen' automatisch leidt tot een duurzaam systeem, en waaraan moet worden voldaan. Leidt schaalverkleining inderdaad tot een

groter 'elastisch vermogen van het ontwerp' en dus een grotere flexibiliteit van de onderdelen en van het geheel, qua realisatie- en gebruiksmogelijkheden?'

² Goudsblom wijst op de condities voor deze groei: technologie, organisatie en civilisatie, als steeds be-

langrijker wordende 'naven' binnen de steeds groter wordende antroposfeer, waarbij extensieve en intensieve groei steeds meer met elkaar verbonden zijn [Vries, 2002].

Er zijn drie vormen van schaalvergroting²:

- fysieke schaalvergroting;
- structurele schaalvergroting;
- mentale schaalvergroting.

De fysieke schaalvergroting heeft betrekking op sec de omvang van sociale- of ruimtelijke eenheden. De structurele schaalvergroting komt neer op het proces waardoor zowel de individu als sociale systemen worden opgenomen in meeromvattende interactie- en communicatiepatronen. De mentale schaalvergroting heeft te maken met 'onthechting' en betreft veranderingen in het cultuurpatroon van een historisch-geografische groep (dorp, streek, buurt, stad, land)³. Voor de in de probleemanalyse (hoofdstuk 3, 4 en 5) geconstateerde fysieke schaalvergroting bij de technische infrastructuren is het van belang de causaliteit tussen de zogenoemde maatschappelijke doelstellingen, de fundamentele behoeften⁴ en de benodigde technische infrastructuur te bezien. Mede op grond van de twee andere vormen van schaalvergroting kan een betere afweging plaats vinden.

6.2.2

schaalvergroting in relatie tot fundamentele behoeften en maatschappelijke doelstellingen

'Duurzame ontwikkeling' kan net als welzijn gezien worden als maatschappelijke doelstelling. De verschillende maatschappelijke doelstellingen, (bijbehorende) fundamentele behoeften en de activiteiten om in beide te voorzien worden gezamenlijk wel 'suprastructuur' genoemd [Ruis, 1996]. Waar het bij de suprastructuur gaat om bepaalde basisbehoeften en basisvoorzieningen⁵, zoals huisvesting en bescherming tegen het klimaat, of waar het inspeelt op moeilijk beïnvloedbare ontwikkelingen, geldt dat de beoogde kwantiteit en kwaliteit van de behoeftebevrediging kan duiden op verschil in (politiek) inzicht. Dit verschil in inzicht bepaalt dus subjectief de optimum schaal van toepassing van de benodigd geachte systemen en (infra)structuren om aan die basisbehoeften te voldoen⁶. Over aanwezigheid en belang van de basisvoorzieningen bestaat over het algemeen consensus onder gebruikers c.q. bewoners. Omdat de afwezigheid van een basisvoorziening leidt tot een negatieve waardering voor het hele woonmilieu, heeft het geen zin op duurzaamheid gerichte maatregelen toe te passen die leiden tot aantasting van de basisvoorzieningen. Door het 'Development Alternatives Centre' (CEPAUR) in Chili, is in samenwerking met de 'Dag Hammarskjöld Foundation' in Zweden, getracht om de suprastructuur van een samenleving te formuleren [Max-Neef, 1991]. De ontwikkelde theorie gaat uit van twee veronderstellingen:

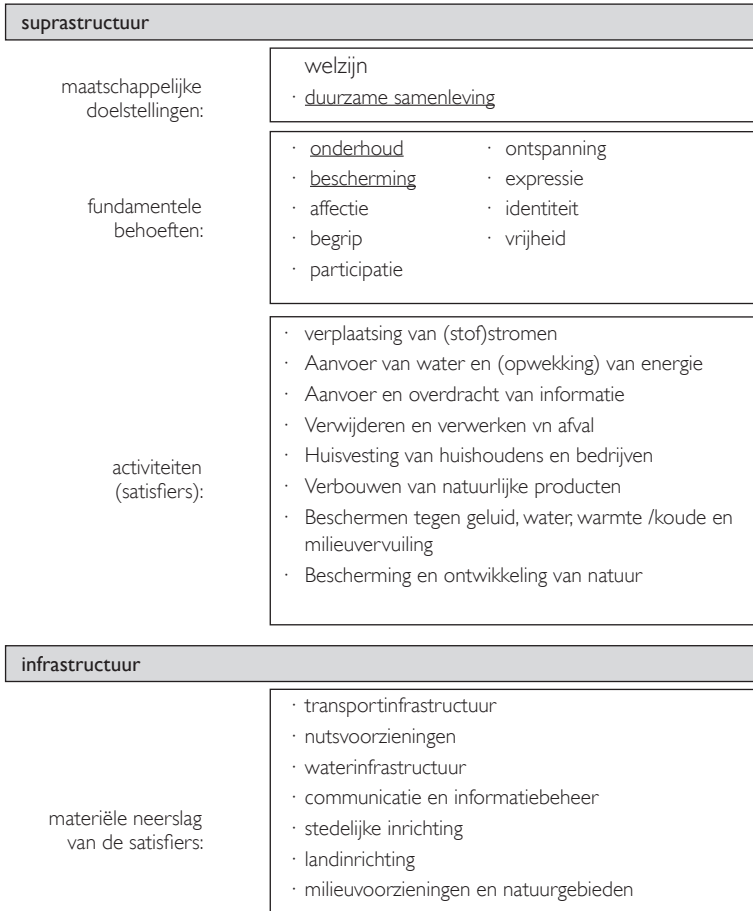
1. fundamentele menselijke behoeften zijn niet onbegrensd, maar beperkt in aantal en bovendien te classificeren zijn.
2. fundamentele menselijke behoeften zijn in de verschillende culturen en historische perioden hetzelfde zijn⁷.

Er worden negen fundamentele behoeften onderscheiden: Onderhoud (ook wel genoemd: primaire levensbehoeften), Bescherming, Affectie, Begrip, Participatie, Ontspanning, Scheppen, Identiteit en Vrijheid [Max-Neef, 1991].

Er is hierbij geen sprake van een hiërarchie. Onderhoud, ofwel 'het in leven blijven', is wel van een meer noodzakelijke, meer essentiële orde dan de andere behoeften, en is niet aan leefstijl of cultuur gebonden. Onderscheid wordt gemaakt tussen deze behoeften enerzijds en de manieren en middelen om deze te bevredigen, de 'satisfiers' (bevredigers) anderzijds⁸

Figuur 6.1

Suprastructuur en infrastructuur



³ Schaalvergroting heeft effect op sociale verandering. Deze veranderingen zorgen ervoor dat de emotionele verbondenheid van de individuen binnen de groep, met de groep als geheel afneemt en een toenadering in normen, verwachtingen en waarden plaats heeft ten opzichte van groepen van 'hogere' orde [Doorn, 1960].

⁴ De maatschappij wordt door sommige auteurs gepresenteerd als een levend systeem, zij het een beheerst systeem. Stabieleit van levende systemen is afhankelijk van de kringloop van stoffen. Waar te nemen valt dat in de natuur systemen complexer worden, alhoewel er t.a.v. de betrek-

kingen tussen organismen sprake is van 'tegenkoppeling': het effect van de ene soort doet dat van de andere teniet (voorbeelden zijn de effecten van extreme algengroei).

⁵ Basisvoorzieningen zijn aspecten van het leefmilieu die door de bewoners gezien worden als noodzakelijke voorwaarden voor hun bestaan.

Afwezigheid van een basisvoorziening kan niet (en zeker niet op lange duur) gecompenseerd worden door een ruime aanwezigheid van andere voorzieningen [Driessen, 1983]. Heeft men een bepaald aspect in het leefmilieu gerealiseerd, dan wordt dit verder vanzelfsprekend gevonden en is het aspect uit de aandacht ver-

dwenen. Men richt zich dan op het volgende aspect in de hiërarchie etc. (Maslow's behoeftentheorie).

⁶ De inschatting van het toekomstige waterverbruik en de energie- en woningbehoefte en daarmee de te volgen oplossingsrichtingen zijn politiek gekleurd en dus onvoldoende objectief [Ruis, 1996].

⁷ Wat zowel in tijd als tussen culturen onderling verschilt is de manier waarop- of de middelen waarmee de behoeften worden bevredigd.

⁸ Satisfiers hebben verschillende vormen: organisatievormen, politieke structuren, sociale praktijken, normen en waarden, ruimtes, contexten, gedragingen en gewoontes.

Aanwezigheid van (schoon) drinkwater en beheer en gebruik van energie zijn essentiële basisvoorzieningen om te voorzien in verschillende fundamentele behoeften.

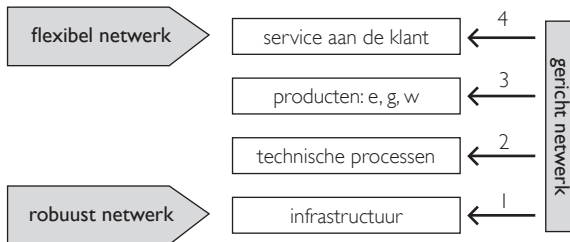
De afhankelijkheid van een betrouwbare en betaalbare energievoorziening wordt groter omdat steeds meer mensen niet kunnen voorzien in hun fundamentele behoeften zonder energievoorziening.

Dit proces van afhankelijkheid wordt versterkt door enerzijds de verdergaande elektrificatie van de samenleving, gekoppeld met schaalvergroting, en anderzijds door de technologische vooruitgang en complexiteit van de systemen zelf [AER, 2003c]. Binnen energienetwerken is een 'lagenmodel' te onderscheiden, die uit vier lagen bestaat [Arnbak, 1999]. Binnen een dergelijke indeling is het mogelijk om bijv. t.a.v. energie de verschillende technische en economische processen in relatie tot het energienetwerk te plaatsen⁹. De onderste laag is de (fysieke) infrastructuur (1). Daarboven bevinden zich drie lagen die onder de noemer 'activiteiten' van CEPUR te plaatsen zijn: (2) Technische Processen; de benodigde aansturing (regeling), noodzakelijk om de energiestromen technisch bevredigend te laten verlopen, (3) Producten (energie, gas, warmte), en (4) Service aan de klant; datgene wat de afnemer met het via de infrastructuur geleverde product kan doen, zoals verlichten, aandrijven, etc. (Figuur 6.2).

Uit onderzoek naar invloed van het schaalniveau over de mate van milieuvriendelijkheid van huishoudens blijkt dat niet zozeer deze schaalvraag of de gebruikte technieken de meeste invloed hebben op een duurzame ontwikkeling, maar juist de aansluiting van bijvoorbeeld de energievoorziening (in schaal en technieken) op de culturele en landschappelijk kenmerken van de omgeving, zowel in fysieke als esthetische zin [Boer, 2000]. Door middel van een goede aansluiting van woningontwerp en energievoorziening op levensstijl¹⁰ en directe omgeving kan milieubewust gebruik gestimuleerd worden¹¹.

Figuur 6.2

Lagenmodel van energienetwerken



De verschillen en overeenkomsten tussen de gebruikers tonen zich in levensstijl en manier van samenleven van de gebruikers waarvoor ontworpen wordt. Dit heeft een directe relatie met het aantal huishoudens dat een gemeenschap vormt en hoe deze is samengesteld (dichtheid en typologie)¹². Het succes ervan staat of valt met het feitelijk optreden van milieubewust gedrag op het laagste schaalniveau (wijk, straat, woning).

Een belangrijke voorwaarde voor het ontwikkelen van een decentraal duurzame energie- of afvalverwerkingssysteem blijft de afstemming op de cultuur en manier van leven van de bewoners¹³. Dit wordt ook wel de woonstijl genoemd¹⁴. Van belang voor toepassing op ruime schaal is of voor de 'duurzame leefmilieus' voldoende vraag bestaat en in hoeverre bewoners van 'duurzame leefmilieus' zullen volharden in milieubewust gedrag [Driessen, 1994]. Dit wordt ondersteund door de bevindingen van een levens- en woonstijl gerichte studie van de UMIST School of Management in Manchester¹⁵. Voor milieubewust gedrag is vooral ook de perceptie van de factor tijd van belang¹⁶.

6.2.3

schaalvergroting in relatie tot de essentiële technische infrastructuren

Zoals beschreven in hoofdstuk 3 wordt in Nederland, voor nagenoeg alle woningen, het merendeel van de publieke¹⁷ diensten in en bij het huis centraal geregeld. Dit betreft dan elektriciteit, (aard)gas, productie van drinkwater, verzameling en behandeling van afval, aansluiting op diverse communicatie systemen (radio, televisie, internet, etc.) en steeds vaker ook het warme water voor verwarming en tapwater.

De gecreëerde afstand tussen (milieu)probleem en oplossing (en beheer) impliceert dat steeds vaker een zekere complexiteit gesteld of verondersteld wordt. Vooral het proces van verandering van de verweven publieke diensten, systemen en infrastructuren is in de praktijk de laatste jaren veel ingewikkelder en slechter voorspelbaar gebleken dan (politiek) voorzien [AER, 2003b].

Goederen vormen (slechts) de materiële neerslag van deze 'satisfiers'. Voedsel en huisvesting worden gezien als satisfiers voor de behoefte aan onderhoud. Onderzoek en onderwijs als satisfiers voor begrip.

⁹ De onderste twee lagen betreffen voornamelijk technische aspecten m.b.t. het aanbod van energie, terwijl de twee bovenliggende lagen meer aan economische processen gerelateerd zijn [Künneke, 2001].

¹⁰ Onder leefstijl of levensstijl moet hier worden verstaan: "de persoon of groep kenmerkende ideeën, gedragingen (gewoonten) en materiële zaken (bezit) [Smeulders, 1987]. Kortweg ook wel 'clusters van gedragingen' genoemd [Driessen, 1994]. Bourdieu [1979] ziet leefstijlen als de consequentie van de twee belangrijkste hulpbronnen in de maatschappij, namelijk geld, inkomen en bezit enerzijds en kennis en opleiding anderzijds. Hij onderkent naast de inkomenshiërarchie een culturele hiërarchie in de samenleving. Culturele status wordt (evenals inkomensstatus overigens) tot uitdrukking gebracht door gedragspatronen. Leefstijlen kunnen behalve op status-overwegingen, ook gebaseerd zijn op globale waardenoriëntaties, zoals een post-materialistische instelling [Inglehart, 1977].

¹¹ Deze aansluiting in schaal en techniek lijkt op eenzelfde manier van toepassing te zijn voor de (vaste)afval- en de (afval)watervervo

rziening.

¹² De plaats waar iemand woont, is tegenwoordig meer een zaak van individuele keuze dan van traditie. Mensen ontlenen hun culturele identiteit niet meer aan de kwaliteit (grootte, ouderdom, afwerking) van de woning, maar zien de keuze van een woonplaats vooral ook als onderdeel van hun manier van leven, ofwel levensstijl.

¹³ Decentrale opwekkings- of verwerkingssystemen op wijk of buurtniveau zijn mogelijk beter toepasbaar in 'buurten' of 'wijken' waar veelal nog sprake is van 'civitas', van een actief gemeenschapsleven, zoals in een wijk met veel gezinnen met jonge kinderen. Bij alleenstaanden, jongeren, of ouderen is de introductie van systemen die een gemeenschappelijke inspanning vereisen moeilijker te bewerkstelligen en zijn individuele systemen meer gewenst. Een 'nieuwe' wijk of buurt is vaak nog geen levensgemeenschap [Boer, 2000].

¹⁴ "Een complex van houdingen, opvattingen en gedragingen met betrekking tot de woning en de directe woonomgeving, behoort bij een bewonerscategorie die gekenmerkt wordt door bepaalde persoonlijke kenmerken, persoonlijkheidskenmerken en een referentiekader met betrekking tot wonen [D'Ancona, 1980, p.37].

¹⁵ In de studie zijn op basis van energie- besparingstechnologie drie

verschillende 'lifestyle-scenarios' beschreven: (1) 'Green Comfort Management System' is gebaseerd op energie gebruiksvoorzietingen en apparatuur aangeboden als diensten; (2) 'Natural living' is passieve systemen en een leefwijze nauw verbonden met de verschillen in seizoenen en dag/nacht variaties; en (3) 'Active House' is een (inter)actieve-, IT gecontroleerde leefomgeving met energie quota. Aansluitend werden ze voorgelegd aan bewoners in workshops om ze te beoordelen op grond van aantrekkelijkheid voor huishoudens. Het 'Natural Living' scenario kwam als meest populair naar voren, maar aanvulling met aspecten van de overige twee scenario's bleek gewenst [Sushouse, 2001].

¹⁶ Als de tweedeling cultuur/economie van Bourdieu [1979] wordt gevolgd geldt met betrekking tot milieubewust gedrag dat de culturele elite zich kenmerkt door uitgestelde behoeftebevrediging. Dit is de basisinstelling achter milieubewust gedrag: het verschuiven van de behoeftebevrediging op dit moment naar iets (een schoon milieu), dat pas op lange termijn gerealiseerd kan worden. Tijdsbesparing speelt voor de economische elite een grotere rol dan voor de culturele elite.

¹⁷ Publiek duidt op een samenleving waarin een samenhang bestaat: de res publica, de publieke zaak is volgens Meyer [2003] "datgene wat een samenleving herkent en erkent

De onvoorspelbaarheid komt voort uit het karakter van deze veranderingsprocessen. Het gaat om processen die zich uitstrekken over langere periodes waarbij niet alleen de omstandigheden (nationaal en internationaal) voortdurend veranderen, maar ook de eisen en wensen van de samenleving. Om de complexiteit te begrijpen en te beheersen is een integraal (samenhangend) analysekader en -planvormingsproces noodzakelijk. In de recente historie is gebleken dat deze vaak neigt tot het tegenovergestelde, een segmentarisering¹⁸ in de onderlinge relatie(s)¹⁹. Het proces van liberalisering van (deel)markten kan dit helpen doorbreken.

Er zijn drie economische aspecten te onderkennen die de infrastructuur in Nederland kenmerken. In de eerste plaats wordt veel infrastructuur uit de algemene middelen van de overheid bekostigd via bijvoorbeeld subsidies. Daarbij is amper sprake van een prikkel om de daadwerkelijk gemaakte kosten terug te verdienen. Ten tweede is meestal sprake van zogenaamde 'externe kosten' die veelal niet berekend, laat staan verrekend worden²⁰. Tot slot worden kosten vaak niet afhankelijk gemaakt van de mate waarin van de infrastructuur gebruik wordt gemaakt, de zogenaamde 'variabilisatie' van de kosten, zoals bij de afvalverwerking op lokaal niveau geëxperimenteerd wordt²¹. Het aspect van variabilisatie van de kosten is binnen de gecentraliseerde infrastructuur niet altijd mogelijk, vanwege het karakter van een collectief goed²².

In de probleemanalyse (hoofdstuk 3, 4 en 5) is gebleken dat de ontwikkeling van de publieke diensten, in en nabij een huishouding, aan te duiden zijn als een traditioneel en centraal paradigma volgend. De algemene grondslag voor dit paradigma is een zeker specialisme georiënteerd pragmatisme²³. Het 'publieke belang' wordt vertaald naar een maximale ruimtelijke samenhang (fysiek onzichtbaar van vorm, gerekend over een langere periode in tijd), die zich te weinig kenmerkt door het creëren van condities voor verscheidenheid en veranderlijkheid van de maatschappij.

De voornaamste (praktische) redenen die voor de verdergaande centralisatie van systemen worden gegeven komen neer op hogere efficiëntie en synergie als kostenbeheersing, optimalisatie van de bedrijfsvoering, eenvoudiger beheer en toezicht, gebruiksgemak, noodzaak op zekerheden en garanties vooraf, betere veiligheid en hygiëne in relatie tot gezondheidsaspecten en algemeen meer efficiëntie door schaalgrootte en lagere kosten (het 'economies of scale' principe) [Zoethout,2002; AER, 2003a; AER, 2003d].

In een maatschappij waar het thema privatisering voor steeds meer (nuts-) voorzieningen aan de orde wordt gesteld is het van belang vooral het beheersaspect en in sommige gevallen het eraan gekoppelde tarievenstelsel te bekijken. Het draait om de eigendoms-vraag van infrastructuur, en om de eventuele voorwaarden die aan het gebruik ervan kunnen of mogen worden gesteld. Er is meer duidelijkheid gewenst over de praktische en principiële redenen om te kiezen voor privaat dan wel publiek beheer. Met betrekking tot de aan verbruik en beheer gerelateerde kosten geldt, dat deze moeilijk inzichtelijk zijn voor gebruikers, met als gevolg dat bij de gebruikers de indruk ontstaat dat de kosten in Nederland relatief lager zijn dan feitelijk het geval is²⁴.

Generaal genomen bepaalde 'indirect doorberekende kosten' zijn niet opgenomen in de totale kosten [Dobbelsteen et al., 1995]. In Nederland worden indirect via specifieke belastingen (zoals bijvoorbeeld waterschapsbelasting en rioolbelasting) veel kosten voor technische infrastructuur aan gebruikers doorberekend. Bij vergelijking met alternatieve systemen, zoals gelijksoortige decentrale systemen moeten deze meegenomen worden. Ongeacht het gebruik van bijvoorbeeld het (openbaar) riool moet thans iedereen rioolbelasting betalen, dus ook als men het eigen afvalwater voor 100% op eigen terrein zuivert,

recycleert en/of loost. Het verkrijgen van één integrale waterprijs en één integrale waterafrekening zou uiteindelijk naast een grotere inzichtelijkheid voor de gebruikers en wellicht een zorgvuldiger handelen kunnen leiden tot een 25% efficiëntere (ver)werkmethode [Meijer, 2002b].

Ook de aansluitbijdrage moet ongeacht het al dan niet gebruik maken van de voorziening(en) betaald worden. De tarieven zijn afstandsonafhankelijk. Zo kent de elektriciteitssector het zogenaamde ‘postzegeltarief’²⁵. Bij vaststelling van transporttarieven voor de elektriciteitsinfrastructuur wordt in Nederland het ‘cascadesysteem’ gebruikt. Dit systeem gaat er van uit dat gebruikers op lagere spanningsniveaus evenredig gebruik maken van de transportfaciliteiten op hogere spanningsniveaus ten opzichte van (industriële) gebruikers op hogere spanningsniveaus, wat nadelig is voor (kleine)afnemers of opwekkers op de lagere spanningsniveaus. Zij subsidiëren als gevolg van dit systeem grootschalige opwekkers²⁶. Een soortgelijke, onrechtvaardige kostenverdeling vindt plaats bij het gasnet waar de Gasunie boven andere aanbieders, op basis van het zogenaamde ‘Commodity Diensten Systeem’, bevoordeeld wordt²⁷[Künneke et al., 2001]. Deze wijze van tarifiering (en gekoppelde financiering) van infrastructuur benadeelt het realiseren van alternatieve, al dan niet decentrale systeemconcepten²⁸.

als gemeenschappelijke basis, dat die samenleving bindt en wat, ondanks alle mogelijke sociale, culturele of economische verschillen, door alle leden van die samenleving wordt gerespecteerd”.

¹⁸ De ‘aspectmatigheid’: Bouwers, beheerders en gebruikers zijn, historisch gezien, uit elkaar gegroeid. Sociologisch uitgedrukt is er een sociale afstand tussen hen gekomen, ze zitten in verschillende sociale posities (gedefinieerd als het geheel van verwachtingen en normen met betrekking tot het gedrag van een persoon in een bepaalde positie [Ruddock, 1971]). Bij sociale relaties houdt segmentarisering en centralisatie in dat in een relatie slechts één facet van de zaak, waar men bij betrokken is, ter sprake kan worden gebracht .

¹⁹ De te herkennen lijn binnen het KIVI symposium ‘Betekenis van schaalgrootte voor samenleving, organisatie en individu’ [1977] is dat te gemakkelijk over schaalvergroting wordt gepraat zonder dat men weet waarover men het heeft, en dat men er vervolgens vanuit gaat dat groot altijd slecht is. De moeilijkheden liggen bij organisaties(structuren) niet zozeer in de grootte maar in de ingewikkeldheid (complexiteit). Van mogelijk grote betekenis is dat op dit symposium door meerdere participanten tegengesproken wordt

dat de ontwikkeling van de techniek onverbiddeijk schaalvergroting met zich meebrengt.

²⁰ Zoals kosten die ontstaan door milieuschade en door aantasting van de gezondheid.

²¹ Bij afvalverwerking hanteren meerdere gemeenten in Nederland het zgn. Diftar systeem voor afvalinzameling. De afvalveroorzakers betalen naar hoeveelheid aangeboden afval, naar gewicht, aantal legingen en soms samenstelling.

²² De infrastructuur kan ten dienste staan van een algemeen belang (kustverdediging), maar ook kan de infrastructuur gezien worden als een zogenaamd ‘merit-good’, een goed waarbij het wenselijk is dat er gebruik van wordt gemaakt (sturing). Soms wil de overheid de infrastructuur op een bepaald niveau houden opdat het aantal gebruikers niet teveel daalt, zoals (nog) bij de spoorwegen het geval is.

²³ De pragmatische in teek blijkt uit de gehanteerde argumenten, waarbij vernieuwende theorieën over het algemeen tamelijk snel ter zijde geschoven worden. Een theorie is volgens het pragmatisme niet een samenvattende beschrijving, en geen algemene generalisering betreffende waarnemingen, maar is “slechts regel voor het maken van kaarten die ons in de wereld de één of andere koers laat bepalen” [Sierksma, 1988, p.66].

²⁴ De waterrekening wordt in Nederland nu nog opgemaakt via honderden organisaties en instellingen, te weten: 496 gemeenten, 53 waterschappen, 18 waterleidingbedrijven en 12 provincies [Meijer, 2002b].

²⁵ Dit tarief geldt voor transport door heel Europa. Alleen bij grensovergangen, waar (nog) sprake is van congestie moet worden bijbetaald. In Nederland gebeurt dit d.m.v. een veiling van de beschikbare capaciteit [AER, 2003d].

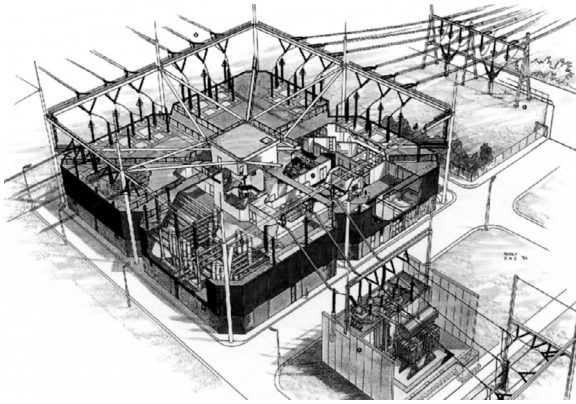
²⁶ Bijvoorbeeld bij warmtekrachteenheden die in de praktijk alleen maar gebruik maken van lagere spanningsniveaus, en dus meebetalen aan de grootschalige opwekkers die minder energie-efficiënt en meer milieuvuulend zijn [Künneke et al., 2001].

²⁷ Minister Brinkhorst geeft in een ingezonden stuk [Volkskrant Forum, 29 augustus 2003] aan dat dit zal veranderen.

²⁸ Woonwijken van 2000 woningen (en meer) komen in aanmerking voor een MER procedure.

Figuur 6.3

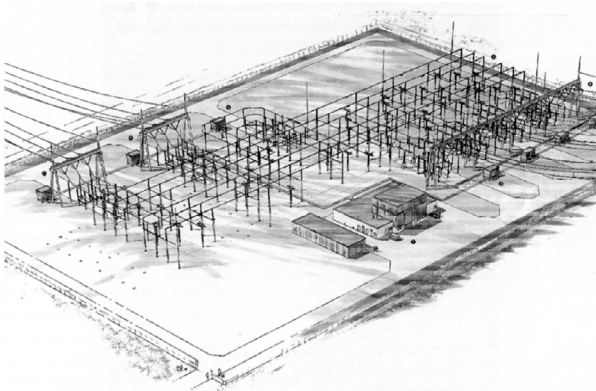
Transformator station Meeden (NL)
Gesloten typologie



Een bijzonder aspect aan de essentiële infrastructuren c.q. netwerken, zoals de energie infrastructuur, is de mogelijkheid om er (feitelijk oneigenlijk) juridische rechten aan te ontlenen. Zo mogen de centrale energienetten volgens de wet gebruik maken van openbaar en particulier terrein om hun voorziening aan de eindverbruiker te leveren²⁹. Deze rechten hebben exploitanten van andere en nieuwe (alternatieve) netwerken niet zonder meer³⁰. Een nadeel bij centrale systemen is dat bij de introductie van marktwerking (liberalisering) door een mogelijk gebrek aan coördinatie-netwerken op (middel)lange termijn marktontwikkelingen niet (meer) kunnen volgen en dat netwerken op onevenredige wijze met kosten en risico's van investeringen worden opgezadeld. Deze komen via de huidige kostenberekening extra zwaar bij de kleinverbruikers terecht.

Figuur 6.4

Open lucht distributie substation Zwolle



Het interniseren van milieukosten en voorzieningszekerheid in de prijs kan het concurrerend vermogen tussen centrale en decentrale systemen ingrijpend veranderen. Bij de energienetwerken vormt de vanuit de geliberaliseerde markt voortkomende wens tot ver(der)-gaande kostentoe rekening van individuele gebruikers of transacties een fundamenteel probleem³¹. Het nadeel is niet alleen het economische aspect van de vraag wie betaalt voor

beheer, transport, onderhoud en eventuele netverzwaringen, maar vooral hoe aan marktpartijen zoals producenten en grote afnemers prijsprikkels kunnen worden afgegeven dat men blijft investeren in de netwerken c.q. efficiënt gebruik. Bij grote, centrale systemen is in sterke(re) mate sprake van het zogenaamde ‘first mover’ probleem: wanneer bijvoorbeeld een deel van het netwerk verzaaid is ten behoeve van veranderd verbruik of nieuwe aansluitingen, van productie of verbruik, kunnen daarna andere aansluitingen op hetzelfde traject plaats vinden zonder al te veel extra investeringen.

Het gevaar van specialisatie binnen de verschillende (deel)stromen ‘an sich’ is, dat het zicht op de totaliteit verloren gaat, terwijl het een voorwaarde is om de verantwoordelijkheid te kunnen accepteren voor de eigen inbreng³². Voordeel van de schaalvergroting en het ontstaan van één of enkele beheerspartijen is dat zeer noodzakelijk geachte processen, zoals de registratie van ondergrondse kabels en leidingen, minder tijd vragen³³. Bovendien kan het de opstap vormen naar een meer integrale netwerkontwikkeling, bijvoorbeeld door bundeling van nieuwe en te verleggen leidingen met bestaande leidingen, en door dit binnen tracés, of zelfs speciaal daarvoor ontwikkelde schachten te doen³⁴ (Figuur 6.5) [Nuon, 2005].

Figuur 6.5

Amsterdam Zuid-As. Integrale leidingstunnel



²⁹ Dit recht op het gebruik van het tracé van energienetwerken is feitelijk een schaarste voorziening en is daarmee in een geliberaliseerde markt uit te buiten [Künneke et al., 2001].

³⁰ Indien bijvoorbeeld een groep van huishoudens, niet zijnde een direct aaneengeschakelde bouwkundige cluster (dus met ertussen liggende terreinen die niet in eigendom van één van de participanten zijn), gezamenlijk een (micro)net willen aanleggen geldt dit privilege niet.

³¹ Het gebruikersspecifieke kostentoe rekenen van investeringen en onderhoud is van belang voor grotere vermogens (zowel van productie als verbruik). De vraag is wat op de verbruikers afgewen-

teld moet worden, ofwel wat is marktconforme kostentoe rekening. Bijvoorbeeld in hoeverre moeten de kosten van algehele netverzwaringen toegerekend worden aan specifieke aansluitingen: de ‘shallow costs’ (de huidige Nederlandse situatie: de kosten gerelateerd aan bepaalde spanningsniveaus worden aan de grotere vermogens doorberekend, terwijl de overige kosten worden omgeslagen over het gehele systeem en door alle gebruikers worden betaald) of ook de ‘deep costs’ (rekening houdend met alle investeringen, dus ook die in bijv. het hoogspanningsnet) [Künneke, 2001].

³² “Iedere groep, ieder individu wordt door de specialisering van de eigen functies meer functioneel

afhankelijk van anderen. De interdependentiekettingen vertakken zich en worden langer, en daarmee voor ieder individu en iedere groep afzonderlijk ondoorzichtiger en minder controleerbaar” [Elias, 1971].

³³ Registratie is van belang vanwege de steeds groter wordende veiligheidssrisico’s. De gewenste registratie komt neer op ruimtelijke informatie –zoals ligging van kabels en leidingen-, risico informatie –zoals te transporteren producten en veiligheidsafstanden-, administratieve informatie, zoals eigendom, gebruik en relevante vergunningen. Voor de registratie van ondergrondse buizen- en leidingen infrastructuur geldt dat als het aan de markt wordt overgelaten, de gewenste eindsituatie

6.3

Voor- en nadelen centrale energiesystemen

6.3.1

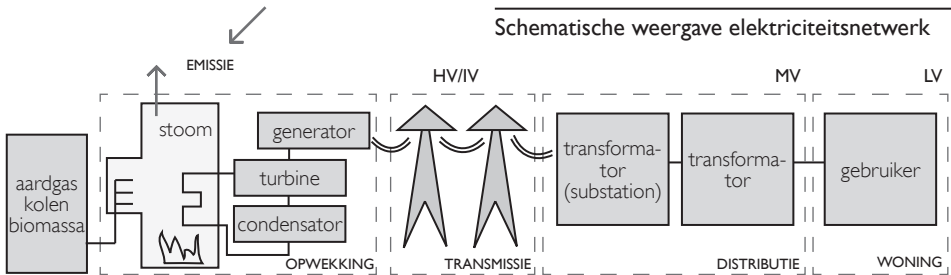
verduurzaming en toename heteronomie

Het koppelen van woningen aan de centrale energienetten (elektriciteit en aardgas) is tegenwoordig vanzelfsprekend (zie hoofdstuk 3). De schaalvergroting of centralisatie van de energie-infrastructuur kent als belangrijkste voordelen een grotere bedrijfszekerheid, continuïteit en beheersbaarheid.

Ook woningen uitgerust met eigen hernieuwbare energiebronnen zoals fotovoltaïsche cellen windturbines of Micro WKK³⁵ worden vrijwel altijd op het elektriciteitsnet aangesloten, met uitzondering van ver van het net gelegen gebieden, iets dat in de Nederlandse situatie nauwelijks voorkomt³⁶. De transmissieverliezen veroorzaakt door transport over lange afstanden worden gecompenseerd door voordelen op gebied van nivellering (van piekvraag en/of aanbod) en beheer. Bestaande centrale systemen kunnen in de toekomst centraal geproduceerde (en geconverteerde) alternatieve energie eenvoudig verwerken, mocht dit beter renderen. Zoals in hoofdstuk 5 is geconcludeerd ligt het in de lijn van de verwachting dat zelfs als de meest verstrekkende doelstellingen van de overheid worden gehaald het nog maar gaat om een uiterst klein percentage van de totalen. Niet vergeten moet worden dat de gemiddelde stijging in verbruik (van kleinverbruikers) ca. 2% per jaar is. De mogelijkheid om bij overcapaciteit zelf energie te leveren aan het net geeft vaak de doorslag voor een commerciële investering³⁷.

Figuur 6.6

Schematische weergave elektriciteitsnetwerk



Het KEMA heeft zich in Nederland gebogen over de aanwezige energie-infrastructuur en de mogelijkheden om deze te 'ecologiseren'³⁸. Onder ecologiseren verstaat men 'het op een ecologisch meer verantwoorde manier inrichten van de maatschappij [KEMA, 1997]. Het is te vergelijken met de in dit onderzoek gehanteerde definitie van verduurzaming. De relatief geringe mogelijkheden daartoe gelden als nadeel van de centrale energie infrastructuur. Bij verder verduurzamen van de energie-infrastructuur is het nodig eerst een goede vergelijking te maken tussen het rendement van besparingsinvesteringen in relatie tot uitbreidingsinvesteringen. Een illustratie is het concept van 'Negawatts' [Lovins, 1996; Hawken et al., 2000]. Lovins laat zien dat het economisch gezien voordeliger, en kwalitatief beter is te investeren in energiebesparing, dan in het uitbreiden van de energiec capaciteit. Ook dit concept is te vertalen naar andere vormen van infrastructuur³⁹. Duidelijk is dat door overstappen op een ander energiesysteem een aanzienlijke reductie in CO₂-emissie met een sterk verhoogde energie productiviteit te behalen is.

Er wordt momenteel een groeiend aantal hernieuwbare bronnen aan de woonomgeving toegevoegd om elektriciteit en/of warmte decentraal op te wekken. De opwekkings-technieken (al dan niet aan het centrale net gekoppeld) hebben als voornaamste kenmerk een onregelmatige output en een lage energiedichtheid. Dit maakt opslag van elektriciteit en/of warmte noodzakelijk. Opslag van elektriciteit en warmte is moeilijk, derhalve duur, en gaat bovendien gepaard met energieverliezen. Als in de energie- (warmte en elektriciteit) en opslagbehoefte via een centraal net wordt voorzien, zorgen gebruikers samen, door verschillen in gebruik, voor een nivellering van pieken waardoor minder aanbodcapaciteit en opslagcapaciteit nodig is⁴⁰. Bij het merendeel van de zogenaamde ‘nulenergie woningen’ en ‘energieneutrale wijken’ fungeert het centrale elektriciteitsnet, bekeken vanuit de woning of de wijk, als opslag voor teveel geproduceerde elektriciteit⁴¹. Vanuit het oogpunt van het netwerk, met zijn al dan niet centrale en hernieuwbare bronnen bezien, is dit niet correct⁴². Toch kan het net tot op zekere hoogte als een opslagsysteem met een bepaald rendement worden beschouwd. Dit houdt in: heteronomie⁴³ enerzijds, en noodzakelijke ‘continue’ beschikbaarheid van elektriciteit ofwel koppeling met het centrale net anderzijds. Deze systeemkeuze van netkoppeling houdt feitelijk in dat bij uitval of wegvallen van het centrale net de genoemde ‘semi-autonome’ systemen onvoldoende⁴⁴ of in het geheel niet zullen functioneren.

pas na 10 tot 15 jaar wordt bereikt. Deze realisatieperiode kan door het verminderen van partijen vereenvoudigd en versneld worden. Als de overheid het initiatief neemt, inclusief wet- en regelgeving en financiering, kan het in slechts 3 jaar.

³⁴ Ook wel Integrale Leidingen Tunnel (ILT) genoemd. In Zürich is op kleine schaal geëxperimenteerd. Eén van de eerste (niet private) Nederlandse projecten waar dit wordt toegepast is de Amsterdamse Zuidas. Omdat niet alle typen leidingen en buizen uit veiligheids oogpunt bij elkaar in de buurt mogen liggen (gas en elektra, of stadsverwarming en drinkwaterleiding, etc.), wordt bij het Zuidas project in het midden van de ILT een muur gebouwd waardoor twee aparte tunnelbuizen ontstaan. De kosten bedragen 8 miljoen euro voor 500 meter tunnel, wat betekent dat alleen bij grootschalige projecten met hoge dichtheid ILT's economisch gezien rendabel zijn.

³⁵ Micro WKK: warmte-kracht koppeling op woningschaal.

³⁶ Zelfs in geval van volledige afkoppeling van het net worden deze gebruikers vaak toch nog geconfronteerd met de indirecte kosten van de energie-infrastructuur (zie hoofdstuk 3 en 5). Mogelijke voor-

delen van volledige afkoppeling zijn een autonome voorziening (vrijheid, of zogenaamde ‘zelf-bepaling’) en in sommige gevallen een besparing op verbindingen en kabels op de schaalniveaus boven de woning, wat transmissieverliezen in dat deel van de infrastructuur voorkomt. Toch biedt het aansluiten op het elektriciteitsnet volgens de energieleveranciers mogelijk grotere voordelen (zie vervolg van de beschouwing).

³⁷ Vooral voor afgelegen gebieden met een lage woningdichtheid valt te overwegen om een woning niet op het elektriciteitsnet aan te sluiten omdat de kosten van een aansluiting te hoog kunnen zijn. Alle aan het centrale net verbonden huishoudens hebben hiervan financieel voordeel.

³⁸ Dit onderzoek van het KEMA (Van Megawatt naar Ecowatt) maakt de infrastructuur (onveranderd) sturend voor het veranderen van de ecologische duurzaamheid van de suprastructuur (zie hoofdstuk 3.3).

³⁹ Lovins onderscheidt ook ‘negainformation’, ofwel het op technische wijze beperken van overbodige en ongewenste informatiestroom en ‘negatrips’ dat is gericht op het reduceren van de verplaats(ings)behoefte.

⁴⁰ Een decentrale opwekking en

opslag, niet verbonden met een centraal net, zorgt ervoor dat beide gedimensioneerd moeten worden op de maximale energievraag, ofwel piekvraag. De positieve effecten van nivellering worden minder benut, waardoor dit door middel van het creëren van overcapaciteit opgelost moet worden.

⁴¹ Volgens de energiebedrijven is het ontkoppelen van een woning van het elektriciteitsnet, zoals wel gepromoveerd bij voorstanders van nul-energie woningen in Nederland, over het algemeen geen praktische oplossing [Koorneef, 2002].

⁴² De elektriciteit wordt niet opgeslagen maar (vrijwel) direct op een andere plek gebruikt.

⁴³ Dat het individu zich door een instantie buiten hem de maatstaven voor zijn handelen en (be)oordelen ziet opgelegd.

⁴⁴ Indien bepaalde voorzieningen worden toegevoegd in het systeem kan het gekoppelde systeem ten tijde van uitval in een ‘werkelijk’ autonoom systeem veranderen. Bij het overgrote deel van bijvoorbeeld de pv-systemen is dit niet gebeurd; deze systemen zullen bij uitval van het centrale net niet kunnen functioneren.

Bij de gebruikers die zelf elektriciteit opwekken, waarbij het teveel geproduceerde wordt terug geleverd aan het centrale net zou een gunstig tarief kunnen stimuleren om te komen tot een verder verduurzamen van elektriciteitsopwekking⁴⁵ via een dergelijke bottom-up aanpak. De belangrijkste reden waarom dit onvoldoende gebeurt, en er is zelfs een remmende werking op de doorgave aan het net van (zelfopgewekte) energie van hernieuwbare bronnen, is de beperkte mogelijkheid van toevoeging aan het bestaande centrale net van energie uit hernieuwbare bronnen. Situatie- en aanbiederafhankelijk worden maximum vervangingspercentages genoemd van 27% (Nuon) tot 35% (Eneco) van de energiestroom door zelfopgewekte duurzame energie⁴⁶ [Brosowski, 2002; Koornneef, 2002].

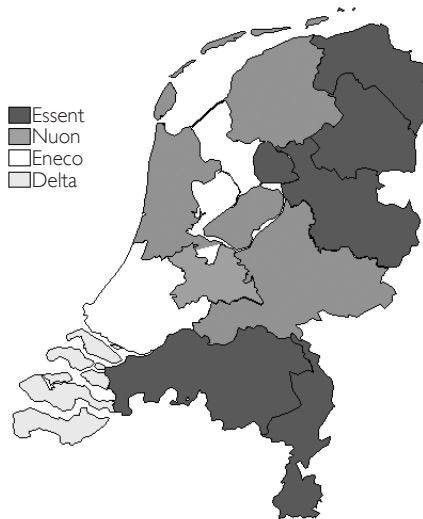
6.3.2

efficiëntie, flexibiliteit en beheer

Bij de energiesystemen is sprake van een oriëntatie op economische- en bijbehorende technische efficiëntie. In de probleemanalyse (hoofdstuk 3,4 en 5) is geconstateerd dat dit heeft geleid tot verdergaande centralisering en steeds grotere transport afstanden. Nadelig bij energiesystemen op grote schaal met lange transportafstanden zijn de distributieverliezen. Dit geldt vooral voor gecentraliseerde energiesystemen met energie van hoge kwaliteit. De verliezen zijn cumulatief⁴⁷.

Figuur 6.7

Verdeling leveringsgebied energiebedrijven



De transporttarieven op de range 'leidingnetwerk onderhoud, instandhouding en vervanging, uitbreiding en innovatie' worden volgens de systematiek bepaald door kosten-efficiëntie (zie ook hoofdstuk 3.2.2). Liberalisering van de energiemarkt zonder dat 'schone energie' (tegelijktijd) in voldoende mate in de prijs wordt opgewekt/verwerkt is nadelig. De mogelijkheid van sturing door de nationale overheid om 'duurzame ontwikkeling' te realiseren zijn hiermee verkleind en worden onvoldoende opgevangen door de Europese overheid. In de geliberaliseerde situatie liggen de beslissingen niet meer in één hand: productie en netbeheer zijn ontkoppeld. Los daarvan geldt dat een 'overkoepelende' verantwoordelijkheid voor de energie-infrastructuur, zowel voor elektriciteit als gas, niet is geregeld.

Veranderingen in de financiering van het stroomnetbeheer hebben er toe geleid dat de stroombedrijven zo weinig mogelijk in het stroomnet investeren⁴⁸ [Meeuws, 2003a]. Op de lange termijn heeft dit mogelijk zeer negatieve gevolgen. De financiering van het stroomnetbeheer is door de geliberaliseerde markt gedereguleerd. Door overcapaciteit (anno 2004/2005) kan dit leiden tot niet creëren van reservecapaciteit, die benodigd is voor de betrouwbaarheid van de stroomvoorziening in periodes van tekorten. Doordat stroomproducenten zogenaamde 'vraagmacht' kennen, hebben ze belang bij een tekort.

Vergelijking is mogelijk met Californië waar deregulering van de stroomvoorziening aan het einde van de 20^e eeuw leidde tot een diepe energiecrisis als gevolg van achterstallig onderhoud⁴⁹. Nederland is in Europa, samen met Italië, de grootste importeur van stroom. De meeste andere landen zijn nog 'self-supporting' ten aanzien van stroomproductie en verbruik. Nederland is dat binnen afzienbare tijd niet meer. Het geheel van voorschriften is samen te vatten als 'hoe minder onderhoud, hoe hoger de winst', zodat er minder preventief netbeheer wordt gepleegd [Meeuws, 2003c].

Een ander meer algemeen nadeel voor zowel de nationale als de Europese schaal is dat verbetering van strategische informatie, zoals de etikettering van elektriciteit moeilijker is bij een centrale schaal van opwekking en distributie. Door de geleidelijke verschuiving naar levering van diensten in plaats van (alleen) producten is juist dit aspect de laatste jaren in belang toegenomen. De mogelijkheid tot (verdergaande) flexibiliteit en differentiatie wordt van groter belang. Flexibiliteit heeft niet slechts betrekking op het systeem, en haar componenten zelf. Ook de flexibiliteit om te kunnen kiezen voor een andere invulling van componenten binnen de keten is van belang. Bij centrale energiesystemen op basis van warmtelevering bijvoorbeeld is, door de grootte van de investering en de eraan gekoppelde noodzaak van levering over langere tijd, sprake van geringe flexibiliteit. De klanten zijn contractueel voor lange tijd gebonden aan het systeem van warmtelevering (en opwekking). Ook blijkt differentiatie als gevolg van specifieke eisen aan plaatselijke netwerkcapaciteit bij de centrale netwerken een overwegend complicerende factor. Hierdoor zijn netwerken, al dan niet tijdelijk, minder duurzaam [Künneke, 2001]. Prijsverschillen tussen regio's stimuleren de energiehandel en kunnen zo (tijdelijk) een onevenredig sterke druk op delen van het netwerk leggen, die soms leidt tot congestie⁵⁰.

⁴⁵ De schaalvraag voor het optimaal betrekken van gebruikers is aan de orde. Een relatief gunstig tarief is mogelijk verdedigbaar als het zou leiden tot een betere afstemming van de individuele vraag en het zelfopgewekte aanbod.

⁴⁶ Oorzaak van deze limiet is dat de, buiten het net, opgewekte hernieuwbare energie een grote diversiteit vertoont. Er is een groter verschil qua pieken en dalen in aanbod. De opbrengst qua tijd bezien is onregelmatig, en daardoor moeilijk af te stemmen op de vraag.

⁴⁷ Ter voorkoming van onbetrouwbaarheid is behoefte aan onmiddellijk 'draaiende' reservecapaciteit. Door de grootschaligheid (grote eenheden) is op relatief grote schaal

(hoogspanningsniveau) een zogenaamde draaiende reservecapaciteit nodig, ter vervanging van plotseling uitvallen van grote centrales [Lovins, 1977; AER, 2003].

⁴⁸ Niet te onderbouwen berichten van medewerkers van elektriciteitsbedrijven geven aan dat door de complexiteit van in te vullen formulieren minder storingen officieel opgetekend worden en de werkelijke gemiddelde uitval (in Nederland) dus hoger ligt [Meeuws, 2003a].

⁴⁹ Gedurende driekwart jaar leidde dit tot prijsspieken en dientengevolge tot regelmatige kortdurende 'afschakeling' van 2% van de aansluitingen en aanzienlijke maatschappelijke kosten (ca. 3,5% van het GDP van Californië in 2001; AER, 2003d).

Toch is de verwachting dat het nieuwe tariefstelsel van de Dte in Nederland per 2004 (hogere tarieven voor de energiebedrijven naarmate een bedrijf minder storingen kent) zorgt voor een verbetering van het netbeheer [Meeuws, 2003b].

⁵⁰ Momenteel kennen de Nederland omringende landen (vooral Duitsland) sterk lagere energieprijzen. Dit leidt tot een (tijdelijke) sterke import van relatief goedkope Duitse stroom naar Nederland en zo tot congestie. Ook op een lager schaalniveau kan dit probleem zich voordoen. Een voorbeeld was de onverwacht grote vraag naar elektriciteit als gevolg van de 'internet hype', eind jaren negentig, en het samenvallen van verschillende plan-

Naast efficiëntie overwegingen van (bedrijfs)economische en technische aard spelen allerlei nevenaspecten die samenhangen met maatschappelijke veranderingen (en de gevolgen daarvan voor de gebouwde omgeving), en nevenaspecten in relatie tot de in de vorige paragraaf aangegeven noodzaak tot verduurzaming.

Een voorbeeld van het eerste is dat door overschatte toekomstverwachtingen de laatste tien jaar een ongebreidelde hoeveelheid nieuwe infrastructurele netwerken, vooral glasvezelkabels, in de grond is gelegd. Er zijn situaties waar tien tot meer dan honderd keer de benodigde capaciteit is aangebracht⁵¹.

Deze kabels liggen minder diep dan de 'traditionele' technische infrastructuur zoals riolering, gas- en waterleidingen en het komt steeds vaker voor dat op centrale plekken met veel verbindingstukken zich allerlei (veiligheids)problemen voordoen, zoals het verzakken van de eronder gelegen 'traditionele' (buis)infrastructuur⁵² (Figuur 6.8). Soms leidt dit tot (kleine) rampen, zoals gasexplosies, en ook tot rechtszaken (bijv. tegen de KPN, met betrekking tot mantelbuizen, door de Gemeente Haarlemmermeer).

Figuur 6.8

'Moderne' en 'Conventionele' infrastructuur, Haarlem Raaks / Zijlvest.



Zoals eerder geconstateerd wordt onze afhankelijkheid van deze (meer) essentiële ondergrondse infrastructuur steeds groter. Daarbij komt dat (onderhouds)technici de onderliggende traditionele technische infrastructuur amper meer kunnen bereiken voor reparaties of controle werkzaamheden⁵³. Een voorbeeld met betrekking tot de verduurzaming is dat bij steeds meer decentrale hernieuwbare bronnen⁵⁴ de elektriciteit als gelijkstroom wordt opgewekt, waarna het een conversiestap ondergaat om er wisselstroom van te maken. Vervolgens moet de opgewekte wisselstroom bij de stroomafnemers voor bijna 2/3 van de elektrische toepassingen⁵⁵ intern omgezet worden in gelijkstroom [Friedeman, 2002]. Het kiezen van een ander soort elektriciteitsinfrastructuur is in dit soort gevallen en ook bij autonome (niet gekoppelde) systemen een belangrijke variabele om het gehele systeem verder te optimaliseren. In dit geval zou van een centraal elektriciteitsnetwerk overgestapt moeten worden naar meer decentrale systemen met meerdere opwek- en verdeelpunten [KEMA, 1997]. Een optie is om het transport op kleine schaal via gelijkstroom-distributie⁵⁶ plaats te laten vinden in plaats van via het huidige wisselstroomsysteem⁵⁷.

Tot slot zijn er subjectieve waarden die veelal gekoppeld zijn aan de gebruikers c.q. de afnemers van diensten. Een centrale energie-infrastructuur staat voor sommige aspecten verder af van de gebruikers. De relatief snelle ontwikkeling in de energiemarkt, met name de convergentie van infrastructuren, leidt tot een grotere gevoelsmatige complexiteit bij gebruikers. Gebruikers hebben met steeds meer gebruikaspecten moeite. Dit varieert van

ongenoegen over gebrek aan flexibiliteit van de aansluitpunten, toenemend ruimtegebruik (ondermeer van transformatoren)⁵⁸, tot onvoldoende vergoeding bij teruglevering van uit hernieuwbare bronnen opgewekte energie. De ‘ontastbare’ (‘tacit’) kennis⁵⁹ van de gebruikers blijkt steeds frequenter onvoldoende om de ‘high-tech’-technologie te begrijpen [Kleinknecht, 1998]. Ook de grotere complexiteit en de hogere schaal van oplossing dragen hieraan bij. Ontwikkelingen en mogelijkheden om deze te kunnen beïnvloeden raken steeds meer op afstand en leiden tot grotere afhankelijkheid van de eindgebruiker⁶⁰.

6.4

Voor- en nadelen centrale sanitatiesystemen

6.4.1

hygiëne en heteronomie

Het sanitatiesysteem, waaronder de verwerking van vast afval, is centraal georganiseerd. Voor deze manier van verwerken worden de volgende voordelen aangegeven:

- het gebruiksgemak
- een goede hygiëne⁶¹
- efficiëntie door de schaalgrootte

nen voor het realiseren van zogenaamde ‘datahotels’ in Amsterdam-Zuid. De energiebehoefte oversteg de beschikbare capaciteit aanzienlijk waardoor verscheidene aanvragen ‘in de wacht’ gezet moesten worden. Enkele jaren later, zorgde de terugval van de sector voor een tegenovergesteld effect [Künneke et al., 2001].

⁵¹ Een deel van deze leidingen is leeg en een aantal kabels wordt niet gebruikt. Al vanaf de aanleg zonder functie, maar door fusies en overnames door nieuwe eigenaren of introductie van andere technologieën inmiddels ‘vergeten’.

⁵² Door verschillende actoren die gelieerd zijn aan de ‘traditionele’ infrastructuren wordt een vorm van rechtsongelijkheid ervaren bij de rechten en plichten die gelden voor de telecomsector tegenover ‘de rest’. In de telecomwet van 1998 is de telecomsector een aantal rechten en plichten toebedeeld die andere sectoren niet hebben, zoals de gedoogplicht zonder vergunningen. Dit wordt buiten de telecomsector als oneerlijk ervaren [COB, 2003].

⁵³ Bestaande leidingen zijn binnen de huidige vorm van registreren (Klic-melding) vaak puntsgewijs ingemeten met een interval van tientallen, soms honderden of

zelfs duizenden meters van elkaar. Hierdoor is nooit honderd procent betrouwbare registratie te verkrijgen. Verder is de informatie over kabels en leidingen bij beheerders/eigenaren verspreid aanwezig [COB, 2003].

⁵⁴ Bijvoorbeeld bij photovoltaïsche systemen en bij bepaalde types windmolens.

⁵⁵ Dit percentage is afhankelijk van de keuze van de ondergrens voor wat betreft de zogenaamde penetratiegraad van de elektrische toepassingen (apparaten) bij (Nederlandse) huishoudens.

⁵⁶ Gelijkstroom geeft bij hoge voltages minder verlies bij transport over grotere afstanden dan wisselstroom en heeft een hogere energiedichtheid [Verkooijen, 1996].

⁵⁷ Achtergrond is dat gelijkstroom, onder bepaalde voorwaarden, minder transportverliezen geeft en zorgt voor beter gebruik van het netwerk door de hogere energiedichtheid. Het aansluiten van hernieuwbare bronnen wordt daarbij eenvoudiger. Een gelijkstroomnet kan alleen op decentrale schaal (woning of kleiner) functioneel- en efficiënt toegepast worden.

⁵⁸ Dit nevenaspect van de elektriciteitsinfrastructuur in directe relatie met de beleving van gebruikers heeft

te maken met het feit dat steeds meer (huishoudelijke) elektrische apparaten op de markt komen die op kleine vermogens werken, en niet direkt kunnen worden aangesloten op het (wisselstroom)net. Deze apparaten hebben transformatoren nodig die veelal groter zijn dan het apparaat zelf [KEMA 1997].

⁵⁹ Tacit-kennis is kennis die wel wordt omschreven als niet tastbare, ‘impliciete’, ‘niet-gecodificeerde’, persoonsgebonden kennis die als het ware in de vingertoppen en achterhoofden van mensen zit, en wordt opgedaan door praktische ervaring met nieuwe technologie [Kleinknecht, 1998].

⁶⁰ Voor het verder ontwikkelen en implementeren van alternatieve afvalwaterbehandelingssystemen aan de bron is volgens Otterpohl [2000] geen reden om te wachten op publieke of politieke druk, aangezien het publiek grotendeels steunt op de huidige (dominante) experts.

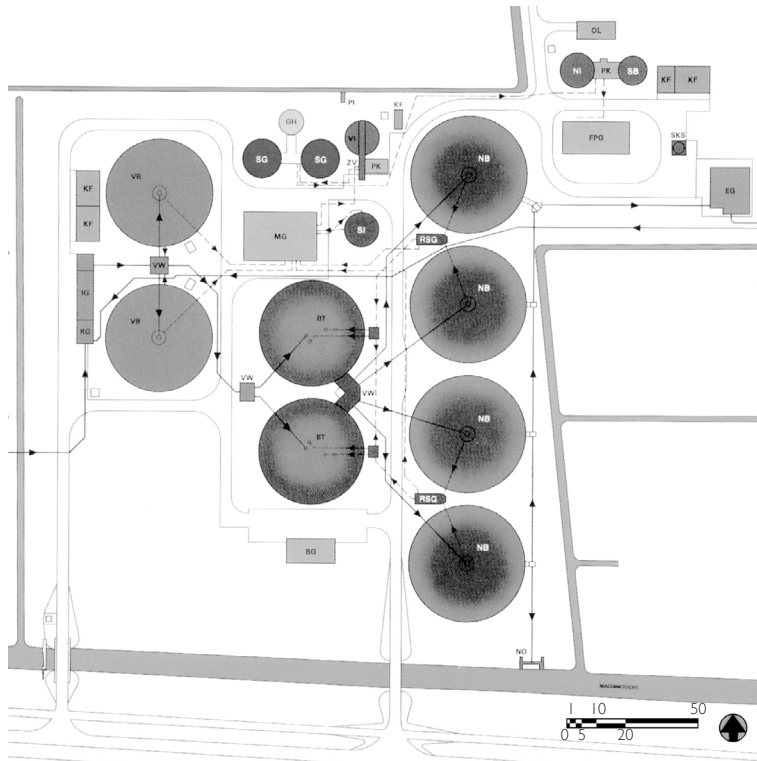
⁶¹ Hygiëne is één van de drijfveren om centrale systemen te hanteren. Vanaf 1965 wordt ook aandacht besteed aan het beschermen van het milieu, waarvoor allerlei technieken zijn ontwikkeld, gericht op het verwijderen van milieubelastende stoffen uit afval.

Een nadeel van (volledig) centrale systemen is de geringe flexibiliteit, terwijl aan het begrip 'flexibel' een duidelijk schaaloptimum is te koppelen. Flexibiliteit is geen statisch begrip. Wel geldt dat regels flexibiliteit in de weg (kunnen) zitten⁶³. Een vereenvoudiging van een netwerk of systeem kan minder regels inhouden, wat de flexibiliteit positief beïnvloedt. Bovendien biedt flexibiliteit een zinvolle invalshoek voor innovatie.

De huidige meer centrale oplossingen lijken dit begrip van flexibiliteit vooralsnog te vertalen door het creëren van overcapaciteit van de technische infrastructuur en van de behandelingssystemen⁶⁴ vanuit een zeker techno-fix denken en een eenzijdige benadering.

Figuur 6.9

Plattegrond R.W.Z.I. in Amstelveen (voor 97.500 i.e.)



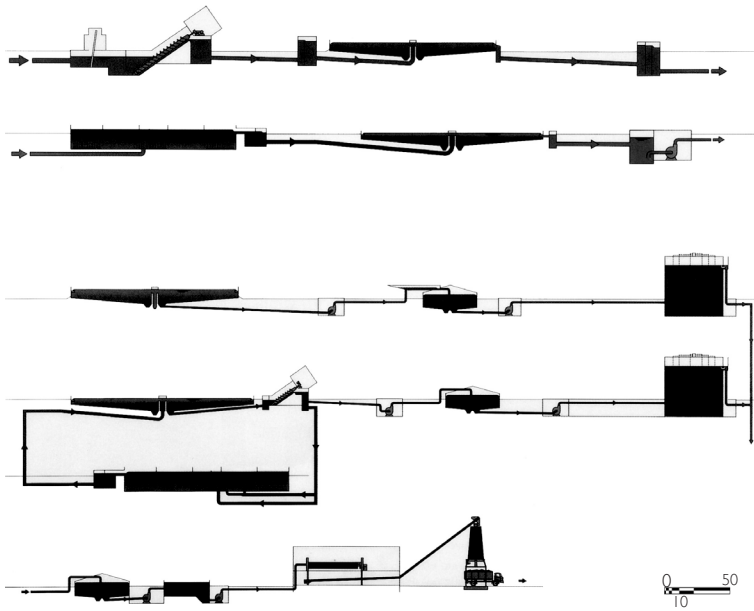
De huidige 'selectie-omgeving'⁶⁵ zoekt naar nieuwe oplossingen binnen het bestaande techniekstelsel. Popper noemt dit "reinforced dogmatism"⁶⁶. In geval van het centrale-, techniek gerelateerde paradigma vindt technologische ontwikkeling plaats op basis van empirische toetsing, en is dus niet eenzijdig theoretisch te noemen. Probleem is de beperkte selectieomgeving. De invloed die bijdraagt aan een bepaalde keuze, de selectieomgeving, wordt niet alleen gevormd door de huidige technieken, maar ook door de eigenlijke technieken zelf. Door deze interactie zijn selectieomgeving en de fysieke technieken aan elkaar gebonden⁶⁷. Vanuit de wetenschap en vrije markt worden steeds vaker oplossingen aangedragen die een duidelijk kleinere schaal van implementatie kennen⁶⁸ [Lettinga, 2001]. Voor dit soort kleinere systemen zijn flexibiliteit en, veelal op natuur gebaseerde technologie eenvoudiger te introduceren⁶⁹.

Net als bij de energie-infrastructuur is sprake van een sterke heteronomie van de sanitatie-infrastructuur en de beherende actoren. Dit geldt vooral voor de afvalwaterstroom⁷⁰ en

is schaalafhankelijk: zowel voor de centrale- als de decentrale systemen. De risico's en gevolgen van disfunctioneren door vermenging van verschillende afvoerstromen bij centrale systemen zijn groot. De voorziening is in principe essentiëler dan bijvoorbeeld de energievoorziening (zie hoofdstuk 5). Bij centrale systemen is het minder eenvoudig om in geval van calamiteiten onderdelen af te koppelen (het probleem te isoleren) om zo het verspreidingsgebied (van het probleem) te verkleinen.

Figuur 6.10

Doorsnede R.W.Z.I. in Amstelveen



⁶³ Een vereenvoudiging van een netwerk, netwerk geometrie of systeem kan minder regels inhouden, wat de flexibiliteit positief beïnvloedt.

⁶⁴ Het paradigma om het centraal te regelen richt zich op het verbeteren van de bestaande trajecten, zoals bijvoorbeeld de behandelingscapaciteit van een zuiveringsinstallatie te vergroten of het optimaliseren van de compostering van organisch afval.

⁶⁵ Zie hoofdstuk 2.2 en hoofdstuk 2.4.3.

⁶⁶ Popper doet deze uitspraak naar aanleiding van zijn analyse van de sociale en psychologie wetenschappen, die zich in een slechts ten dele vergelijkbare situatie bevonden in de periode sinds de jaren '20 van de vorige eeuw, toen theorieën die slechts

minimaal empirisch getoetst waren overheersten [Sierksma, 1988].

⁶⁷ Bij het centraal inzamelen van afvalwater kunnen verschillende aspecten aangeduid worden: burgers moeten betalen voor het zuiveren van afvalwater, voor het verwerken van organisch afval, en men is verplicht om aangesloten te zijn op het centrale rioolstelsel, et cetera

⁶⁸ De optelsom van meerdere kleine systemen leidt niet per definitie tot minder technische infrastructuur, mogelijk wel tot een sterkere structuur. Wel kunnen de systemen beter afgestemd worden op de vraag, en zijn mogelijk flexibeler in gebruik.

⁶⁹ Achtergrond is de constatering dat het merendeel van de natuur in meer of mindere mate gecultiveerde natuur betreft, en dat voor

de oplossing voor milieuproblemen (de feitelijke botsing tussen cultuur en natuur) de band tussen cultuur en natuur niet meer te scheiden is. Oplossingen moeten dus op beide systemen gestoeld zijn: De insteek vanuit 'duurzame ontwikkeling' moet zich meer richten op een volhoudbare instandhouding van natuurlijke- en culturele bronnen en op de gebruiksmogelijkheden voor de mensen [NAWO, 2001].

⁷⁰ Voor de behandeling van vaste afvalstoffen geldt het ook, zij het dat daar door eenvoudiger afscheiding tussen afval en omgeving relatief meer tijd beschikbaar is om het probleem op te lossen. Op termijn zijn de problemen echter van gelijke aard.

6.4.2

(afval)water gerelateerde voor- en nadelen

Zoals blijkt uit de probleemanalyse is zowel bij de toevoer (drink)waterstroom als de af te voeren afvalwaterstroom sprake van een systeem dat centraal georiënteerd is. Verdergaande centralisatie (en industrialisatie, verstedelijking en hogere bebouwingsdichtheid) toont hoe omgegaan is en wordt met de natuurlijke-, zgn. 'grote waterkringloop'. Zichtbare onderdelen hiervan zijn uit de bebouwde leefomgeving verdwenen en daar vervangen door duizenden kilometers buizen en pijpleidingen die onder de grond liggen, de technische infrastructuur. Ook de kleine hydrologische waterkringloop is uit het zicht verdwenen en maar weinig mensen voelen zich er bij betrokken⁷¹. Bovendien heeft naast deze toenemende onachtzaamheid (verspilling), de bevolkingsgroei er toe geleid dat het watergebruik in de afgelopen jaren fors is toegenomen, de omloopsnelheid in de watercyclus is gestegen en de milieu-problemen groter werden.

Voor de geconstateerde schaalvergroting of centralisatie van de afvalwatersystemen worden als voordelen genoemd: de grotere bedrijfszekerheid, continuïteit en beheersbaarheid⁷². Het centrale afvalwatersysteem kent ook nadelen. Van de in hoofdstuk 3.3.2 onderscheiden algemene problemen zijn de volgende specifiek voor centrale systemen:

- disproportionele winning c.q. lozing van effluent,
- onnodige vermenging van de afvalstroomkwaliteiten (end-of-pipe technologie),
- grotere verliezen en verbruiken tijdens de transporten.

Het grootste bezwaar is dat relatief gezien een complexe afvalwaterstroom ontstaat doordat de verschillende waterstromen, met verschillende vervuilingsgraden als geheel vermengd met (kostbaar) drinkwater, in het riool terecht komen. De zuivering van deze relatief complexe afvalwaterstroom is moeilijk. De voor de volksgezondheid risicovolle organismen en stoffen, die aanvankelijk in een klein afvalvolume (feces) geconcentreerd zijn, worden in een groot (afval)watervolume over vaak lange transportafstanden in zeer verdunde vorm afgevoerd en over het milieu verspreid. Een groot volume van relatief minder verontreinigd afvalwater ondergaat nodeloos lange en complexe zuiveringsstappen.

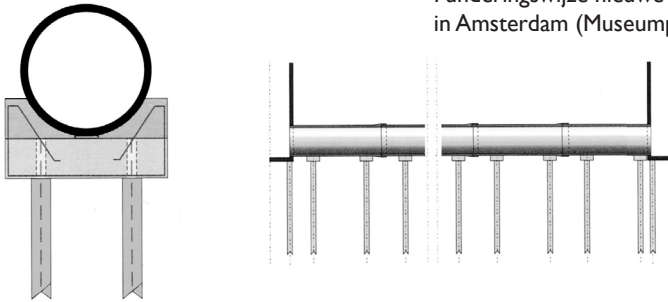
De conventionele mechanisch-biologische centrale behandelingssystemen berusten op sedimentatie ten behoeve van het scheiden van biomassa van het behandelde afvalwater. Het proces van sedimentatie kan niet leiden tot volledig vasthouden van micro-organismen en onttrekken vaste stoffen⁷³. Bovendien is sprake van incomplete verwijdering van de aanwezige biomassa door gravitatie of sedimentatie⁷⁴.

Een nadeel van de aanwezige centrale afvalwaterinfrastructuur is dat (in natte perioden) het op regenpieken gedimensioneerde rioolstelsel tijdens piekbuien de hoeveelheden afvalwater, meer stroomafwaarts, waar de vele aftakkingen samenkomen, niet of onvoldoende kan verwerken. Niet aangepaste gemengde rioolstelsels⁷⁵ lozen bij hevige neerslag via overstorten vervuild regenwater rechtstreeks op het oppervlaktewater⁷⁶. Gescheiden rioolstelsels doen dit bij vrijwel elke neerslag. In beide situaties leidt dit tot eutrofiëring en vervuiling van het oppervlakte water [NWRW, 1989].

Het centrale karakter van de RWZI's en het noodzakelijke transport over lange afstanden impliceert een verbruik van relatief veel grondstoffen, energie [Werner et al., 2004; Leeuwen & Meijer, 1996], en chemicaliën en heeft een hogere bouwstofintensiteit (zie hoofdstuk 4) [WIMEK, 1996]. Ook wordt gebruik gemaakt van een grote hoeveelheid hoogwaardig leidingwater als transportmedium. Het waterbeheer is uit balans⁷⁷.

Figuur 6.11

Funderingswijze nieuwe riolering in Amsterdam (Museumplein)



Nog te weinig komt ter sprake dat het afvalwater (economisch- en ecologisch-) waardevolle nutriënten, zoals kalium (K), stikstof (N) en fosfor (P), bevat. Deze nuttige delen worden door het water getransporteerd en zijn niet eenvoudig terug te winnen. Vermenging leidt tot onbruikbare afvalstof (zuiveringsslib) [Lettinga, 2001]. Het resterende zuiveringsslib is te verontreinigd voor hergebruik. Bij storten en verbranding van dit slib schuiven de problemen door. De over het algemeen goed te gebruiken nutriënten⁷⁸ worden in het sanitatiesysteem niet hergebruikt, zodat we niet kunnen spreken van integraal ketenbeheer⁷⁹.

⁷¹ Naarmate men alleen nog maar de kraan hoeft open te draaien, om schoon water te verkrijgen en vuil water eenvoudig en direct uit het zicht verdwijnt (het zgn. 'flush and forget'), zijn mensen minder zorgvuldig in gebruik.

⁷² Door een enkeling worden ook discutabele voordelen van schaalvergroting genoemd, bijvoorbeeld omdat dit kan leiden tot 'grotere creativiteit, aangezien twee mensen op een afdeling meer weten dan één' [Voorhoeve, 2002].

⁷³ Een ander (groeiend) probleem met bijkomende gezondheidsrisico's komt voort uit het feit dat faeces en andere afscheidingen dragers zijn van hormonen en micro-organismen die resistent zijn voor anti-biotica, en van niet opgenomen anti-biotica bij medische behandeling en vleesproductie. Deze medische residuen en hormonen met een goede polariteit accumuleren in de afvalbehandelingsinstallaties in de gesedimenteerde biomassa, onder hoge dichtheid en gunstige omstandigheden, voor zowel het multipliceren van de resistentie voor anti-biotica als zelfs voor de ontwikkeling van meer-voudige resistenties [Daughton & Ternes, 1999; Dorau & Schönfeld, 2000].

⁷⁴ Om het proces van volledige degradatie van de bacteriën mogelijk te maken is daarom de inzet van bio-membraan technologie noodzakelijk [Dorau, 2000].

⁷⁵ Op dit moment worden op verscheidene plaatsen (ingegegraven en relatief kostbare) bergings-bassins gekoppeld aan overstorten om te voorkomen dat verontreinigd afvalwater geloosd wordt op (relatief) schoon oppervlaktewater. Gezien de hiermee gepaard gaande investeringen geldt dit voornamelijk voor (in absolute aantallen, minder aanwezige) overstorten binnen de bebouwde kom (i.v.m. de meer directe en grotere gezondheidsrisico's).

⁷⁶ Wel aangepaste (gescheiden) rioelstelsels functioneren niet veel beter, vaak zelfs slechter als gevolg van het grote aantal verkeerde verbindingen [Otterpohl, 2000]. Bovendien komt het voor dat een gemeen langere tijd in storting staat en een permanente stroom afvalwater via de nooduitlaat op het afvalwater geloosd wordt [Voorhoeve, 2002].

⁷⁷ Een hoog verbruik van leidingwater en snelle afvoer van regenwater en effluents naar oppervlaktewater heeft negatieve invloed op de waterbalans. Het is bovendien lastig

de emissies van milieubelastende stoffen in water en bodem (zuurstofbindende stoffen bij piekbelasting, zware metalen, organische microverontreinigingen, vermestende stoffen) tegen te gaan [Siemensma, 2000].

⁷⁸ De drie genoemde nutriënten zitten ook in het zuiveringsslib. Dit slib is daardoor toepasbaar als bodemverbeteraar, als compost of meststof, tenzij er zeer vervuilende stoffen zoals zware metalen en huishoudelijke chemicaliën in zitten.

⁷⁹ Dit laatste impliceert een verdere noodzaak tot vroegtijdig scheiden van afvalstromen, om vervuiling buiten de (hoofd)behandelings stroom te kunnen houden, en daarmee 'zuiver' afvalslib te garanderen dat geschikt is voor gebruik als bodemverbeteraar, compost of meststof. Bij de huidige RWZTs is het slib niet meer te benutten. Van hergebruik (re-use) is in de huishoudelijk afvalwaterbehandeling, in tegenstelling tot de industriële afvalwaterbehandeling, nog amper sprake. De discussie hierover is nog maar enkele jaren geleden gestart [Henze et al., 1997]. Zelfs in de Agenda 21 opgesteld in 1992 zijn nog geen paragrafen over het belang van ecologische sanitatie concepten opgenomen.

Een bijkomend nadeel van de bestaande centrale infrastructuur voor het afvalwater is dat de kosten voor de aanleg van een uitgebreid (centraal) rioleringsnetwerk relatief hoog zijn⁸⁰. Vooral de sterke afhankelijkheid van de bebouwing- of inwonersdichtheid en de locatie specifieke kenmerken (zie ook hoofdstuk 5) zijn bepalende factoren.

De gegevens omtrent de kosten variëren. In Nederland bedragen de totale kosten voor centrale waterzuivering rond de €120 per woning [Wiggers, 1991] en €100 per inwoners-equivalent per jaar [Verstraete, 2000]. De zogenaamde vervangingswaarde van het huidige Nederlandse rioolstelsel ligt tussen de 23 en 27 miljard euro.

De investeringen in de infrastructuur bedragen 70 €/i.e.* jaar, ofwel 70% van de totale kosten⁸¹ [Verstraete, 2000].

Een eventuele implementatie van mogelijke alternatieven om de ecologische duurzaamheid te verbeteren, zoals het -nog bediscussieerde- dubbele waternet op centraal schaalniveau, is vrijwel onmogelijk vanwege de hygiëneaspecten en de hoge kosten [Wilderer, 2001].

Los van dit alles speelt dat het (min of meer verplichte) aansluiten van de (laatste) kleine woonkernen en boerderijen in de 'buitengebieden' op de riolering ca. 1 miljard euro kost. Kosten die grotendeels gedragen moeten worden door de (overige) aangesloten huishoudens. Nog weinig wordt in de berekening het energieverbruik van de (afval)waterbehandeling meegenomen. Hoewel de gegevens en meningen variëren⁸², zal zelfs bij effectief en efficiënt opereren van afvalwaterbehandelingsinstallaties, nog steeds een aanzienlijke hoeveelheid elektriciteit verbruikt worden.

Naast deze 'milieubezwaren' is aan het gangbare centrale concept ook een aantal maatschappelijke bezwaren verbonden. Zo is onderhoud en vervanging van rioolstelsels binnen het centrale concept 'kwetsbaar', omdat het in z'n geheel afhankelijk is van het goed functioneren van minder centrale nutsvoorzieningen [WIMEK, 1996].

De geringe betrokkenheid van burgers bij de afval(water)problematiek en een toenemende afhankelijkheid van specialistische kennis werkt bovendien niet stimulerend voor de noodzakelijke verduurzaming.

Het 'exporteren' van de conventionele, in de 'geïndustrialiseerde wereld ontwikkelde, sanitatiesystemen naar landen met waterschaarste en schaarste van andere natuurlijke bronnen, stuit op een dilemma. Enerzijds lijkt het, binnen de beginselen van 'duurzame ontwikkeling', on-ethisch: het versterkt mogelijk een statische, kostbare, door enkele grotere (dominante) actoren beheerste, ontwikkelings- en innovatiemarkt, anderzijds voldoet het juist aan de belangrijkste voorwaarde binnen 'duurzame ontwikkeling', het equity principe.

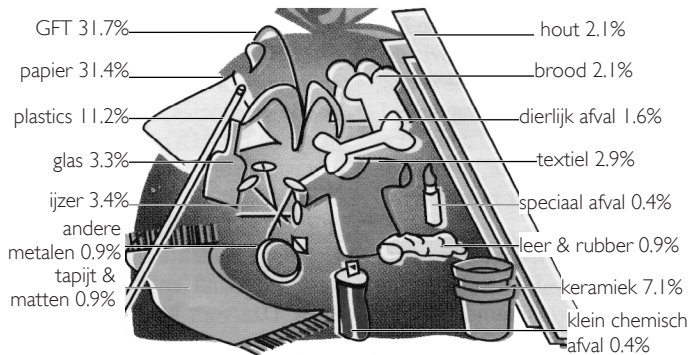
6.4.3

vast afval gerelateerde voor- en nadelen

Bij de (vaste) afvalinzameling is de organisatie van de afvalophaaldienst centraal geregeld. De in Nederland in gang gezette liberalisering versterkt dit proces (zie ook Bijlage V). Oplossingen van de in hoofdstukken 3, 4 en 5 besproken problemen en ontwikkelingen die passen binnen de bestaande technieken, en dus binnen het geldende paradigma, worden door hetzelfde systeem ondersteund. Oplossingen die niet binnen dit techniekstelsel passen ondervinden extra moeilijkheden wanneer ze geïntroduceerd worden. Steeds vaker blijkt dat de introductie van decentrale opwerkings- en verwerkingstechnieken verhinderd wordt door het bestaande techniekstelsel⁸³ [Siemensma, 2000; BVOR, 2005]. In Nederland wordt de grijze vaste afvalstroom⁸⁴ naar afvalverwerkingsinstallaties (AVI)

Figuur 6.12

Gemiddelde inhoud 'vuilniszak' in Nederland (2001)



gebracht, die op de schaal van één of meer gemeenten functioneren. Hier wordt de stroom gescheiden in drie deelstromen die elk op een andere wijze verwerkt worden: een hoog-energetische (of calorische) fractie, een laag-energetische fractie en een papier / plastic / staal / andere metalen fractie⁸⁵. De vuilverbranding gebeurt in Nederland op een centrale schaal. Het wordt beschouwd als de meest kostbare methode van vast afvalbeheer. Om mogelijke luchtverontreiniging te voorkomen, vraagt de afvalverwerking een dure nabehandeling⁸⁶ [White, 1995]. Ook aan het storten van afval kleven bezwaren. Er ontstaat een tekort aan ruimte, en het storten zorgt voor een ongecontroleerde emissie van broeikasgassen, mogelijke bodemvervuiling en het uitlekken van gevaarlijke stoffen naar het grondwater [Farquhar & Rovers, 1973; Hjelmar, 1995]. Een recente ontwikkeling verbiedt vast afval te storten waarin de organische fractie hoger is dan 5%.

Een groot deel van ons afval⁸⁷ is van organische aard (zie Figuur 6.12). Dit organische afval kan door middel van compostering en vergisting 'dicht bij de bron' worden omgezet in biogas (methaan), compost of slib (goede meststoffen).

⁸⁰ Mondiaal gezien worden de jaarlijkse investeringen in de huidige sanitatie (waartoe minder dan de helft van de wereldbevolking toegang heeft) zonder de beheers- en onderhoudsuitgaven op \$30 miljard geschat. Voor 2025 is de prognose \$75 miljard per jaar [Cosgrove, 2000].

⁸¹ De onderhouds- en bedrijfskosten bedragen 22,7 €/ i.e.* jaar en wordt 10 €/ i.e.* jaar gereserveerd voor kapitaal investeringen. Gemiddeld zijn de kosten van het operationele beheer ca. 30% van de totale kosten. De resterende kosten zijn kapitaallasten, die op korte termijn niet structureel te verminderen zijn. Bij een besparing van 10% op de kosten van operationeel beheer daalt het kostendekkende rioolrecht slechts met 3% (een probleem van nagenoeg alle collectieve systemen

[Voorhoeve, 2002].

⁸² In de Verenigde Staten gaat ca. 3% van de totale elektrische consumptie van het land naar de afvalwaterbehandelings installaties [Esrey, 2000].

⁸³ De kosten van het inzamelen en verwerken van gescheiden groen afval, dat momenteel nog volop aftrek vindt bij boeren, worden naar verwachting zo hoog dat de vraag naar 0 zal teruglopen. Dit komt door de nieuwe meststoffenwet (per 2006 van kracht), en door de grotere vraag naar (schoon) brandbaar afval ten behoeve van de afvalverbrandingsinstallaties voor het verkrijgen van 'groene stroom'. Toch is het samen verbranden van gft en 'gewoon' afval voor gemeenten (en daarmee via de afvalstoffenheffing ook voor de burgers) kostbaarder [BVOR, 2005].

⁸⁴ De (al dan niet na afvalscheiding en compostering) overblijvende zogenaamde restafvalstroom wordt wel de 'grijze vaste afvalstroom' genoemd.

⁸⁵ De hoog-energetische fractie wordt naar de vuilverbranding gestuurd, de laag-energetische fractie naar een wasinstallatie, waarna de metalen worden afgescheiden en hergebruikt. De derde fractie ten-slotte (de papier/plastic mix) wordt verder verwerkt door de papier en plastic industrie [Grontmij, 1997].

⁸⁶ Vuilverbranding leidt tot veelal schadelijke bijproducten die gestort moeten worden [Mc Bean, 1995].

⁸⁷ Tweederde van de inhoud van de gemiddelde Nederlandse vuilniszak of vuilnisbak is organisch afval (BVOR, 2005).

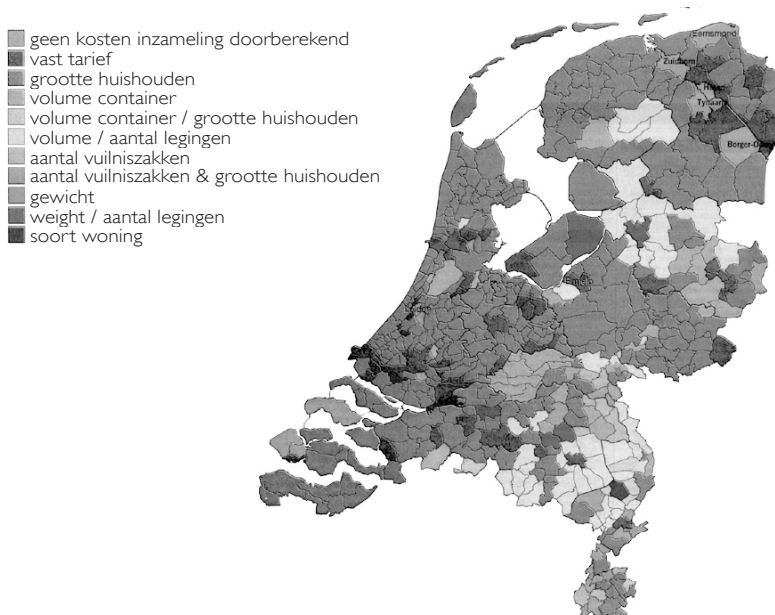
⁸⁸ 'Biogas' ontstaat ook op de

Van energie winnen via de productie van bijvoorbeeld biogas, en door de te transporteren afvalstromen te reduceren, wordt geen, of (te) weinig gebruik gemaakt⁸⁸. Verdergaande investeringen in de opwerking van afval tot brandstof via vergisting in biomassa-fabrieken lijken hun doel⁸⁹ voorbij te schieten.⁹⁰

Een nieuwe methode is de centrale opwerking van plastics, papierresten en aanverwant afvalmateriaal tot brandstof voor energiecentrales en de cement industrie⁹¹. Een interessant neveneffect van deze nieuwe (centrale) opwerkingstechniek is dat het een gescheiden-, decentrale⁹² inzameling voor meerdere (andere) 'grondstoffen' nabij de bron (de veroorzaker) stimuleert. Nu is dit afval nog ongescheiden. Deze effecten ondersteunen de verdere ontwikkeling van centrale inzamelingspunten, op de schaal van wijk of buurt, voor gescheiden afval. Ze functioneren als aanjager voor scheiding van nog meer en andere deelstromen. Flinkte besparingen op verwerking van traditioneel ingezameld ongescheiden afval zijn daarmee te bereiken.

Figuur 6.13

Onderverdeling betaling afvalinzameling (Particulieren)



6.5

Conclusies & Aanleiding Hoofdstuk 7

6.5.1

conclusies hoofdstuk 6

- De huidige centrale technische infrastructuur is sturend voor de invulling van de maatschappelijke doelstellingen en fundamentele behoeften. Dit moet andersom zijn.
- De als gewenst beschouwde differentiatie is bij de huidige centrale samenstelling van netwerken overwegend een complicerende factor, die ecologische duurzaamheid in de weg staat.

- Als gevolg van de liberalisering van de energie- en vaste afvalmarkt, tezamen met de globalisering, is niet slechts sprake van fysieke schaalvergroting, maar ook van structurele schaalvergroting. De afstand tussen (milieu)probleem en oplossing wordt groter en daardoor wordt de oplossing onnodig ingewikkeld en minder voorspelbaar.
- De verschillende interpretaties van de optimum schaal van toepassing van netwerken en systemen is terug te voeren naar het verschil in (politiek) inzicht in de beoogde kwaliteit en kwantiteit van het voorzien in de fundamentele behoeften. Er bestaan dus meerdere optimale schaalniveaus.
- Het schaalniveau is niet van doorslaggevend belang voor de uiteindelijke ecologische duurzaamheid van de huishoudens, maar de wijze waarop de voorziening aansluit op de levensstijl en de directe omgeving, ofwel de sociale- en de bouwkundige inpassing.
- De huidige centrale infrastructuur biedt onvoldoende mogelijkheden voor de voor verduurzaming essentiële aspecten van variabilisatie en het interniseren van gebruikskosten en milieubelasting.
- Het doorbreken van de impasse t.a.v. het beheer van de essentiële infrastructuren is noodzakelijk: een centraal gecontroleerde en beheerde, minimale back-up infrastructuur tezamen met betere mogelijkheden om privaat beheerde autonome subnetten te realiseren is een betere oplossing dan de huidige.
- De gevoelsmatige afhankelijkheid voor eindgebruikers van complexe netwerken en de heteronomie van deze netwerken en beherende actoren is groter geworden. Dit komt duurzaam gedrag niet ten goede.

6.5.2

aanleiding hoofdstuk 7

De in dit hoofdstuk onderzochte ontwikkelingsrichting wordt gekenmerkt door verdergaande schaalvergroting en centralisatie op basis van het principe van de 'economies of scale'. Hierbij kwam meerdere keren de tweede ontwikkelingsrichting naar voren, die op decentralisatie berust en waarbij gestreefd wordt naar kleinere autonome systemen. Ze dient als aanvulling en/of alternatief.

Binnen de diagnosestelling aangaande de (on)mogelijkheden voor het benaderen dan wel bereiken van zelfvoorziening c.q. autonomie en het verder beantwoorden van de tweede achtergrondvraag, moeten de specifieke voor- en nadelen van deze ontwikkelingsrichting besproken worden.

vuilstort, maar laat zich daar moeilijk winnen. Gewoonlijk liggen geen gasleidingen langs een vuilstort en ontsnapt het biogas, wordt afgevakeld of leidt het indirect tot een toename van schadelijke emissies, zonder dat een gebruiksdoel er aan gekoppeld is.

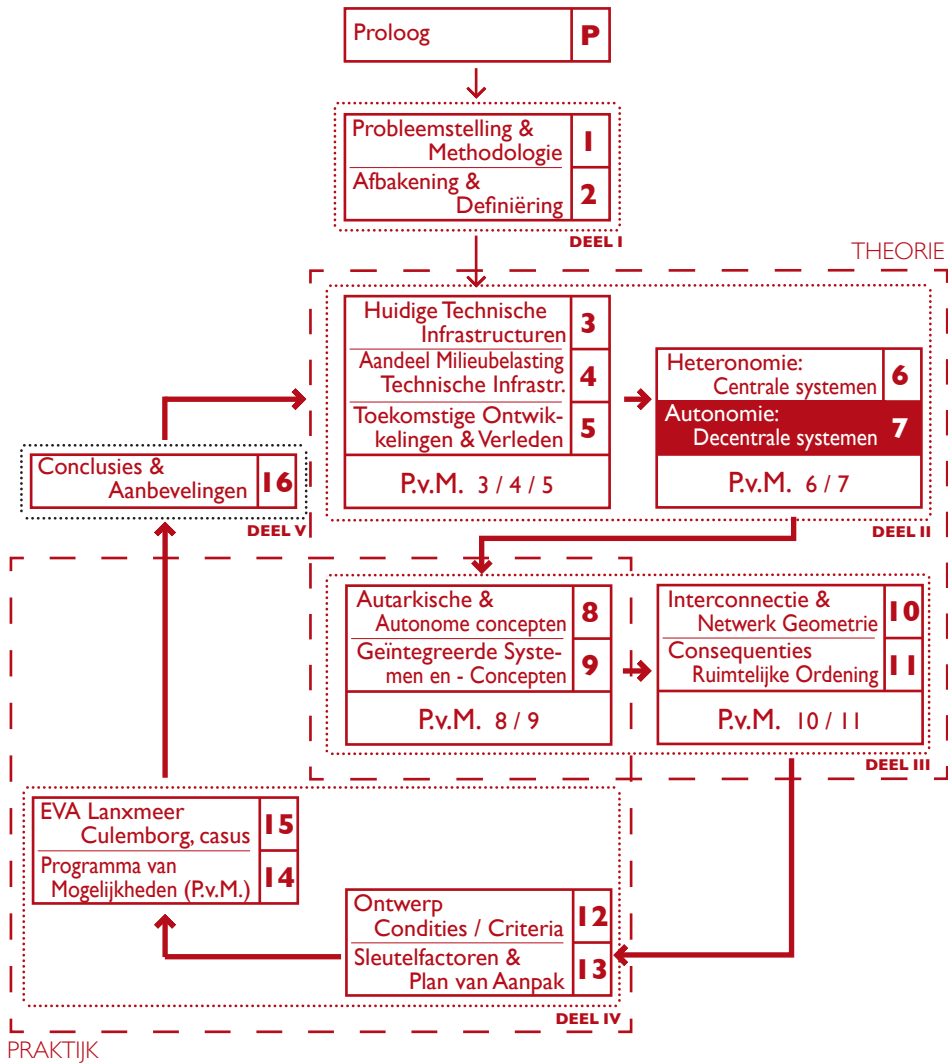
⁸⁹ CO₂ reductie en afvalverwerking.

⁹⁰ Er is in een enkel geval sprake van scheepsloadingen (vers) gekapte en verschepte Canadese bomen die als brandstof dienen voor de installaties [Veen, 2002].

⁹¹ Het gaat om specifiek hoogcalorisch afval dat (relatief) reukloos is, vrij van metalen en aanzienlijk minder uitstoot van kooldioxide

veroorzaakt dan de nu nog veelal gangbare kolen [Veen, 2002].

⁹² Vanuit de huidige afvalketen bezien een decentrale vorm van afvalinzameling. In feite is het een gecentraliseerde vorm van afvalscheiding en -inzameling omdat deze gemeenschappelijk plaats vindt.



Decentrale Technische Infrastructuren en Systemen: Autonomie

7.1

Inleiding

7.2

Afbakening en relevantie decentraal georiënteerde systemen

7.3

Voor- en nadelen decentrale energiesystemen

7.4

Voor- en nadelen decentrale sanitatiesystemen

7.5

Conclusies & Aanleiding Hoofdstuk 8

h7

“Most people like progress,
fewer like changes.”

Boisseleau, 2004

7.1

Inleiding

In de diagnosestelling aan het einde van hoofdstuk 5 zijn twee ontwikkelingspaden onderkend met betrekking tot de ontwikkeling van toekomstige systemen en infrastructuur voor de energie- en sanitatievoorziening. In het voorgaande hoofdstuk is de belangrijkste van de twee besproken; een ontwikkeling volgens de kenmerken van schaalvergroting en centralisatie (het in hoofdstuk 3 als zodanig aangemerkte huidige centralisatie paradigma). Ondermeer is naar voren gekomen dat deze ontwikkeling, volgens het principe van de 'economies of scale', niet in staat is om alleen bepaalde veranderingen¹ in de maatschappij vanuit het milieu bezien optimaal te vervullen.

De noodzaak tot opwekking en verwerking van de essentiële stromen, dan wel van direct hergebruik binnen de gebouwde- c.q. verstedelijkte omgeving (de bebouwde kom) neemt in belang toe. Deze voorzieningen kunnen naast of in aanvulling op de (bestaande) centrale systemen verzorgd worden (zie hoofdstuk 6). In een enkel geval zelfs in plaats van (het aansluiten op) centrale systemen². Decentralisatie van de voorzieningen en bijbehorende infrastructuur, het tweede onderkende ontwikkelingspad, is een oplossingsrichting daarbij die van toenemend belang lijkt.

In dit hoofdstuk wordt tezamen met hoofdstuk 6 de beantwoording van de in hoofdstuk 1.3.2 weergegeven tweede achtergrondvraag (van de vijf achtergrondvragen) afgesloten. Deze achtergrondvraag richt zich op de schaal van toepassing en de mogelijke implicaties daarvan voor verduurzamingsprocessen op de andere schaalniveaus.

Achtergrondvraag II:

Kan het centraal dan wel decentraal oplossen van de essentiële stromen verdere processen van verduurzaming genereren op een hoger schaalniveau? ³

Zoals geanalyseerd in de probleemanalyse leiden de huidige conventionele oplossingsrichtingen en de gangbare ontwikkeling (zoals behandeld in het voorgaande hoofdstuk) onvoldoende tot (kansen voor) verdergaande verduurzaming. Gezien het accent op een alternatieve functievervulling (hoofdstuk 1) vormt dit zevende hoofdstuk dan ook een opstap voor de analyse van bestaande alternatieve concepten die dit tweede ontwikkelingspad in de praktijk brengt.

¹ Achtergrond van deze veranderingen is de verdergaande globalisering, interconnectie en (mondiale) verstedelijking, met als bijkomend kenmerk een verdere stijging van dichtheden. Parallel daaraan speelt de ontwikkeling van de urbanisatie van delen van het platteland, tezamen met een schaalvergroting in het landgebruik (de landbouw), dat zorgt voor een leegloop van andere delen van datzelfde platteland. Deze ontwikkeling betreft een uiterst

complex proces met uitdagingen vanuit maatschappelijk, technologisch, sociaal-economisch en organisatorisch gezichtspunt.

² Steeds vaker klinkt de roep om flexibiliteit van gebouwen, delen van gebouwen of al dan niet stedelijke gebieden en hun infrastructuur.

³ Toelichting bij achtergrondvraag II (ten dele overgenomen uit hoofdstuk 1.3.2): 'Het is van belang te bepalen of de optelsom van meerdere kleine duurzame 'cellen' automatisch

leidt tot een duurzaam systeem, en waaraan moet worden voldaan. Leidt schaalverkleining inderdaad tot een groter 'elastisch vermogen van het ontwerp' en dus een grotere flexibiliteit van de onderdelen en van het geheel, qua realisatie- en gebruiksmogelijkheden?'

7.2

Afbakening en relevantie decentraal georiënteerde systemen

7.2.1

begripsbepaling

Bij de begrippen centralisatie en decentralisatie wordt onderscheid gemaakt tussen bestuurlijke- en technische (de)centralisatie. In feite zijn beide geen kenmerken van een statisch systeem, maar betreft het altijd een verandering van een bestaande situatie. Bij bestuurlijke decentralisatie wordt onderscheid gemaakt naar de aard van de bestuurslichamen. Dit leidt tot onderscheid in territoriale decentralisatie (tussen/door Rijk, provincie, gemeente) en functionele decentralisatie (binnen de gemeente)⁴ [Jong, 1993b].

Technische (de)centralisatie heeft betrekking op (verandering van/in) systemen.

Decentralisatie kan daarbij gedefinieerd worden als het realiseren van systemen op schaal-niveaus dicht bij de voorziening.

Bij technische decentralisatie is bij de verschillende stromen sprake van een verschil in definiëring van (de schaal van) deelclusters, en van 'decentrale' deelnetten en -systemen. Binnen de stromen 'an sich' bestaat vaak onduidelijkheid, bijvoorbeeld over wat wordt verstaan onder decentrale energieopwekkingstechnieken.

Het schaalniveau wordt als decentraal gezien, maar is vaak relatief bepaald. Het hangt af van de techniek⁵ zelf, de context en de plaats van de beschouwer.

Kenmerken waaraan een decentraal systeem moet voldoen, zijn:

- de productie en behandeling van de verschillende stromen vindt dicht bij de gebruiker(s) plaats dan gangbaar is en de opgewekte- dan wel behandelde stromen worden direct (terug)gebracht naar de gebruiker(s)⁶;
- enkele of alle verantwoordelijkheden en bevoegdheden liggen op een lager (dan gemiddeld) beheersniveau, dicht bij de uitvoering⁷.

In het kader van bestuurlijke decentralisatie kan voor het vergaand ondersteunen van het verduurzamen en mogelijk verzelfstandigen van de verschillende (infra)structuren binnen de ruimtelijke ordening, 'de sandwichstrategie' een goede insteek bieden. De 'Sandwichstrategie' van E.V.S.O. (Ecologisch Verantwoorde Stedelijke Ontwikkeling) [Tjallingii, 1996] bouwt voort op de driestappenstrategie binnen het milieubeleid van de Nederlandse overheid⁸ (zie hoofdstuk 1.2.1; Figuur 1.7).

De nadruk ligt op het decentraal initiëren van oplossingen en milieuvriendelijk gedrag.

Deze decentrale initiatieven worden gefaciliteerd vanuit de centrale overheid die top-down via een doelgerichte systeemdynamiek voorwaarden schept⁹ (Figuur 7.1).

Initiatieven op decentraal en centraal niveau vinden hun beslag in gezamenlijke, stedelijke projecten¹⁰, op het niveau tussen burger en de centrale overheid in¹¹.

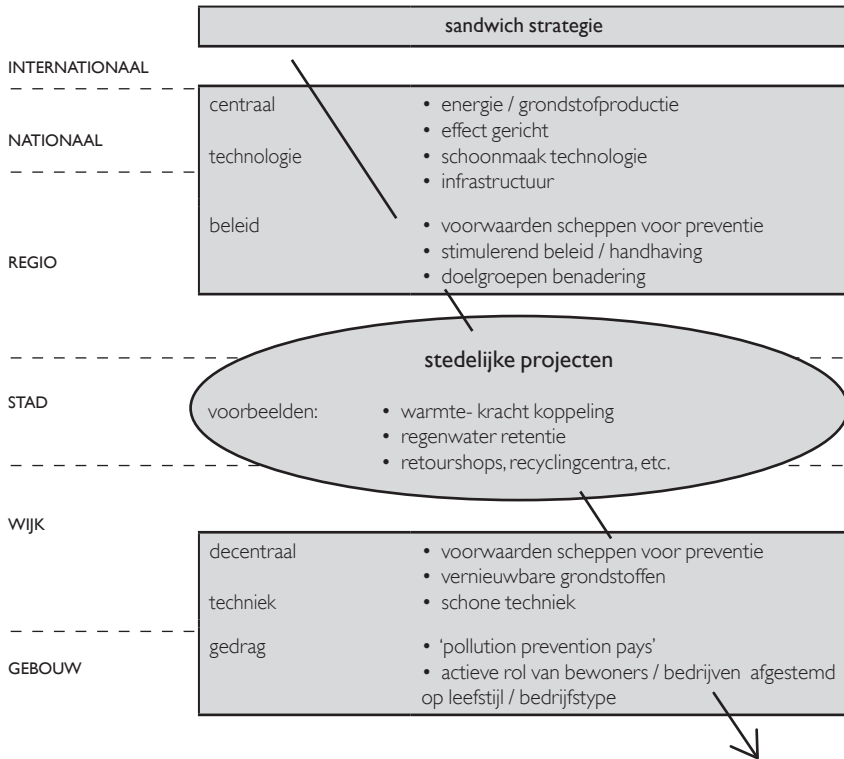
Door middel van een doelgroepenbeleid wordt gezocht naar stimulansen en voorwaarden die passen bij de verschillende gebruikers.

Een veelvoorkomend misverstand is dat kleinschaligheidsideologie een tendens tot collectivisme zou inhouden. Enkele karakteristieke verschillen tussen grootschaligheid en kleinschaligheid duiden op het omgekeerde. (Figuur 7.2)

Zowel de technische- als sociale voordelen moeten worden benut. Als alleen het technische aspect wordt meegenomen terwijl de bewoners niet weten welke bijdrage zij leveren aan

Figuur 7.1

Sandwichstrategie i.r.t. Suprastructuur en Ruimtelijke Planning



een voorziening, is het draagvlak voor dergelijke investeringen snel verdwenen, terwijl men onterecht mogelijkheden tot een daadwerkelijk milieubewuste en volhoudbare voorziening laat liggen als alleen de sociale aspecten worden meegenomen. Bij een goed ontwerp leidt de integratie van beide aspecten tot een wederzijds voordeel.

⁴ Er wordt onderscheid gemaakt tussen autonomie (als 'bevoegdheid tot regeling en bestuur naar eigen inzicht van de eigen aangelegenheden door de organen van het betrokken openbaar lichaam liggen') en medebewind (als 'de regeling en bestuur op vordering van een orgaan van hoger gezag liggen') [Jong et al., 1993b].

⁵ Een gasekstroom wkk.- opwekkings centrale voor een wijk van 2000 woningen wordt vaak decentraal genoemd, omdat er veel grotere opwekkingcentrales zijn, terwijl deze schaal van toepassing voor een PV project als grootschalig wordt gezien.

⁶ Vaak wordt hiervan geen gebruik gemaakt. Bij de elektriciteitsvoor-

ziening is sprake van netkoppeling, waardoor deze technieken eigenlijk als kleinschalige centrale technieken kunnen worden beschouwd.

⁷ Bijvoorbeeld van de zelf opgewekte energie of hergebruik van gezuiverd (eigen) afvalwater.

⁸ Zie ook hoofdstuk 2.2.2.

⁹ Het doelgericht- en door de schalen heen scheppen van technische, economische en organisatorische voorwaarden. Overheids interventies kunnen plaats vinden in de vorm van economische instrumenten zoals: heffingen en belastingen; subsidies, scheppen van nieuwe markten; uitvoeringsprikkels (bijv. boetes, compensatie) [Young, 1999].

¹⁰ Deze initiatieven kunnen vervolgens als kwartiermakers functione-

ren voor de verdere inpassing van de toegepaste innovaties op andere plekken en andere schalen. Door middel van een actief doelgroepenbeleid kan bovendien worden gezocht naar stimulansen en voorwaarden die passen bij verschillende leefstijlen en gebruikers.

¹¹ Er zijn ook nadelen. Een voorbeeld is het milieubeheer als geheel in Nederland, waarvoor de centrale overheid wel een parapluwet heeft opgesteld, maar waarvan de invulling voor een groot deel op provinciaal niveau plaatsvindt. Het gevolg, afzonderlijke wetten en regelingen per provincie, wordt vanuit (met name) de bouw- en infrastructuurpraktijk niet wenselijk geacht [COB, 2003].

Figuur 7.2

Karakteristieken van groot- en kleinschaligheid

grootschalig	kleinschalig
functionele, gedifferentieerde organisatievorm	procesgerichte geïntegreerde organisatievorm
anonieme markt	persoonlijke markt
economie van subsystemen	economie van totale systemen
specialisme	generalisme
collectivisme	individualisme
centralisme	decentralisme

7.2.2

decentrale en lokale energievoorziening

Met decentrale energieopwekking worden meestal systemen bedoeld van een beperkt vermogen (tot 10.000 kW) verspreid over een elektriciteits-, warmte-¹² of gasdistributienetwerk. Nagenoeg alle energieopwekkingssystemen zijn als decentrale variant beschikbaar¹³. De meest gangbare energie uit hernieuwbare bronnen die decentraal worden toegepast zijn zon, wind, omgevingswarmte (warmtepompen, wkk systemen) en biomassa (waaronder biogas). Lokale of autonome energieopwekking kan worden opgevat als een onderdeel van decentrale energieopwekking. Met lokale of autonome energieopwekking wordt bedoeld de opwekking van kleine vermogens tot zo'n 250 kW door / voor individuele huishoudens, clusters of kleine bedrijven¹⁴ [Willes, 2000]. De installaties zijn gesitueerd bij de gebruiker zelf. Juridisch gezien bestaat een (bescheiden) grens vanwaar een systeem als lokaal wordt gedefinieerd. Bij schaalgrootte van maximaal 10 woningen blijven projecten buiten de energierechtelijke regimes [Wortmann et al., 2005]. Voor zowel 'decentrale' als ook 'lokale' energiesystemen speelt de vraag of koppeling aan het centrale elektriciteitsnet gerealiseerd moet worden (zie ook hoofdstuk 6). De koppeling aan het elektriciteitsnet kan uitgangspunt zijn voor een mogelijke opslagsysteemvariant. Strikt genomen is hiervan geen sprake. Bij het volledig autonoom maken van het energiesysteem, en dus de afwezigheid van een dergelijke verbinding met centrale infrastructuur, wordt de lokale opslagvoorziening van elektriciteit¹⁵ dan wel warmte¹⁶ een essentiële systeem- en dimensioneringscomponent.

7.2.3

decentrale en lokale sanitatievoorziening

Met decentrale waterbehandeling worden systemen bedoeld waarbij de behandeling van het water plaatsvindt in of nabij de gebouwde omgeving waar het water gebruikt is [Wilderer, 2001]. Wanneer gesproken wordt over kleinschalige afvalwaterbehandeling kan gedacht worden aan de lokale of zeer kleine schaal, zoals onderdelen van woningen, afzonderlijke woningen of combinaties van een beperkt aantal woningen, en aan grotere vormen van kleine schaal, zoals de zogenaamde 'community on site' en gecombineerde (maar gedecentraliseerde-) afvalwaterbehandeling voor clusters van woningen, individuele flats, woonwijken, dorpen, hotels, campings, et cetera. Gelijk de indeling van de kleinere schalen van de

energiestromen zal de eerste groep worden aangeduid als lokaal systeem. Lokale en decentrale afvalwatersystemen vallen in eerste instantie onder de verantwoordelijkheid van gemeenten. Volgens de Wet Milieubeheer moeten gemeenten rioleren ('zorgplicht') en moeten lozers worden aangesloten op het riool¹⁷. Vanaf 2005 mag huishoudelijk afvalwater niet meer ongezuiverd geloosd worden op het oppervlaktewater¹⁸. Als rioolaanleg niet 'doelmatig' is, kan de gemeente bij de provincie ontheffing vragen, bijvoorbeeld ten behoeve van het creëren van een lokaal of decentraal afvalwatersysteem. Per provincie verschilt het ontheffingsbeleid¹⁹.

Regelmatig wordt de verwachting uitgesproken dat bij decentrale en lokale afval(water)-behandelingssystemen en 'open' behandeling van zwart water in nieuwe woongebieden, al dan niet toegepast met compost toiletten en/of gescheiden inzameling, de risico's voor een verslechterde hygiëne flink toenemen²⁰ [Niemczynowicz, 2001]. Deze veronderstelling vindt zijn oorsprong in de van oudsher traditionele vormen van decentrale afvalwaterbehandeling, en hun relatief minder goed functioneren (ten opzichte van de hedentendage gangbare moderne-, grootschalige waterzuiveringstechnieken). Decentrale en lokale afvalwaterbehandelingssystemen bestaan al geruime tijd, wereldwijd in landelijke gebieden. De 'traditionele' vormen van decentraal zuiveren voldoen in de meeste gevallen niet aan de nu gehanteerde IPP standaard^{21 22}.

¹² Warmtenetten zijn per definitie al snel decentraal te noemen.

¹³ Er bestaat zelfs een decentrale vorm van kernenergie die als kansrijk wordt aangemerkt: de zogenaamde Hoge Temperatuur Gasgekoelde Reactoren. Binnen de definitie van decentraal, die in deze studie wordt gehanteerd wordt deze techniek echter, gezien het vermogen van 25 MW, als centraal aangemerkt (25 MW wordt binnen de kernenergie wereld wel als een laag vermogen gezien).

¹⁴ Hoewel door Willes een grens van 250 kW vermogen wordt genoemd is deze schaalgrootte voor discussie vatbaar. Het hangt af van meerdere factoren, zoals de locatie, de toepassing (woningen, industrie), de toegepaste systemen, en de vraag of het wenselijk is om meerdere energiebronnen of afnemers te koppelen. Deze aan de schaalvraag gerelateerde variabelen (b)lijken dus (nog) belangrijker naarmate een kleiner schaalniveau beschouwd wordt.

¹⁵ In de vorm herlaadbare batterijen, vliegwiel, S.M.E.S. (Superconducting Magnetic Energy Storage), zogenaamd 'Pumped hydro storage', of waterstof.

¹⁶ In gebouwmassa, grond, water of lucht, faseveranderende materialen, of chemische opslagmedia (een reactie van een vaste stof -zoals bijv. zeoliet of Siliciumoxide- met warmte).

¹⁷ De burger moet zorg dragen, dan wel betalen voor de huisaansluiting, tegen een centraal vastgesteld richtbedrag. Een ander aspect dat ook onder de zorgplicht valt, maar nog relatief weinig aandacht krijgt is de (gemeentelijke) verantwoordelijkheid voor de voorbereiding op de bestrijding van (milieu)incidenten in relatie tot de riolering. Het gaat bijv. om gevaarlijke lozingen met gevaar voor het functioneren van de RWZI of voor de kwaliteit van het oppervlaktewater, (dreiging van) explosie en gevaar door breuk in bijvoorbeeld een persleiding [Scholtens, 2002].

¹⁸ Alle 'nieuwe lozingen' sinds 1997 waren reeds vergunningsplichtig.

¹⁹ Zie bijlage XIII.

²⁰ Volgens Niemczynowicz [2001] is hiernaar nog geen gedegen onderzoek gedaan. Bij metingen onder de bewoners van een ecovillage in Zweden genaamd 'Toarp', bij bewoners van een internationaal studentenhuis in Lund (tevens Zweden)

en leraren en scholieren van de 'Östra Torn school' in Lund is geen indicatie voor hogere frequenties van besmettelijke ziekten gevonden in vergelijking met de rest van de populatie. Volgens Niemczynowicz [2001] kan als voorzichtige, wellicht verleidelijke conclusie voor deze toepassingen getrokken worden dat "de algehele hygiëne van mensen belangrijker is voor hun gezondheid dan voor het soort afvalbehandlingssysteem dat ze gebruiken".

²¹ Integrated Product Policy: lage grondstofgebruik, lange termijn technologie, vergevorderde behandelingsvoorzieningen. De IPP-standaard is in 1999 geformuleerd in Weimar door de E.U. ministers van milieu en komt neer op het geleidelijk verbeteren van producten en processen waarbij het beoordelen de gehele levenscyclus (van 'wieg tot graf') centraal staat. Doel is af te stappen van de 'end-of-pipe' technologie en deze te vervangen door een integraal grondstoffen management.

²² Bovendien leiden de (veelal individuele) systemen, zoals latrines en bezinkputten door een continu proces van verstedelijken van de omgeving, tot stijgende verontreiniging van grondwater [Werner, 2000].

7.2.4

uitgangspositie en relevantie decentraal georiënteerde systemen

Sinds eind jaren zestig, begin jaren zeventig is er meer aandacht voor de ontwikkeling van decentrale systemen. Schumacher [1973] stelt in z'n analyse van de "gigatomanie" bijvoorbeeld dat één van de gevolgen van de moderne technologie, vooral voor het transport²³ en communicatiesysteem is, dat het de materialen en mensen "ontwortelt"²⁴.

Door belanghebbende partijen wordt veelal een ongelijke uitgangspositie van decentraal georiënteerde systemen en –technieken ten opzichte van de centrale verondersteld. Naast de in de probleemanalyse besproken dominantie van de huidige actoren en de pad-afhankelijkheid van nieuwe ontwikkelingen, worden als argumenten aangevoerd dat de verplichte aansluitvoorwaarden op de huidige publieke netwerken en de uniformiteit van de aansluittarieven (kortweg de heteronomie), ongeacht de werkelijke kosten, alternatieven buiten spel zet. Om dit tegen te gaan valt te overwegen om onder voorwaarden²⁵ de aansluitverplichting(en) voor bepaalde groepen afnemers en/of producenten af te schaffen. Het is van belang om vroegtijdig de randvoorwaarden voor het uiteindelijk gekozen systeem concept te formuleren. De ontwikkeling van de infrastructuur zelf, de tariefregulering in verhouding tot transportafstand en de toegang tot de verschillende netten kan dan tijdig worden afgestemd op het gekozen systeemconcept, zodat genoemde 'scheve' economische uitgangsposities voorkomen worden.

Een voordeel van decentrale systemen is dat ze, mits goed uitgewerkt, als educatieprincipe kunnen bijdragen aan (begrip voor) veranderingsprocessen. Systemen die vallen binnen decentrale planningsconcepten kunnen leiden tot sterker gedecentraliseerde netwerkstructuren, waarbij onderdelen van de netten relatief autonoom kunnen functioneren. Dit kan flexibele planningsconcepten ondersteunen.

Het principe is niet specifiek een eigenschap van decentrale systemen, maar is goed realiseerbaar binnen decentrale voorzieningen nabij eindgebruikers. Er liggen vooral goede kansen bij herstructureringsopgaven²⁶ [Meijer, 2002a].

Naast bestaande economisch en ideologisch georiënteerde overwegingen, locatie specifieke kenmerken en vereisten, kunnen ook bestaande of nieuwe niches²⁷ de aanleiding zijn voor nieuwe (decentrale-) technologie. Markten die aan het begin van hun ontwikkeling staan kunnen niches creëren²⁸. Volgens Kemp [1998] zorgen niches veelal voor een instrumentarium voor de opzet van een nieuw paradigma of techniekstelsel. De doelstelling van niches is:

- demonstratie van de levensvatbaarheid van nieuwe-, afwijkende technieken²⁹;
- fondsen werven voor financiële ondersteuning van verdere ontwikkeling;
- het opbouwen van maatschappelijke steun voor de technologie;
- het in beweging zetten van interactieve leerprocessen, en
- het maken van een begin aan de benodigde institutionele veranderingen.

Meer specifiek:

- het toegankelijk maken van veranderingen c.q. nieuwe ontwikkelingen in de technologie en het bijbehorende institutionele kader,
- inzicht krijgen in de technische en economische toepasbaarheid en de milieuvoordelen en sociale wenselijkheid van (van de gangbare systemen) afwijkende technologische opties,
- door het inzichtelijk maken van nieuwe technieken, de ontwikkeling van aansluitende

technieken bevorderen en veranderingen in de sociale organisatie stimuleren,

- het creëren van maatschappelijke steun voor een product (van bedrijven, onderzoekers, publieke autoriteiten) waarvan halfbewuste acties onontbeerlijk zijn om een substantiële verschuiving te bewerkstelligen in de onderling verbonden technieken en toepassingen.

Ook de convergentie van infrastructuren kan leiden tot nieuwe mogelijkheden en synergie-effecten, waardoor netten van een kleinere schaal, al dan niet verbonden met de centrale netwerken, zorgen voor verbetering van de algehele duurzaamheid en winstgevend zijn te exploiteren.

Het is mogelijk bewust en opzettelijk een niche te creëren [Kemp, 1998]. Dit wordt 'strategisch niche management' genoemd, wat de geplande ontwikkeling van een tijdelijk beschermende ruimte inhoudt om de technologie toe te passen^{30 31}.

²³ Binnen de 'ver'-thema's komt dit voor materialen neer op 'verspreiding', voor mensen 'vervreemding'. In 1992 werd 75% van de gedolven en geogoste natuurlijke bronnen op de wereld getransporteerd naar 2,5% van het aardoppervlak, waarbij 80% van de natuurlijke bronnen eindigde als afval [Smit, 2000].

²⁴ Nieuwe transport en infrastructuursystemen leiden volgens Schumacher [1973] tezamen met de ontwikkeling van de communicatiesystemen tot een nieuwe dimensie van vrijheid, maar ook tot "een tendens om de vrijheid te vernietigen, door alles uitermate kwetsbaar en onveilig te maken". Den Uyl stelde in een Ikon-programma onder de titel 'Kan het echt niet minder?' dat sprake is van een paradox die te weinig door Schumacher onderkent wordt: "gigantische projecten zijn vaak nodig om ergens anders de opbloei van kleinschaligheid mogelijk te maken" [De kleine Aarde, 1975].

²⁵ Aan (kleine) producenten of grote (industriële) verbruikers kan een sterke mate van eigen verantwoordelijkheid voor de eigen energie- of (afval)waterhuishouding gegeven worden. Voorbeeld is de huidige gang van zaken bij het ophalen en verwerken van overig vast afval. Partijen worden geprikkeld tot innovatieve ideeën [Künneke et al., 2001].

²⁶ Het principe zou omschreven kunnen worden als het decentraal 'injecteren' van een 'achterstands-wijk' of regio via implementatie van water- of milieutechnische decentrale concepten. Het principe van decentraal injecteren om op

een hoger schaalniveau of groter deelgebied effecten te genereren is al wel bekend op andere gebieden, zoals bij het introduceren van cultuur(dragers), transportknooppunten of natuur. Voorbeelden zijn het Centre Pompidu project in Parijs, het Caré d'Art in Nîmes (Fr.), de 'Living Water Garden' in Chengdu (Sichuan, China) en diverse 'transferia' in Frankrijk en Engeland [Timmeren, 1999a; Meijer, 2002a].

²⁷ Niches zijn (in eerste instantie) onbelangrijke aspecten van toepassing. De stoommachine, oorspronkelijk alleen ontwikkeld voor het wegpompen van water uit mijnen is hiervan een voorbeeld [Cooper, 2000]. Een ander voorbeeld is de anaërobe waterzuivering: De eerste anaërobe systemen werden ontwikkeld om menselijk afval te behandelen (septic tank). Door de succesvolle introductie van aërobe systemen werd echter weinig ondernomen om de anaërobe systemen verder te ontwikkelen. Uiteindelijk werden door de industrie niches gecreëerd die de ontwikkeling van de anaërobe systemen bevorderden. In sommige industrieën werden namelijk geconcentreerde afvalwaterstromen geproduceerd. 'Conventionele' systemen zijn ongeschikt om deze stromen te behandelen, zodat anaërobe systemen verder werden ontwikkeld. [Lettinga, 1997].

²⁸ Voorbeelden zijn niches voortkomend uit noodzaak, bijvoorbeeld een lage dichtheid, zoals bij het 'Wilde Wonen', Lichte- en Informele Stedenbouw concepten, Wonen op water, en dergelijke. Maar ook uit idealisme, zoals bij Eco-villages, en autonomie- zoekende concepten,

et cetera.

²⁹ Een voorbeeld is de UV-peroxidetechnologie die toevoeging van chloor tijdens de drinkwaterbereiding kan voorkomen. Deze technologie is afkomstig uit Canada, waar het op kleine schaal in decentrale projecten is toegepast. De techniek was daarbij in eerste instantie te duur voor grootschalig gebruik. Na zes jaar optimaliseren is de techniek in Nederland uiteindelijk wel geschikt gemaakt voor grootschalige drinkwaterzuiveringsinstallaties. Per 2004 krijgen zo'n 200.000 klanten van de 700.000 klanten van PWN Waterleidingbedrijven Noord Holland drinkwater dat op een dergelijke wijze is behandeld. Daarnaast bereiden meerdere andere grootschalige drinkwaterbedrijven implementatie voor (o.a. Rotterdam). De methode is milieutechnisch gezien beter, is veiliger, maar ook een meer effectieve zuiveringsmethode. De combinatie licht en peroxide desinfecteert niet alleen het water goed maar breekt ook alle organische micro-organismen af [Eggink, 2004].

³⁰ Schot [1994] definieert strategisch niche management als volgt: "the creation, development and controlled phase-out of protected spaces for the development and use of promising technologies by means of experimentation, with the aim of (1) learning about the desirability of the new technology and (2) enhancing the further development and the rate of application of the new technology".

³¹ Het verschil met 'pilot projecten' is dat bij strategisch niche management een bescherming rondom de

Niche management kan zowel door overheden als bedrijven of andere actoren worden toegepast. Als een project enige tijd draait in het beschermende milieu, kan het project naar een ander (hoger) niveau gebracht worden. In dit stadium is nog steeds enige bescherming noodzakelijk. Uiteindelijk is het de bedoeling om het zonder bescherming te stellen³². Het vinden van strategie en methode om een succesvolle marktintroductie van innovaties mogelijk te maken is essentieel, zelfs in het geval van strategisch niche management. Een mogelijke ondersteuning ligt in het vernieuwen van de visie op de (economische) waarde van producten en diensten³³.

7.3

Voor- en nadelen decentrale energiesystemen

7.3.1

algemeen

De problematiek van variabilisatie, ofwel een meer precieze toerekening van (netwerk)-kosten aan bepaalde afnemers of transacties kan door introductie van decentrale (deel)systemen worden opgelost. Zoals gebleken in hoofdstuk 6, wordt dit bij (verdergaande) liberalisering steeds belangrijker³⁴, vooral voor werkelijk milieubewust gedrag.

Ook kunnen, binnen bepaalde configuraties, onderdelen van netwerken minder afhankelijk van elkaar worden gemaakt. Decentrale systemen hebben dan een hogere dynamische efficiëntie. Door flexibilisering van de verschillende netten of netwerkcomponenten kan binnen kortere tijdsperiodes geanticipeerd worden op veranderende marktomstandigheden en nemen investeringsrisico's af. Zo kan bijvoorbeeld bij de elektriciteitsnetwerken binnen steeds vaker optredende chaotische marktomstandigheden eenvoudiger worden voorzien in tijdelijke behoeften³⁵.

Een aspect binnen de tendens van verdergaande 'economisering' is, dat decentrale netwerken mogelijkheden bieden om te concurreren bij (of tussen) netwerken³⁶. In het voorgaande hoofdstuk is de vraag naar voren gekomen in hoeverre de nu gehanteerde strikte scheiding tussen netwerkbeheerder en producent (aanbieder) dit tegenwerk en of deze moet worden gehandhaafd³⁷.

Ondanks het genoemde belang van decentrale deernetten en systemen voor volhoudbaar functioneren van de samengestelde complexe netwerken op hogere schaalniveaus, geldt vaak het eerder in dit hoofdstuk genoemde (economische) nadeel van een ongelijke uitgangspositie ten opzichte van conventionele uitbreiding van deze centrale systemen. Als intussen infrastructuur is gerealiseerd zal dit concurrentievoordeel van 'sunk costs' (elders afgeschreven kosten) hebben ten opzichte van kleinschalige, decentrale opwekking³⁸. Ze is immers afgestemd op grootschalige productie- of verwerkingscentrales, waarbij het paradigma voor de egalitaire invulling van de betreffende netwerken geldt.

Daarbij komt dat tot voor enkele jaren energiebedrijven (in Nederland) nog (semi)-overheidsbedrijven waren en daarmee een monopolie positie hadden in een bepaald gebied. Zij bepaalden welke investeringen wel en niet gedaan werden. Een belangrijke stap in Nederland in 1989 naar een open energiemarkt is het scheiden van elektriciteitsopwekking en distributie, en het verplicht stellen van een standaardvergoeding voor zelfopwekkers³⁹ [Verbong et al., 2001]. Voor de bouwwereld was het grootste voordeel, dat duidelijk werd wie het aanspreekpunt was in dat gebied en bij alles wat afweek van standaard de energiebedrijven alle tijd om hadden (gratis) advies te geven [Arets, 2004]. Tegelijkertijd was er de ontwikkeling van relatief veel en grote (vinex) wijken⁴⁰. In een vroeg stadium, als nog veel

onbekend is, moet besloten worden welke systemen worden aangelegd die vanuit duurzame ontwikkeling gezien optimaal zouden zijn. Vinex wijken hebben het voordeel dat ze de vereiste grootte hebben om bepaalde (gewenste) technieken aan te leggen⁴¹. Mede hierom waren bijvoorbeeld energiebedrijven geïnteresseerd in grote locaties, en uit de praktijk blijkt dat men weinig moeite doet voor projecten onder een bepaalde grootte (zeg 500 woningequivalenten, 50.000 m² b.v.o. kantoorruimte) [Arets, 2004]. De tijd is echter veranderd. Er zijn steeds minder grote projecten en de weinige die er zijn worden in delen opgeleverd, waarbij het vaak ook nog onduidelijk is hoe latere delen moeten worden ontwikkeld⁴².

nieuwe technologie wordt gebouwd, waardoor de technologie zich kan ontwikkelen van prototype naar een reëel toepasbare technologie.

³² Een voorbeeld binnen het Europese perspectief is in Nederland de inzet van WarmteKracht-koppeling, waarvan de Energieraad stelt dat deze niet weggeconcurrerd moet worden door imperfecties van de in opbouw zijnde markt³² [AER, 2001].

³³ Dit wordt ook wel omschreven als de 'Eco-efficient Services' -strategie [Meijkamp, 2000]. Binnen de huidige 'service economie' zouden producten en diensten slechts als instrumenten beschouwd moeten worden om datgene te produceren waaraan mensen behoefte hebben. Eén van de potentiële voordelen is dat er een sterkere nadruk komt te liggen op systeemgerichte optimalisaties, in plaats van louter product- of procesgerichte maatregelen [Meijkamp, 2000].

³⁴ Hoe kleiner het netwerk, hoe eerder het mogelijk is om kosten en baten direct aan gedragingen van marktpartijen te relateren [Künneke et al., 2001].

³⁵ Künneke [et al., 2001] geeft twee voorbeelden: de Californische energiecrisis en de (mogelijk) tijdelijke vraag in enkele (bedrijfs) ontwikkelingsgebieden die zich sterk specialiseren op een deelmarkt die op lange termijn nog niet zeker is. Als voorbeeld noemt Künneke de vestiging van vele IT bedrijven in Amsterdam z.o. ten tijde van de IT-hausse, met als gevolg dat enorme investeringen in de netwerken nodig waren. Enkele jaren later bleek slechts een deel van de bedrijven de neergang van de IT mondiaal overleefd te hebben, zodat nu sprake is van overcapaciteit ter plekke.

³⁶ Het geldt vooral voor de energienetwerken. Een vergelijking met de telecom sector gaat op. Binnen bepaalde regio's zou (op termijn) de concurrentie kunnen plaats vinden tussen energienetwerken (bijv. gas, warmte en elektriciteit), tussen gelijksoortige netwerken (bijv. elektriciteitsnetten) en tussen netten en zelfvoorziening. Men beschouwd bestaande netwerken meestal als natuurlijke monopolies, waarbij concurrentie tussen verschillende gelijksoortige netten onwenselijk is. [Künneke et al., 2001].

³⁷ In 2004/2005 is besloten dat de Nederlandse energiebedrijven opgesplitst moeten worden in een stroomproducent en een netwerkbeheerder. De energiebedrijven bestrijden de genomen maatregel. Voornaamste argumenten zijn dat dit ten koste gaat van de prijsvoordelen voor de consument en dat het niet scheiden voorkomt dat (alleen) netwerkbedrijven met investeringsrisico's worden geconfronteerd en dat langdurige regulering van netwerken door behoudende keuzes, gebaseerd op beperkte risico-analyses, tot structurele marktverstoringen leidt [Künneke et al., 2001]. Er is bij de energienetwerken een discrepantie tussen de termijn waarop de markt werkt en de levenscyclus van netwerkinvesteringen [Plug et al., 2002].

³⁸ De exploitatie van kleinschalige netten die geheel of gedeeltelijk onafhankelijk van de publieke netten kunnen functioneren, zonder dat afbreuk gedaan wordt aan de betrouwbaarheid en voorzieningszekerheid is reeds ontwikkeld, maar heeft onder de bestaande voorwaarden te weinig mogelijkheden om zich als alternatief of als concurrent van de publieke netten te ontwikkelen.

³⁹ In Europa is het beleidsklimaat

dat de overheid verdere privatisering nastreeft om uiteindelijk een vrije Europese markt voor energie te creëren. Per 1 juli 2001 is de markt voor 'groene' energie vrijgegeven en sinds 2004 kan elke consument uit verschillende energiemaatschappijen kiezen.

⁴⁰ In de aanleg van bijvoorbeeld een energienet voor 1000 tot 10.000 woningen kon relatief veel tijd (advies, meedenken/praten) in gestoken worden. Gevolg was dat (energie)bedrijven zich (tot voor kort) minder graag bezig houden met kleinschalige projecten (10 tot 50 woningen), waar decentrale technieken relatief grotere kansen hebben [Arets, 2004].

⁴¹ De grotere projecten leenden zich beter voor veel van de (duurzame) technologie, die dan ook bij voorkeur gerealiseerd werd. Zo is het alleen op grotere schaal financieel interessant om een warmtenet aan te leggen met restwarmte uit vuilverbranding of stoom/tapwarmte uit elektriciteitscentrales. Ook het realiseren van een warmtekrachtcentrale en het grotere warmtepompsysteem vereist relatief grote investeringen in het net. In de vinex is gekozen voor een 'bundelingsbeleid' [Jong et al., 1993b]. Vinex wijken hebben de vereiste grootte om rendabel te kunnen investeren, en er is duidelijkheid over de uiteindelijke energievraag [Arets, 2004; Kerssemakers, 2003].

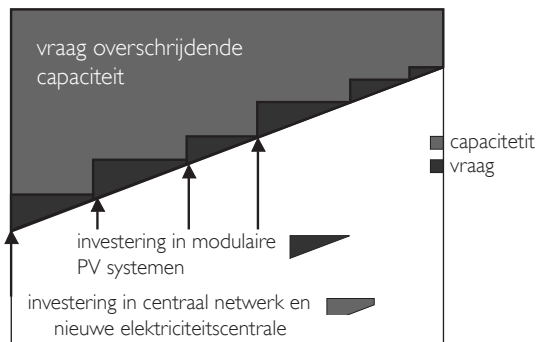
⁴² Een voorbeeld is een project in Amsterdam [Arets, 2004]: het eerste deel van een grote wijk is ontwikkeld met warmtelevering van AVI Amsterdam. Om de bouwkosten van het net (en daarmee de investeringskosten) zo laag mogelijk te houden moet worden besloten of een kleinere wijk ook warmtelevering krijgt, en zo ja wat de te verwachte warm-

De energiebedrijven zijn inmiddels geprivatiseerd. Dit leidt tot een veranderde houding⁴³. Energiebedrijven zijn geen voorstander voor het realiseren van decentrale systemen, omdat zij de verplichting krijgen zorg te dragen voor voldoende back-up vermogen als er iets mis gaat, en de kosten voor herstel zelf moeten dragen⁴⁴.

De positieve effecten van liberalisatie voor decentrale systemen zijn ondermeer gebleken in het Verenigd Koninkrijk, waar al langer sprake is van een geliberaliseerde energiemarkt. De vanaf het begin aanwezige monopoliepositie van de energiesector had vrijwel altijd tot gevolg dat investeringen werden gedaan in grote (centrale) energiecentrales. Door de constante groei van de energievraag en de zekerheid van een afzetmarkt werden de risico's van grote investeringen beperkt [Cassedy, 1998; URBED, 2003]. Het openen van de energiemarkt heeft gevolgen voor de grootte van investeringen die gedaan worden door energieleveranciers. De onzekerheid van een afzetmarkt door concurrentie en verdergaande technische ontwikkeling maken kleinere investeringen populair⁴⁵ ⁴⁶. In een vrije markt geldt voor centrale systemen het risico dat door meer concurrentie, grote in het verleden gedane investeringen verloren kunnen gaan door overcapaciteit en lagere prijzen. Een punt van aandacht blijft of een zekere energievoorziening kan worden gegarandeerd⁴⁷.

Figuur 7.3

Vergelijking investeringen in centrale infrastructuur en in energieopwekking / modulaire PV systemen



Een vrije energiemarkt geeft consumenten de keuze uit meerdere distributiebedrijven. De consument kan met een distributiebedrijf een contract sluiten⁴⁸. Bij een vrije markt is klantenbinding zeer belangrijk. Investeringen in decentrale energieopwekking uit hernieuwbare bronnen bij de gebruiker spelen een belangrijke rol (Figuur 7.3) [Edinger & Kaul, 2000]. Consumenten kunnen zelf ook energieproducent worden⁴⁹. Ofschoon er voordelen zijn in een vrije markt voor kleine modulaire hernieuwbare energietechnieken, werkt de vrije markt voorsnog remmend op de introductie ervan. Dit komt vooral door de relatief hoge aanschaffkosten en daarmee de lange terugverdientijd van de meeste decentrale technieken en systemen.

7.3.2

specifieke voor- en nadelen

Het principe van de 'economies of scale' speelt een belangrijke rol bij de verschillende energiesystemen⁵⁰. Reden daarvoor is dat grote systemen goedkoper en efficiënter zijn dan kleine systemen. Bij thermische energiesystemen is bijvoorbeeld, door de grotere afmetingen, de thermische efficiëntie van een installatie groter⁵¹. Het effect van schaalvergroting door

diverse technologische ontwikkelingen is de laatste 50 jaar afgenomen. Dit komt omdat verbeteringen in energie-omzettingstechnieken relatief meer invloed hebben gehad op kleinschalige energie opwekking dan op grootschalige systemen. Verder hebben automatisering en communicatietechnologie er voor gezorgd dat veel kleine systemen met minder of geen mensen kunnen functioneren [Willis & Scott, 2000].

Naast deze verbeterde omstandigheden binnen de fysieke schaal-economie is bij kleinschalige systemen sneller sprake van positieve effecten vanuit de financiële schaal-economie: door meerdere units van het zelfde type te maken en/of te installeren, zorgt massaproductie voor kostenverlaging zodat investeringen⁵² gedeeld kunnen worden opgevangen.

De voordelen van decentrale opwekking hebben verder betrekking op de mogelijkheid tot besparing van energie en kosten op transport en distributie. De nadelen hebben vooral te maken met minder voordeel als gevolg van vraagnivellering. Toch blijkt uit onderzoek dat de effecten van vraagnivellering (over een etmaal bezien) al vanaf ca. 20 tot 100 woningen afdoende plaats vindt [Kersemakers, 2003; Willis & Scott, 2000] (Figuur 7.4).

Voordelen voor het energiebedrijf, in vergelijking met de traditionele manier van capaciteitsuitbreiding zijn, het niet (direct) hoeven investeren in nieuwe installaties en substations, het niet hoeven uitbreiden van het bestaande elektriciteitsnet en mogelijk te behalen reducties van transmissieverliezen [Edinger & Kaul, 2000]. Het opwekken van de energie dichtbij de gebruiker kent niet alleen energetisch voordelen.

Hernieuwbare energiebronnen zoals zon en wind hebben een relatief lage energiedichtheid

tevraag is. In overleg met gemeente, ontwikkelaar en aannemer wordt afgesproken dat in de toekomstige woonwijk een bepaald formaat woningen wordt ontwikkeld. Inmiddels, anderhalve jaar verder, besluit de gemeente samen met de ontwikkelaar dat er grotere woningen komen met een veel grotere warmtevraag. Het net blijkt dan niet toereikend te zijn voor het benodigde vermogenstransport. Gevolg is dat forse wijzingen noodzakelijk zijn. Dit leidt tot veel getouwtrek: het energiebedrijf heeft reeds grote investeringen gedaan (een deel daarvan wordt met een eenmalig bedrag per woning afge-lost, de rest wordt over een periode van 15 tot 30 jaar terugverdiend in de exploitatie).

⁴³ Hoewel men in de bouwwereld de energiebedrijven nog steeds ziet als gratis adviesgroep, is bij de energiebedrijven intern steeds meer druk gekomen (alle) uren vergoed te krijgen. Argument is, naast de grotere nadruk op winstgevendheid bij gelijktijdige verbeterde marktpositie-nering, dat andere adviseurs, zoals installatie adviseurs ook betaald worden [Arets, 2004].

⁴⁴ Bij de andere essentiële netwerken (drinkwater, afvalwater, afval) speelt dit laatste in zekere mate ook.

Al is hier, op de (vaste)afvalmarkt na, nog geen geliberaliseerde markt. Er wordt al wel gespeculeerd over (gedeeltelijke) privatisering van (met name) de afvalwaterbehandeling.

⁴⁵ Een voordeel van kleinschalige opwekking is een geleidelijke inbreng op de energiemarkt. Het energieaanbod groeit (in geleidelijkheid) met de vraag mee. De korte constructietijd van kleinschalige energieopwekking zorgt ervoor dat het energieaanbod beter stuurbaar is en meer op de lokale vraag toegespitst.

⁴⁶ De modulaire opbouw van technieken zoals pv en windturbines sluit hier goed op aan. Opwekking met meerdere (kleinere) energieinstallaties kan bijdragen aan de betrouwbaarheid van het aanbod, aangezien de kans dat een groot aantal installaties tegelijk uitvallen kleiner is dan dat één grote installatie uitvalt. [Edinger & Kaul, 2000].

⁴⁷ Bedrijven kunnen bijvoorbeeld door mismanagement niet in staat zijn te leveren. De gevolgen voor een energieleverancier blijven vaak beperkt tot een verminderde winst; er is immers nog een vraag waar aan voldaan had kunnen worden. Voor de consument kunnen de gevolgen

veel groter zijn bij het uitvallen van de energievoorziening als productieprocessen stil komen te liggen.

⁴⁸ Bijvoorbeeld een systeem waarbij de leverancier de kosten betaalt voor een bij de consument geplaatst pv paneel.

⁴⁹ Een goede regeling voor het terugleveren van elektriciteit is vereist. Een andere vereiste is een goede monitoring (en regeling); met de moderne elektronica en computers goed te leveren. Als iedereen energie zou leveren aan het elektriciteitsnet is er zonder coördinatie kans op overbelasting.

⁵⁰ Het principe gaat op voor alle essentiële stromen (zie hoofdstuk 6).

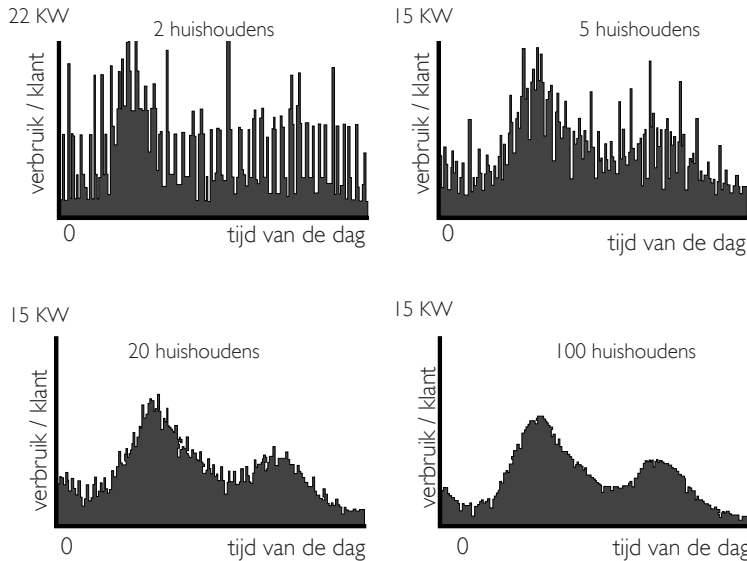
⁵¹ Dit geldt vooral voor thermische centrales, waar het oppervlak in verhouding geringer wordt t.o.v. de inhoud naarmate de afmetingen toenemen. Bij hernieuwbare energiebronnen zoals windturbines of pv cellen speelt deze fysische schaal-economie minder dan bij boiler-technologie.

⁵² Bijvoorbeeld in het geval van de energie stroom: isolatie en DC-AC inverters, transformatoren die DC (Direct Current, ofwel gelijkstroom) omzetten naar AC (Alternating Current, ofwel wisselstroom).

waardoor ze een groot grondoppervlak nodig hebben en relatief ‘aanwezig’ zijn (esthetische vervuiling). Om te voorkomen dat de grondkosten voor deze vorm van energieopwekking uit de hand lopen is dubbel grondgebruik aangewezen. Door de ruimte op woningen te gebruiken voor energieopwekking kunnen functies en kosten gecombineerd worden^{53 54}.

Figuur 7.4

Dagelijkse vraagcurves voor 2, 5, 20 en 100 huishoudens, Verenigde Staten



Een ander aspect is de betrouwbaarheid. Het bestaande elektriciteitsnet levert een hoeveelheid elektriciteit voor een bepaalde prijs en garantie van levering (betrouwbaarheid). Voor sommige toepassingen is de betrouwbaarheid van het elektriciteitsaanbod niet zo belangrijk, maar is een lage prijs van veel meer waarde, zoals bij verwarmingsapparatuur⁵⁵. Voor andere toepassingen is de betrouwbaarheid weer een eerste vereiste en is de prijs ondergeschikt⁵⁶. Het bestaande (centrale) elektriciteitsysteem laat weinig keuze, omdat de mogelijkheden tot etikettering beperkt zijn. Decentrale opwekkingssystemen kunnen naar de specificaties van de gebruiker geoptimaliseerd worden, zodat decentrale opwekking op beide aspecten, lage prijs en een mindere betrouwbaarheid, of hoge prijs en een betere betrouwbaarheid, in het voordeel is ten opzichte van centrale opwekking [Willis & Scott, 2000].

7.4

Voor- en nadelen decentrale sanitatiesystemen

7.4.1

algemeen

Naast de voorkeurvulgorde voor de verwerking van de gehele⁵⁷ afvalstroom volgens de ‘ladder van Lansink’ en de ‘ladder van Delft’ (zie hoofdstuk 3.3.1; Figuur 3.12) is het beheer van de sanitatiestromen, als onderdeel, in eerste instantie gekenmerkt door de driestappen aanpak, ook wel de aanpak volgens de drie R’s genoemd: ‘Reduce - Reuse - Recycle’ [Kujawa-Roeveld, 2001].

Het reduceren van de (afval)stroom is behandeld in het voorgaande hoofdstuk (sturing). Bij de andere twee aspecten is een vroegtijdige opsplitsing naar kwaliteit van doorslaggevend belang. Dit maakt het noodzakelijk om, voor het kunnen onderscheiden van de in aanmerking komende systemen en technologie, de sanitatiestroom op te delen in deelstromen. Evenals de definiëring van sanitatie komt dit in eerste instantie neer op afvalwater en vast (organisch) afval, waarna deze worden onderverdeeld naar kwaliteit⁵⁸.

Verschillende technieken voor behandeling van afvalwater en organisch vast afval komen in aanmerking voor toepassing in kleinschalige sanitatieconcepten⁵⁹. Lang niet iedere methode is even geschikt voor eenzelfde type afval of afvalwater. De aard en samenstelling, de hoeveelheden van de afvalstromen op een locatie en de mogelijkheden en beperkingen van de behandelingsmethode bepalen de systeemkeuze.

Problemen bij deze bestaande veelal primitieve en/of 'low-tech' decentrale afvalwater behandelingsystemen zijn de lage kwaliteit van het effluent, de slechte werking van de systemen als geheel en de moeilijke supervisie en controle door de autoriteiten. Vrijwel iedere lokatie is daarbij uniek, en vraagt eigen-, specifieke oplossingen.

Er zijn in het laatste decennium van de 20^e eeuw veel nieuwe decentrale afvalwater behandelingsystemen ontwikkeld. Deze systemen hebben de volgende (overeenkomende) kenmerken:

1. integratie van water, afvalwater en afval management systemen⁶⁰ [Wilderer, 2001];
2. gescheiden inzameling en behandeling van verschillende categorieën van afvalstromen verzameld in het behandelingsgebied (huis, gebouw, nederzetting, fabriek, industrieterrein) [Wilderer, 2001];
3. herwinning van nuttige substanties voor verder, meestal direct gebruik (compost, biogas, mest, et cetera) gebaseerd op het concept 'industriële ecologie' [Jelinski, 1992; Raha, 1999].

De verschillen tussen de diverse hedendaagse decentrale (afval)water behandelingsystemen hebben vooral betrekking op:

1. gescheiden inzameling van de belangrijkste soorten huishoudwater (zie bijlage X);

⁵³ Zonnepanelen zijn nuttig als (optimaal) gebruik wordt gemaakt van de nu 'ongebruikte' daken. Andere milieugerelateerde concepten, zoals geïntegreerde afvalwaterzuivering op het dak of in de gevel en toename van daktuincultuur, kunnen hierdoor gehinderd worden.

⁵⁴ Een nog niet aangetoond, mogelijk bijkomend voordeel is de positieve uitstraling die de integratie van energieopwekking en gebouwen kan hebben op een verhoging van het milieubewustzijn van mensen door de zichtbaarheid. Energieopwekking wordt daarmee een beeldbepalend onderdeel van het ontwerp.

⁵⁵ Verwarmingsapparatuur verbruikt relatief veel energie maar een storing

van enkele minuten is niet merkbaar.

⁵⁶ Een voorbeeld is de stroomvoorziening van computers bij netwerk providers. Een korte stroomstoring kan er voor zorgen dat een groot gebied zonder internet komt te zitten. Vanwege de hiermee gepaard gaande hoge kosten hebben veel internetproviders zelf een korte termijnopslagsysteem geïnstalleerd om de elektriciteitsvoorziening te waarborgen.

⁵⁷ Organisch en anorganisch.

⁵⁸ Zie Bijlage X.

⁵⁹ De nieuwe (decentrale) sanitatie concepten kunnen een relevante oplossing vormen voor afgelegen gebieden (waar de verbinding met een centraal netwerk noch tech-

nisch- noch economisch aantrekkelijk is), bij snel groeiende buitengebieden in ontwikkelende landen, in gebieden met waterschaarste, en in gebieden waar nutriënten- en waterrecycling voor 'duurzame ontwikkeling' lokaal opgelost wil worden [Fröhlich, 2003].

⁶⁰ Door de integratie van water en afvalwater management systemen op een lokale schaal kan flink bespaard worden op (drink)water toevoer, wat een positieve uitstraling heeft naar de waterwinning (grondwater, oppervlaktewater reservoirs) en een hogere grondwaterstand mogelijk maakt. Dit heeft weer een positieve uitwerking op de ongemoeide groei van (aanwezige) groen.

2. al dan niet meenemen van op daken en wegen verzameld regenwater⁶¹;
3. maatwerk technologie (afgestemde technologie) toegepast ter behandeling van de verschillende afvalwatersoorten⁷
4. herinductie in de materiaalkringloop van de (gezuiverde) residuen na behandeling ('reuse') [Wilderer, 2001];
5. de schaal van toepassing, variërend van eengezinshuizen en appartementencomplexen tot industrieterreinen en woonwijken.

Op decentraal niveau zijn vele waterzuiveringsmethoden te onderscheiden. Deze worden onder de noemer IBA geplaatst. De afvalwaterbehandelingen zijn op te delen volgens meerdere specificaties. Zo worden ze ingedeeld in autonome- en geïntegreerde systemen. Systemen die autonoom werken maken geen of minimaal gebruik van de eigenschappen van de omgeving waarin het systeem geplaatst is. Ook wordt wel gesproken van biologische systemen (als 'low-tech' systemen aangeduid) versus compact systemen, zoals de biorotor⁶² [Schaminee, 1999]. De indeling volgt de aanwezigheid van technologie, dan wel noodzaak (of niet) van (een aanzienlijk deel) bewegende of watergeleidende voorzieningen⁶³. Het zuiveringsrendement is voor beide systeemgroepen ongeveer gelijk, terwijl het milieurendement door een lagere energievraag bij de biologische systemen gunstiger is⁶⁴. Deze systemen zijn bij het maken van systeemkeuzes te prefereren. Wel geldt de voorwaarde van het beschikbaar zijn van voldoende ruimte.

De schaal van toepassing is afhankelijk van de bepaalde optimale grootte van het systeem zelf⁶⁵. Bij de geïntegreerde systemen zal voor het optimaal functioneren gebruik gemaakt worden van de eigenschappen van de (directe) omgeving, en hoeven deze niet meer expliciet als apart systeem herkenbaar te zijn⁶⁶. Een volledige vervlechting van functies hoeft per definitie niet voordelig te zijn, aangezien de levensduur van de verschillende onderdelen of elementen kan verschillen. Bovendien kan integratie de noodzakelijke flexibiliteit in de weg staan.

7.4.2

specifieke voor- en nadelen decentrale afvalwaterbehandeling

De relatief kleinere schaal van toepassing en dus gemakkelijk scheiden naar verschillende kwaliteit dicht bij de bron geldt als technische voordeel voor decentrale sanitatiesystemen⁶⁷. Het bijkomende nadeel van meer leidingen blijft tot de directe schaal(omgeving) beperkt. Hergebruik van (deel)stromen wordt eenvoudiger, en de systemen zijn relatief eenvoudig te implementeren. Voordeel is ook dat een uitgebreide (centrale) infrastructuur (qua lengte en grootte) voorkomen wordt. Wel is sprake van schaal aspecten met betrekking tot materiaalgebruik en doorstroomefficiëntie⁶⁸. Holländer [2000] stelt dat conventionele (centrale) systemen relatief gemakkelijker veranderende effluenten, qua kwaliteit en kwantiteit, kunnen verwerken dan al dan niet gekoppelde decentrale sanitatiesystemen⁶⁹.

De problemen die de huidige decentrale behandelingstechnieken nog ondervinden hangen nauw samen met de inconsistentie van de samenstelling van de stromen en het variëren van het volume en de vaste delen van de stroom⁷⁰. Een actueel probleem is het gebruik van chemicaliën en farmaceutische stoffen die accumuleren in het gerecycleerde water en mogelijk (via irrigatietoepassingen) in de voedselketen terecht komen⁷¹ [Wilderer, 2001; Wiggers, 1990].

Secundaire, gebruikaspecten zoals de controle op lekkages, dienen niet uit het oog verloren te worden. Periodieke controle en onderhoud en een strikte scheiding van grijswater en drinkwatersystemen is noodzakelijk⁷². Door de relatieve geringe penetratiegraad van de systemen is het nog steeds noodzakelijk dat de huidige decentrale technieken over een langere periode gemonitord worden en dat inzet in meer dichtbevolkte gebieden apart beoordeeld wordt⁷³.

⁶¹ Volgens Otterpohl [2000] is een consequentie van decentrale afvalwater behandelingssystemen bij de bron, dat oplossingen aangedragen moeten worden voor het verwerken (infiltreren) van regenwater.

⁶² De Biorotor is een ronddraaiende trommel die voor de helft onder water staat en gevuld is met speciaal materiaal waaraan bacteriën zich hechten om het water te zuiveren. Het systeem neemt in verhouding minder ruimte in beslag.

⁶³ Ook de meeste biologische systemen hebben enige regeling nodig, zoals een pomp die zorgt voor de bevoeiing.

⁶⁴ De energievraag is voor biologische systemen een factor 30 tot 100 lager dan voor compacte systemen. Door de afwezigheid van, dan wel in aantal sterk gereduceerde bewegende delen is ook de storingsgevoeligheid van low-tech systemen geringer. De kosten van een biologisch systeem, zoals een helofytenfilter, zijn relatief hoog in vergelijking met de aanschaf van een compact systeem. Daar staat tegenover dat het onderhoud van een filter beperkt is [Van Hall Instituut, s.d.].

⁶⁵ Overblijvende randvoorwaarden voor dit soort systemen zijn het aantal inwonersequivalenten afvalwater, de samenstelling van het afval en de optimale reactietemperatuur.

⁶⁶ Het is onduidelijk of meer op technologie beruste zuiveringssystemen (de zogenaamde compacte systemen) dan wel de biologische systemen (of low-tech systemen) het meest gewaardeerd zal worden door bewoners. Meer op technologie gebaseerde systemen die uit het zicht worden opgelost, zoals het actief slib systeem, worden geacht de gebruikers een vertrouwder gevoel te geven doordat het als (positieve) technologie wordt ervaren. Daar

staat tegenover dat de betrokkenheid bij de eigen bijdrage aan het afvalwater weer hoger verwacht wordt bij zichtbaar zuiveren [Schaminee, 1999].

⁶⁷ Dit exergetische principe biedt mogelijkheid tot cascadering en optimale afstemming van kwaliteit van een bepaalde 'stroom' (aanbod) op de vraag. De afvalwaterstromen kunnen bijvoorbeeld vanaf het begin beter gescheiden worden op de toegespitste verwerkingsmethode en –technologie. Gevolg is dat de verwerkingsmethoden efficiënter en relatief milieuvriendelijker zijn [Siemensma, 2000]. De energievoorziening is meer toe te spitsen op kwaliteit van levering, in combinatie met een transitie van product naar dienst (verwarming, koeling, etcetera).

⁶⁸ Wat neerkomt op een vermindering van (technische) infrastructuur op de hogere schaalniveaus, maar een stijging van infrastructuur op de schaal dichter bij de oplossing. Voor de leidingen geldt dat de doorstromings-capaciteit in relatie tot de diameter (en dus tot het materiaalgebruik) bij elke verdubbeling van de diameter meer dan verdubbeld ($(d/2)^2 \pi$). De relatieve kosten van de optelsom van meerdere decentrale deelsystemen, met bijbehorende technische infrastructuur in verhouding tot één of meer centrale systemen is daarmee een kritische factor. Vraag nu is in hoeverre, of onder welke omstandigheden, de optelsom van deze meerdere (onder)delen, zijnde decentrale systemen, minder milieudruk inhoudt dan die van één of meer centrale systemen. De beantwoording van deze vraag is sterk lokatie afhankelijk.

⁶⁹ Dit komt door het karakter van deze conventionele systemen: men- gen van alle afvalstromen en overdimensionering i.t.t. de decentrale

'op maat' ontworpen systemen die leiden tot een geringere flexibiliteit om direct veranderde effluënten te verwerken, terwijl een raamwerk van meerdere decentrale systemen sneller aan te passen is door invoeging van nieuwe componenten of capaciteiten.

⁷⁰ De technieken voor bijvoorbeeld het verwerken ervan tot biogas op kleinere schaal zijn nog onvoldoende doorontwikkeld.

⁷¹ Bij centrale RWZI's zijn de medicijnresten, hormonen en andere schadelijke stoffen door verdunning meestal tot dusdanig lage waarden afgenomen, dat behandeling voor specifiek die stoffen niet realistisch blijkt, en het effluent, inclusief de resten, op het oppervlaktewater gestort wordt. Bij decentrale behandeling zijn door de veel lagere graad van verdunning, helemaal als zwart en grijs water onderling gescheiden blijven, medicijnresten etc in veel hogere concentraties aanwezig, en is het afvloeien van het effluent naar het oppervlaktewater niet mogelijk. Er zijn wel studies gedaan naar het oplossen van dit probleem. Dit heeft ondermeer geleid tot de toepassing van dubbele tank bij de opslag van urine, waarbij de urine telkens tenminste een half jaar opgeslagen blijft in één van de twee tanks terwijl uit de andere tank (die een dergelijke periode van opslag achter de rug heeft) het residu met nutriënten uitgereden kan worden. Meer recent is de introductie van een 'affinity membraan' (met name t.b.v. de verwijdering van oestrogenen) [Mes, 2005].

⁷² De risico's van ongewenste kwaliteitsvermenging bij 'zelfklussen' worden bij dit soort dubbele systemen groter [Park, 2002].

⁷³ Ook de verdere monitoring en mogelijk aanpassing van appendages, zoals (af)wasmachines, is nog onvoldoende onderzocht.

De bijkomende kosten voor onderhoud, reparatie of vervanging van de infrastructuur van decentrale systemen zullen op termijn naar verwachting lager zijn in verband met de snellere lokalisering [Siemensma, 2000]. Een belangrijk milieuaspect is daarmee verbeterd: de duur van lekkages en de mate van vernielingen c.q. openbreken van bovengrondse infrastructuur is geringer (in grootte en tijd) en minder vaak noodzakelijk.

Een veelvoorkomend nadeel van specifiek decentrale sanitatie systemen is de moeilijke organisatie- en uitvoering van het onderhoud, de exploitatie en controle van meerdere, veelal verschillende en op afstand van elkaar gelegen systemen. Vooral de controle van het zuiveringsrendement is van belang⁷⁴. Dit leidt tot hogere beheer- en operatiekosten en vaak ook hogere investeringskosten (het principe van de schaaconomie gaat door de beperkte toepassing nog nauwelijks op). Natuurlijke technologie is bovendien gevoeliger in gebruik, is daglicht afhankelijk, heeft daarom een groot grondoppervlak nodig, en is relatief 'aanwezig'. Dit relatief groter grondgebruik kan opgevangen worden via bestaande groen- en watergebieden, zoals helofytenfilters als onderdeel van het wijkgroen. Omdat steeds minder beschikbare, grond (-of daglicht) gerelateerde ruimte voor handen is zal verder optimaliseren van daglicht- en grondgebruik van de daarvan afhankelijke technologie onderzocht moeten worden.

De overgang van centrale naar decentrale systemen kan procedurele problemen geven. De zuiveringssystemen worden dichter bij, of midden in de gebouwde omgeving gesitueerd, hetgeen allerlei consequenties heeft voor gebruiker, beheerder en controlerende instanties. De meeste decentrale sanitatietechnieken kennen, net als de centrale systemen, het probleem van (te veel) geproduceerd slib. Vaak kan dit niet ter plekke worden opgewerkt tot energie en grondverbeteraar. Enerzijds komt dit voort uit het gebrek aan ruimte, anderzijds aan de mogelijke hinder die optreedt⁷⁵. Bovendien geldt dat als het slib al kan worden opgewerkt, ter plekke vaak weinig vraag naar deze grondverbeteraar bestaat. Volgens Otterpohl [2000] zullen efficiënte decentrale sanitatieconcepten grotendeels ontwikkeld moeten worden samen met milieubewuste landbouw- en energieconcepten om een direct hergebruik (nabij de bron) van water, energie en nutriënten⁷⁶ mogelijk te maken⁷⁷. De fundamentele eerste stap is de onderkenning en opsplitsing van de karakteristieken (kwaliteiten) van de verschillende componenten van huishoudelijk afvalwater en (organisch) afval⁷⁸. De toepassing van decentrale afvalwaterbehandelingssystemen kan leiden tot een hoge mate van zelfvoorziening en daarmee tot een mindere afhankelijkheid van dure specialismen, specialisten en soms van de centrale (energie)voorziening⁷⁹ [Lettinga, 2002].

In dichtbevolkte gebieden gaan de veelal geclaimde infrastructurele voordelen (minder transportinfrastructuur) van decentrale systemen minder of in het geheel niet meer op. Door de vroegtijdige opsplitsing van afvalwaterstromen worden de verschillende deelstromen bovendien gevoeliger voor afwijkende stoffen. Het bewustzijn, de betrokkenheid en juiste kennis van de gebruikers wordt daarmee van nog groter belang. Een decentraal systeem is niet geheel 'vrijblijvend' (of in het geheel niet vrijblijvend) voor de er aangekoppelde gebruikers⁸⁰. Een snelle detectie van foutief gebruik heeft daarom prioriteit. De deelstroom huishoudelijk afvalwater suggereert al het gebruik van water als transport ondersteunend middel. Het sluit, binnen een dergelijke opdeling, op composteringssystemen gebaseerde toiletsystemen uit. Deze vallen dan feitelijk binnen de groep 'organisch vaste afval' verwerking.

7.4.3

specifieke voor- en nadelen decentrale vaste afvalverwerking en -inzameling

De belangrijkste strategie voor het managen van de afvalstroom is reductie van de afvalproductie, het recyclen, en als uiteindelijk niet anders meer kan, het verbranden en storten. Ten aanzien van het zogenaamde vaste afval kan de reductie en het (directe) hergebruik van afval vooral door de productontwikkelaars en fabrikanten positief beïnvloed worden. Ook de gebruiker kan door een bewuste koop- en consumeer leefwijze meewerken. Het scheppen van voorwaarden voor het zo vroegtijdig mogelijk scheiden van de verschillende afval deelfracties kan als belangrijkste bouwkundige maatregel gezien worden. Dit zou dan in eerste instantie in de woning of op de werkplek moeten plaatsvinden, vervolgens in de buurt of de wijk en de stad of regio. Op stadswijk- of stadsniveau zijn ‘kringloopwinkels’ bijvoorbeeld het beste in te passen⁸¹.

Afval is minder compact dan ten tijde van zijn oorsprong [Hanford, 2002]. Het kan inert zijn of gevaarlijk, zoals biologisch actief of radioactief, afhankelijk van de bron en eerdere verwerkingshistorie. Bij het verwerken van afval is het goed te beseffen dat zelfs bij volledig gesloten systemen⁸² destructieprocessen, om het volume te reduceren en voor het opwaarderen en/of vrijmaken dan wel vrijmaken van reststoffen, door bijvoorbeeld oxidatie, andere hulpmiddelen worden verbruikt en geproduceerd⁸³.

Onderscheid maken tussen organisch en anorganisch afval is nodig (zie bijlage X). Onder bepaalde voorwaarden is het relatief eenvoudig om het organische afval, ca. tweederde van

⁷⁴ Hiervoor kan veelal bij de leverancier en in sommige gevallen bij de gemeente een onderhoudscontract worden afgesloten.

⁷⁵ Tot op zekere hoogte spelen de verschillende aspecten van hinder ook bij het incidentele afvoeren van resterend slib vanuit het decentrale systeem naar elders, ten behoeve van verdere behandeling c.q. opwerking.

⁷⁶ De restproducten van zwart water (compost en urine bij urine-scheidend toilet, of sludge na behandeling in anaerobe vergisting) kunnen als kunstmest gebruikt worden [Werner, 2000].

⁷⁷ Als voordelen van ‘urban agriculture’ worden genoemd [Viljoen, 1998; Roaf, 2004]: Milieutechnisch: CO₂ reductie, mogelijkheid van ecologische corridors en ‘eilanden’ binnen de gebouwde omgeving, toepassingsmogelijkheden voor gecomposteerd organisch afval nabij gebruikers. Sociaal: mogelijke ondersteuning van lokale economieën, aanknopingspunten voor sociale

inpassings- en integratieprojecten, educatie en recreatie nabij de woningen.

⁷⁸ Zwart water kan als deelstroom uitstekend gebruikt worden voor de winning van biogas, eventueel omgezet in elektriciteit. Urine kan door de hoge gehalten stikstof en fosfor goed gebruikt worden voor bemestingstoepassingen. Keuken afval (slurrie) kan vanwege het hoge gehalte aan organisch afval goed omgezet worden in compost en biogas. Grijs water kan als deelstroom eenvoudig afgebroken worden vanwege het lage gehalte niet-organische componenten. Het kan vervolgens voor lagere doeleinden, als zogenaamd huishoudwater toegepast worden (toiletspoelwater, besproeiingswater, et cetera).

⁷⁹ Dit speelt bij de anaërobe systemen, waarbij het door de vorming van biogas de enige (decentrale) zuiveringstechniek is die energie oplevert in plaats van kost.

⁸⁰ Decentrale systemen in bestaande

stedelijke structuren vereisen dat de (aanwezige) bewoners hun levensstijl (zo nodig) aanpassen: een duidelijk definieerbaar gebied of een hechte gemeenschap is snel een voorwaarde. In bestaande stedelijke gebieden kan de veelheid aan levensstijlen, het grote aantal mutaties en het gebrek aan controle een probleem vormen voor de introductie van kleinschalige, gemeenschappelijke systemen.

⁸¹ Ze vallen onder de groep oplossingen die een minimale inspanning vergen van de bewoners ten aanzien van het milieu, en het principe ‘baat het niet dan schaadt het niet’. Door het ‘goede gedrag’ vervolgens zichtbaar te maken, ondersteund door bijvoorbeeld een eigen vormgeving kan het een educatieve waarde krijgen: ‘goed doen, doet goed volgen’.

⁸² Binnen een zogenaamd microklimaat dat geen uitwisseling kent met de omgeving (biosfeer).

⁸³ Een oxidatieproces verbruikt zuurstof en produceert koolstofdioxide en andere gassen.

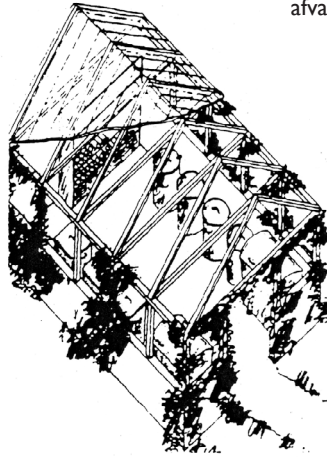
de totale huishoudelijke afvalstroom, nabij de gebruikers c.q. veroorzakers te verwerken en recyclen. Het anorganische deel van het afval veroorzaakt meer problemen. Het bestaat uit deelstoffen die (al dan niet in combinatie), door hun hoeveelheid, concentratie, fysieke-, chemische- en/of besmettelijke karakter, problemen voor de gezondheid of het leefmilieu kunnen veroorzaken (ziekte, onomkeerbare processen, etc.).

Het verwerken van de organische afvalfractie kan aëroob of anaëroob plaats vinden. Het aërobe verwerken wordt composteren genoemd⁸⁴. Naast de aërobe wijze van verteren van organisch afval is het mogelijk dat dit anaëroob gebeurt⁸⁵.

Voor composteringsprocessen bestaan, afhankelijk van de schaal van het composterings-systeem en de (verwachte) samenstelling van het influent, verschillende concepten en tijdsruimtes. Het composttoilet⁸⁶, de bekende vorm van droogtoilet⁸⁷, is gebaseerd op het principe van compostering.

Figuur 7.5

Wijkgebouw / -kas als 'Abfall Hof' t.b.v. inzameling afval deelfracties, Hannover-Nordstadt, Duitsland



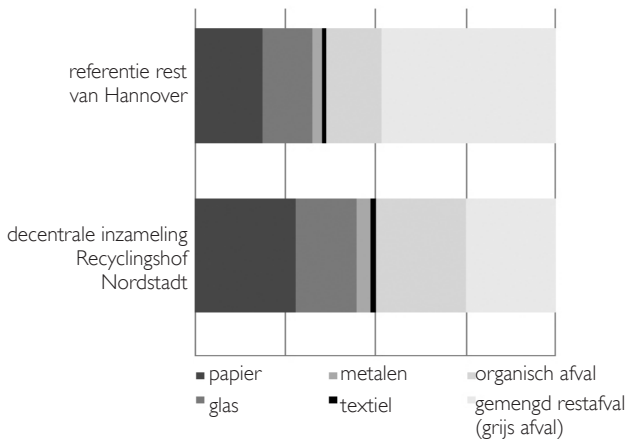
De schaal en efficiëntie van afvalscheiding ten behoeve van recyclen kunnen door het scheppen van ruimtelijke condities door de lokale autoriteiten, de aanwezige voorzieningen en de bebouwingstypologie worden bevorderd. Uit onderzoek in Frankrijk [Jeunesse, 2000] bleek dat 75% van de mensen in (half) vrijstaande huizen tegenover slechts 46% van flatbewoners hun glas gescheiden inleverden⁸⁸. Zoals eerder aangegeven is het eenvoudig om organisch afval nabij de veroorzakers te composteren. Een pilot-programma in de Bellport (New York, V.S.) toonde aan dat de restafvalstroom gereduceerd kon worden met 30% als aan huis gecomposteerd wordt [Cooley et al., 1999].

In woonwijken met een hogere dichtheid is aan huis composteren vaak problematisch. Te denken valt aan gezamenlijk (decentraal) composteren. Naar deze optie is nog weinig onderzoek verricht, maar de verwachting is dat het in de meest optimale implementatie een gelijkwaardige reductie van zo'n 30% van het restafval kan genereren [Kujawa-Roeveld, 2001]. In de Duitse wijk Hannover-Nordstadt is wel een project gerealiseerd in een gebied met een relatief hoge dichtheid⁸⁹. Het afval wordt hier gescheiden ingezameld in een glazen kas, een zogenoemd 'Abfall Hof' [Figuur 7.5] [Stadtplanungsamt Hanover, 1990].

In dit 'afvalhof' wordt naast de gescheiden inzameling van de gangbare stromen (glas, papier, kleding, schoeisel, metaal) het organische afval van het anorganische afval gescheiden ingezameld en (de)centraal gecomposteerd. De restafvalstroom wordt (seizoensafhankelijk) gereduceerd met 35% à 50% van het oorspronkelijke volume⁹⁰ (Figuur 7.6).

Figuur 7.6

Ingezamelde deelstromen, Hannover (gemiddeld) en Recyclingshof Nordstadt



In de Duitse stad Bremen is dit principe van buurt- of wijkgerelateerde afvalhoven in combinatie met centrale stadsverdeel- c.q. verzamelstations veranderd in een meer gecentraliseerde organisatie⁹¹, die bestaat uit vijf (de)centrale 'Recycling-Höfe' in verschillende delen van de stad [Bremen, 1990].

⁸⁴ Het composteren berust op het verteren van bio-afval bij aanwezigheid van voldoende nutriënten, vocht, zuurstof, bacteriën en schimmels. Het eindproduct wordt gestabiliseerde compost of humus genoemd (het organisch materiaal wordt omgezet in water en kool-dioxide). Verschillende factoren hebben invloed op het composte-ringsproces: temperatuur, vocht-gehalte en koolstof/stikstof ratio. Elke organische structuur heeft een koolstof-stikstof ratio (C:N) van tussen de 500:1 voor zaagsel tot 15:1 voor houtsnippers. De ideale C:N verhouding van de mix van bio-afval voor een snelle compostering ligt zo rond de 30:1 terwijl een hogere verhouding van 50:1 desgewenst tot een langzame compostering leidt [Kujawa-Roeleveld, 2001].

⁸⁵ Het verteren vindt in een gesloten vat bij een bepaalde temperatuur plaats en er wordt methaan (CH₄), koolstofdioxide (CO₂) en biomassa uitgescheiden. De biogas opwekking bestaat voor 55% uit CH₄ en voor 45% uit CO₂. Het toevoegen van papier zorgt voor een hogere biogas opbrengst, en gaat het gevaar voor verzuren tegen.

⁸⁶ Een composttoilet bestaat uit een of meerdere composteerruimtes. Een voorbeeld van een meercompartiment systeem is de 'compact composteur' van de 12 Ambachten. Het eerste compartiment, ofwel de opvangruimte onder 'de bril' dient voor de directe opvang van de uitwerpselen. In dit compartiment vindt ook de eerste compostering plaats. Een tweede compartiment is de ruimte waar dit materiaal terecht komt na het keren van het toilet. Hier is de narijping van de compost. Dit keren van het toilet moet tweemaal per jaar gebeuren. Het zorgt er voor dat voldoende zuurstof beschikbaar komt in de composteerruimte en is daarmee randvoorwaarde voor een goed werkend relatief klein (1xb; 1,8 m x 0.9m) toilet [Schaminiée, 1999].

⁸⁷ Door implementatie van droogtoiletten wordt in combinatie met decentrale zuivering van grijs afvalwater een jaarlijkse rioolheffing voorkomen en kan per persoon zo'n 13.6 m³ (drink)water per jaar bespaard worden.

⁸⁸ Gelijkwaardige verschillen zijn aangetoond ten aanzien van het effect van inkomen, leeftijd, scho-

ling en het (milieu)bewustzijn. Het scheiden van een afval fractie leidde veelal tot het scheiden van meerdere afvalfracties [Kujawa-Roeleveld, 2001].

⁸⁹ Het project staat in een wijk met een dichtheid van 80 woningen/hectare en bestaat uit 47 woningen verdeeld over vier woongebouwen, met daarnaast nog een kinderdagverblijf (45 kinderen) en 2 winkels.

⁹⁰ De overige gescheiden ingezamelde afvalstromen worden verwerkt in het Recyclingshof Nordstadt dat functioneert als centraal verdeel-/verzamelstation voor het stadsdeel.

⁹¹ Het centrale doel van de stad Bremen bij de introductie van deze (de)centrale inzameling was een maatschappelijke heroriëntering van afvalverwijdering naar afvalbeheer. Vanaf het begin werd geaccepteerd dat het project door ondermeer het vele voorlichtingswerk niet winstgevend kan zijn. De nadruk lag in eerste instantie 'slechts' op het gescheiden inzamelen van glas, papier organisch en overblijvend afval.

In het eerste ‘Recycling-Hof’ Findorff is veel onderzoek verricht naar nieuwe methoden van gescheiden afvalinzameling, de integratie ervan, de aanpasbaarheid van gebruikers aan (ver)nieuw(de) afval inzamelingswijzen, afval sortering, en logistieke optimalisatie. Er bestaan wel zogenaamde harde, fysieke, technische infrastructuren voor de afvalinzameling en –verwerking, maar dit soort afvalverwerkingsystemen op basis van afvalafzuiging hebben in de meeste situaties relatief grote nadelen. In Nederland zijn ze bovendien nog nauwelijks toegepast. Een belangrijk nadeel van de systemen op basis van (vaste) afvalafzuiging is het (relatief) hoge energiegebruik voor het vacuüm zuigen van het stelsel. Onder optimale omstandigheden is het systeem ongeveer twee keer zo duur als de (traditionele) inzameling met behulp van bijvoorbeeld minicontainers aan de straat. Wel zijn de onderhouds- en exploitatiekosten lager⁹².

Deze afvalverwerkingsystemen op basis van afvalafzuiging zijn weinig flexibel⁹³ en verbeteren niet de kwaliteit van afvalscheiding [CE Delft, 2001]. Juist in wijken met hoge dichtheden, waar een centraal afzuigstelsel het meest efficiënt kan zijn, behoort de bestaande afvalscheiding nu vaak tot de slechtste.

In een pilotproject in Heidelberg (Duitsland) werd allerlei, niet geëigend afval weggegooid⁹⁴. Het achtereenvolgens leegzuigen van oud papier en gft hapert doordat delen van deze afvalstromen verkleven aan de buisbinnenkant. Ook voor harde afvalfracties, zoals glas, dat de buizen teveel beschadigt, is het systeem minder geschikt⁹⁵.

Een andere ontwikkeling is de ondergrondse inzameling zonder een centraal vacuüm afzuiginfrastructuur. De bewoners ontvangen een huisvuilpas waarmee ze toegang krijgen tot een aangewezen (stort)zuil. Het aantal stortpunten of -zuilen mag niet te klein zijn. Voordeel is dat verschillende bewoners ‘samen’ een ‘eigen zuil’ krijgen, wat het individueel en gemeenschappelijk verantwoordelijkheidsgevoel vergroot [Berens, 2002]. Elk ondergronds inzamelpunt is via een telefoonverbinding ‘on-line’ verbonden met een centraal verwerkingsorgaan en geeft ‘zelf’ aan, door middel van sensoren, wanneer ‘geleegd’ moet worden. Onderzoek [RUG, 2002] toont aan dat de voornaamste voordelen voor de gebruikers grotere flexibiliteit en comfort zijn,⁹⁶ terwijl voor de verwerkers een verdere optimalisering van de inzameling te behalen is⁹⁷.

7.5

Conclusies & Aanleiding Hoofdstuk 8

7.5.1

conclusies hoofdstuk 7

- Het toevoegen van decentrale georiënteerde systemen vergroot de flexibiliteit, ofwel de dynamische efficiëntie van netwerken.
- Decentrale systemen bieden betere mogelijkheden dan centrale systemen voor optimale uitvoering van de door de Nederlandse overheid gehanteerde driestappen strategie voor milieubewust energiebeheer en daarmee duurzame ontwikkeling.
- De voordelen van de zgn. ‘sunk costs’ bij de bestaande centrale infrastructuren moeten anders worden verrekend en andere verborgen kosten, zoals milieukosten moeten ook meegenomen worden bij het maken van de afweging tussen centrale en decentrale voorziening. Alleen als beide gebeurt hebben decentrale alternatieven een economische kans van slagen.

- Decentrale oplossingen zijn in staat niches te creëren. Voor een reële kans van een verbeterde verduurzaming van de energie- en sanitiestroom is het noodzakelijk deze oplossingen via strategisch nichemanagement te beschermen.
- Indien decentrale systemen worden toegepast, moeten deze worden geïntegreerd met andere bouwkundige- en natuurlijke voorzieningen en functies.
- Onderhoud, exploitatie en controle, zijn tezamen met back-up voorzieningen en het opvangen van stroom volumevariaties de belangrijkste verbeterpunten voor kansrijke implementatie van decentrale energie en sanitatie systemen.
- Efficiënte decentrale sanitatie zal grotendeels ontwikkeld moeten worden in samenwerking met milieubewuste landbouw- en energieconcepten om een direct hergebruik (na)bij de bron van water, energie en nutriënten mogelijk te maken.

7.5.2

aanleiding hoofdstuk 8, Deel III

In de probleemanalyse (hoofdstuk 3 t/m 5) is het belang van grotere flexibiliteit, of minder rigiditeit van de (technische) infrastructuur in relatie tot duurzaamheid (in de dubbele betekenis) aangetoond. De vraag of ontwikkelingen daarbij het principe dienen te volgen van de ‘economies of scale’ dan wel die van de ‘scale economy’ staat centraal. Beide ontwikkelingspaden zijn in hoofdstuk 6 en 7 nader onderzocht.

Vanuit de bestaande infrastructuur, de ontwikkeling daarvan en de bijbehorende (dominante) actoren, wordt het geldende paradigma volgens het principe van de ‘economies of scale’ als gewenst beschouwd. Het in dit hoofdstuk onderzochte, en als kansrijk naar voren gekomen alternatief van decentralisatie stuit nog op veel scepsis.

⁹² Vooral de loon- en brandstofkosten; die metertijd qua belang (aandeel) binnen de algehele kosten zullen stijgen. Te verwachten valt dat na ongeveer 25 jaar deze afzuigsystemen goedkoper worden dan gangbare systemen met leging van containers [Didde, 2002].

⁹³ Dit nadeel weegt zwaarder naarmate de terugverdienperiode langer is; binnen de thans geldende periode van 25 jaar is dit één van de meest nadelige aspecten.

⁹⁴ In Heidelberg had men meerdere keren problemen met (relatief grote delen) afvalhout dat in het systeem was gedeponceerd. De te grote of lange stukken bleven in bochten vastzitten, wat leidde tot opstoppingen. Fabrikanten staan intensiever (en restrictiever) beheer voor, en wil-

len het aantal bochten verminderen. Dit is een voorbeeld van het volgend maken van de ruimtelijke ordening aan de technische infrastructuur / -inrichting (zie hoofdstuk 1.3 en hoofdstuk 2.6.1).

⁹⁵ De slappe Nederlandse ondergrond is vaak niet geschikt om het systeem zonder meer overal aan te leggen.

⁹⁶ De bewoners in een proefgebied in Groningen “zijn blij dat ze 24 uur per dag afval kwijt kunnen”. De wijk is schoner en mensen die van hulp afhankelijk zijn hoeven geen afspraken meer te maken om op een vaste dag en tijd hun zak met afval op de stoep te zetten [RUG, 2002].

⁹⁷ De investering die nodig is voor het plaatsen van 800 à 1000 ondergrondse afvalcontainers ten behoeve

van 40.000 huishoudens komt (in 2002) neer op 14 miljoen euro. Dit wordt terugverdiend door besparing op handmatig inzamelen. Niet onderzocht is of een meer onregelmatige leging in tijd en onderlinge sequentie zorgt voor meer (of minder) vrachtwagen kilometers en of dit een besparing is t.o.v. het ophalen op vaste routes (vaak geen optimale ‘vulling’ van de wagens). Toepassing van het systeem vindt vooral plaats in dichtbevolkte wijken, waar geen grijze en groene containers gebruikt worden, omdat de huidige gescheiden afvalinzameling met containers handhaving van het bestaande systeem rechtvaardigt [Berens, 2002].

Het is nu de vraag, of er relevante concepten bestaan die volgens het principe van verdergaande decentralisatie het lokaal sluiten van kringlopen in de praktijk brengen. Dit ontwikkelingspad zou theoretisch gezien kunnen leiden tot verzelfstandigde systemen, mogelijk zelfs autonome systemen, op kleinere schaal dan die binnen het huidige geldende paradigma worden nagestreefd. Dit kan aansluiten bij de binnen de in hoofdstuk 5 besproken mogelijkheid van het creëren van een overgangsfase door middel van een plaats-specifieke (gedeeltelijk) ontkoppelde infrastructuur, of infrastructuur die bestaat uit al dan niet verbonden decentrale clusters.

Het bekijken van nut en noodzaak van deze verzelfstandigde (infra)structuren en systemen moet gebeuren met de insteek van zowel de endogene-, als ook de exogene visie van technologieontwikkeling. Dit houdt in dat allereerst de context van gerealiseerde pioniersprojecten en –plannen van nu en voorliggende periodes opgetekend moet worden. Hierop richt zich het volgende hoofdstuk. Het optekenen van de belangrijkste concepten die tenderen naar volledige zelfvoorziening en ontkoppeling van centrale infrastructuren dan wel bovenlokale verbindingen is het doel. De vanuit milieutechnisch-, ruimtelijk- en sociaal perspectief geldende eisen zijn daarbij van belang. Centraal staat de vraag in hoeverre het afstappen van het ‘centraliserings paradigma’ door middel van al dan niet bewuste decentralisatie een voorwaarde, een aanvulling, dan wel een beperking is voor verdergaande verduurzaming van de ruimtelijke ordening als geheel.

Bestaande Concepten en Alternatieve Configuraties

Bestaande Concepten

Hoofdstuk 8

Autonome- en autarkische concepten

Hoofdstuk 9

Geïntegreerde systemen en -concepten

Alternatieve Configuraties

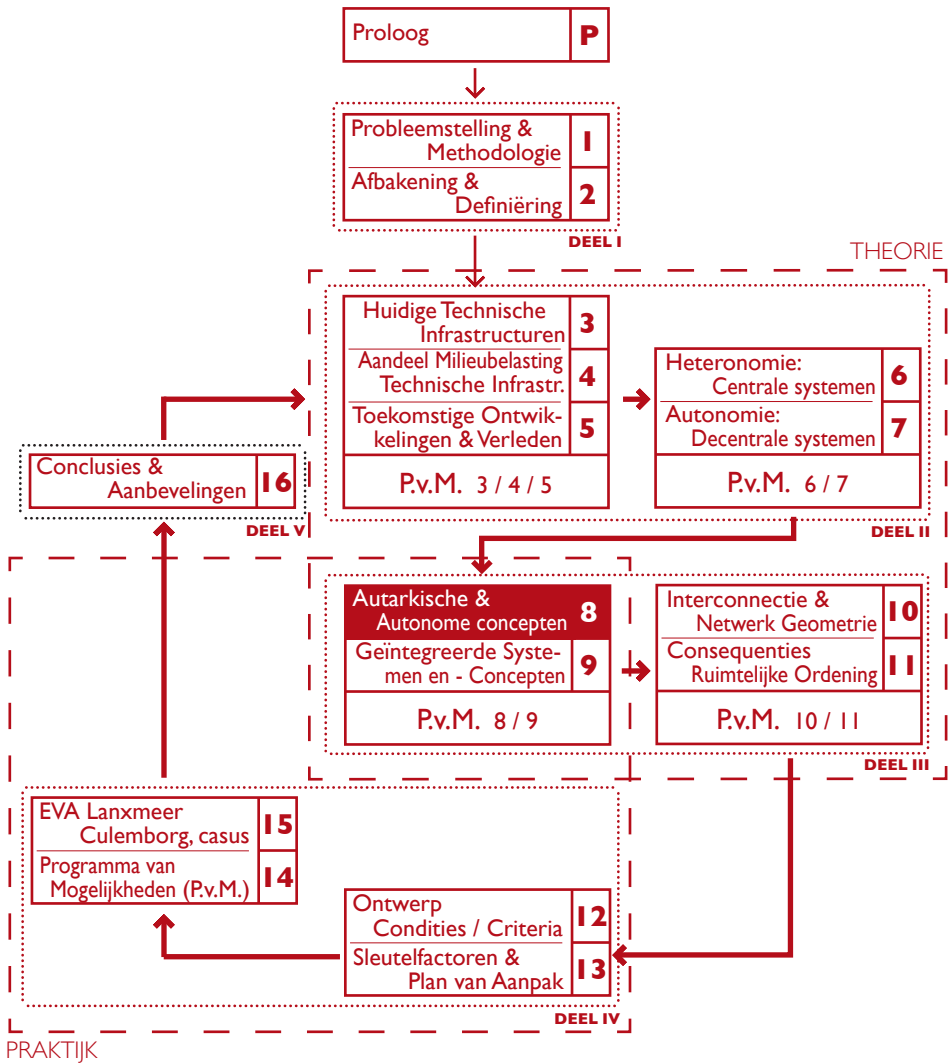
Hoofdstuk 10

Interconnectie en netwerk geometrie

Hoofdstuk 11

Consequenties ruimtelijke ontwikkeling

DEEL III



Autonome- en Autarkische Concepten

8.1

Inleiding

8.2

Autonomie en autarkie

8.3

Autonome- of quasi autarkische gebouw (deel)concepten

8.4

Autonome- of quasi autarkische leefgemeenschappen en concepten

8.5

Conclusies & Aanleiding Hoofdstuk 9

h8

“Complex societies,
it must be emphasized again,
are recent in human history.
Collapse then is not a fall to some primordial chaos,
but a return to the normal human condition.”

J. A. Tainter, 1988

8.1

Inleiding

In vervolg van de beantwoording van de eerste achtergrondvraag behandelt dit hoofdstuk mogelijke referenties die een indicatie kunnen vormen voor nadere beantwoording van het eerste deel van de, in hoofdstuk 1.3.2 weergegeven derde achtergrondvraag¹. Deze richt zich op het vraagstuk van zelfvoorziening van de essentiële stromen. Meer specifiek gaat het over de verschillen die voortkomen uit de schaal van toepassing van oplossingen met betrekking tot verduurzaming van de essentiële stromen en technische (infra)structuren.

Achtergrondvraag III:

Is er een optimale schaal voor autonomie per stroom, en zo ja, wat is de optimale schaal?²

Via de beschrijving van referentieprojecten en –concepten van (quasi) autarkie en (semi-) autonomie kan een eerste aanzet gegeven worden voor de beantwoording van de vierde en vijfde achtergrondvraag.

Achtergrondvraag IV:

In hoeverre kan via het oplossen van duurzaamheidsvraagstukken de participatie en betrokkenheid van gebruikers verhoogd worden?³

Achtergrondvraag V:

Moeten- en kunnen de verschillende technieken voor het optimaliseren van de stromen samengevoegd worden in een “device” of dienen ze afzonderlijk geïntegreerd te worden in bestaande (infra)structuren of gebouwen?⁴

In verband met de vele (vrije) interpretaties en claims omtrent autonomie en autarkie zal eerst ingegaan worden op de betekenis en afbakening daarvan. Onderdeel is een korte omschrijving van de historische betekenis van zelfvoorziening in relatie tot de gebouwde c.q. bewoonde omgeving. Aansluitend worden enkele relevante internationale referentieprojecten besproken volgens de onderverdeling individuele woningen / leefgemeenschappen. Centraal staat telkens of, en zo ja op welke wijze en (deel)schaal of schalen autonomie dan wel autarkie is bereikt en welke consequenties dit heeft voor het gebouwde en de verschillende actoren.

¹ De eerste achtergrondvraag is in de probleemanalyse (hoofdstuk 3, 4 en 5) beantwoord.

² Toelichting bij achtergrondvraag III (ten dele overgenomen uit hoofdstuk 1.3.2): ‘Los van het bepalen van een optimale schaal van toepassing voor de aan de verduurzaming van het totaal van de stromen gerelateerde technieken is het van belang om per deelstroom te kijken naar optimale schaal, berekend vanuit de milieutechnische-, ruimtelijke- en gebruikerscriteria’.

³ Toelichting bij achtergrondvraag

IV (ten dele overgenomen uit hoofdstuk 1.3.2): Onderzocht moet worden in hoeverre het al dan niet dichter bij de gebruikers realiseren van autonome systemen m.b.t. de essentiële stromen leidt tot een grotere betrokkenheid van die gebruikers en of het meer zichtbaar maken van de oplossingen leidt tot al dan niet positieve gedragsveranderingen.

⁴ Toelichting bij achtergrondvraag V (ten dele overgenomen uit hoofdstuk 1.3.2): ‘Het grond- en daglichtgebruik van de verschillende, al dan niet op natuurlijke

processen gebaseerde, milieutechnieken om autonomie te realiseren moet worden geanalyseerd en waar mogelijk geoptimaliseerd. Is dit te integreren in bestaande bouwwerken of bestaande infrastructuur, en hoe is het proces van ‘duurzame ontwikkeling’ op wijk-, buurt-, blok- of gebouwniveau in relatie tot de oplossing te optimaliseren. Wat zijn de bouwkundige consequenties van het samenvoegen van de verschillende technieken en stromen van een hoger schaalniveau in een bouwwerk, en wat betekent dit voor de architectonische vertaling?’

8.2

Autonomie en Autarkie

8.2.1

begripsbepaling

De globalisering bereikt voor steeds meer structuren de (voorlopig) laatste grens: die van de planeet⁵ [Sassen, 2001]. In onderzoek naar de gevolgen van verdergaande schaalvergroting en globalisering wordt steeds vaker het belang van de tegenovergestelde ontwikkeling genoemd, afwisselend aangeduid als vergaande decentralisatie, ‘anarchisme’, ‘jihad’⁶ en ‘autarkische cellen’ of ‘-motoren’⁷ [McCarthy 2003; Anderson, 2001; Hanson, 2001; Barber, 1992]. Probleem van globalisering is dat die, vanwege de achtergrond van de zogenaamde markt-, ecologische-, grondstoffen- en informatietechnologie ‘imperatieven’⁸, leidt tot verdergaande homogenisering. Soms aangeduid met ‘kolonisatie’, ‘veramerikanisering’⁹ of ‘urban sprawl’ [Barber, 1992].

De eigen locale- en/of nationale identiteit gaat door het negeren van deze identiteit bij de organiserende- en regulerende structuren steeds meer verloren. Steeds vaker leidt dit tot een permanente rebellie tegen uniformiteit en integratie, en wordt dit onder de noemer ‘anarchie’ en/of ‘autarkie’ geplaatst.

De achtergrond van deze rebellerende beweging is de wens om grenzen te heroverwegen, staten te laten imploderen en/of het opnieuw verzekeren van (quasi) autarkische-, ‘parochiale’ identiteiten, als een embleem van identiteit, vrijheid en expressie van de eigen gemeenschap, en uiteindelijk het eigen individu [Anderson, 2001].

Achtergrond van deze ontwikkeling is vaak onvrede met de verdergaande specialisatie binnen het moderne (mondiale) leven¹⁰ [Hanson, 2001].

Met betrekking tot beide extremen, globalisering en streven naar volledige (ecologische- en economische-) autarkie of anarchisme geldt, dat geen van beide als optimale ontwikkeling kan worden aangemerkt voor de suprastructuur, ofwel een goede, democratische basis vormt van samenleving(en). Bovendien zijn ze geen van beide in de specifieke-, zuivere vorm als goede basis te beschouwen voor verdere ‘duurzame ontwikkeling’ van de structuren voor die samenleving(en).

Het doel van vergaande decentralisatie, en uiteindelijk autarkie wordt door groepen ontwerpers, milieukundigen, economen en zelfs beleidsmakers (opnieuw) steeds vaker gezien als mogelijke ontwikkelingsrichting¹¹, met name voor verdergaande verduurzaming [McCarthy, 2003]. Voornaamste motivatie daarbij is dat autonomie ‘beter betaalbaar’ wordt om het te realiseren zonder de onontkoombare opofferingen¹², zoals van oorsprong nog het geval was. In de uitwerking naar concrete concepten blijft de autarkie voorlopig nog vooral steken in autonomie op onderdelen.

De oplossingen gaan verder dan het gangbare decentraliseren, en worden ‘on-site’ of zelfs ‘under the sink’ oplossingen genoemd. Ze bestaan uit compacte, flexibele en naar grond- en daglichtgebondenheid geoptimaliseerde technieken, voor het ondersteunen van het ‘onafhankelijker kunnen functioneren van entiteiten van of binnen de bebouwde omgeving’.

Een wereld bestaande uit autarkische ‘cellen’, staten of eenheden zorgt vanuit sociaal perspectief gezien voor een dilemma. Voor velen weinig aantrekkelijk omdat methoden van zogenaamde ‘soft power’¹³, om bepaalde kwalitatieve doelen na te streven, minder effectief

worden. Problematisch wordt het als de autarkie via (zeer) milieu onvriendelijke technieken en concepten wordt gerealiseerd, ten koste van bovengelige schaalniveaus. Autarkie is dan ook niet per definitie milieuvriendelijk, noch volhoudbaar¹⁴.

Meer nog dan bij de huidige, conventionele systemen en structuren geldt bij autarkie dat de schaal van de energie- en sanitatievoorziening te allen tijde afhangt van de wederkerigheid van de suprastructuur en de infrastructuur. Daarbij zijn de toepasbare (milieuvriendelijke) technieken, de typologie en dichtheid van bouwen én de levensstijl van de bewoners belangrijke factoren.

⁵ De zogenaamde sleutelactoren van de wereldeconomie concentreren zich nu in enkele metropolen. De vraag welke van hen overleven als brandpunt van wereldwijde sturing, cultuur en economie, hangt af van lokaal-regionale inspanning [Sassen, 2001].

⁶ De auteur doelt hiermee niet sec op de Arabische 'jihad', noch op het terrorisme tegen de westerse samenleving. Jihad is een 'rijk' woord, waarvan de meest generieke betekenis, zoals in deze bronnen bedoeld 'struggle', 'tegenspartelen' is; 'de strijd van de ziel om het kwaad af te wenden' [Barber, 1992].

⁷ De stroming probeert meer nadruk te leggen op de intrinsieke waarden [Hanson, 2001].

⁸ Elk van de imperatieven is onafhankelijk van ideologie, land en cultuur te noemen.

⁹ Veel economisch onderzoek richt zich op vergelijkingen tussen globalisering met historische perioden van imperialisme, zoals de Spaanse- & Engelse koloniale overheersing, de relatie en/of rol van autarkie benaderend evenwicht en anarchie daarbij, en de redenen van de neergang ervan, bijvoorbeeld de rol van transport en afstand [Irwin, 2002; Anderson, 2001; Shapiro, 1997; Barber, 1992]. Er zijn meerdere hypothetische studies naar de neergang van het Spaanse imperium; de rol daarbij van anarchie en de zogenaamd gecoördineerde aanvallen op het als zodanig gegroeide aristocratische netwerk van transport tussen de nieuwe en oude wereld, en de rol van smokkelen als 'zwakke verbind-

dingen' binnen het transportnetwerk [Anderson, 2001; Phillips, 1990; Lynch, 1969]. Belangrijkste conclusie uit de verschillende onderzoeken is dat er bij het complexe transport netwerk onder volledige (vrij)handel sprake is van een zeer delicaat evenwicht. Dat evenwicht staat of valt met een smalle reeks technologische parameters. Een kleine verandering in deze parameters kan een dramatische ineenstorting van een systeem van zekere vrijhandelsevenwicht veroorzaken en leiden naar een 'laisser-faire' beleid. Dit leidt tot vormen van quasi autarkie, zoals bijvoorbeeld 'portfolio-autarkie' [Kareken, 1976], wat als ongewenst wordt beschouwd [vrij naar Anderson, 2001; Kareken, 1976].

¹⁰ Een maatschappijbrede transitie naar 'human-scale technologies', zoals deze in de jaren zeventig werd geproclameerd, heeft niet plaatsgevonden. Toch is sindsdien een technologie ontstaan die grotendeels is gebaseerd op het principe van modularisering, in de vorm van de toepassing van kleine chips en (personal) computers binnen bestaande en/of verbeterde technologie. Deze zijn alleen effectief omdat ze in gebruik zijn binnen grote systemen, organisaties op supranationale schaal met grote snelheden en complexiteit [Kirkpatrick, 2000].

¹¹ In kringen van futurologen wordt de grote eenvoud van autarkie als doel, en geringe noodzakelijkheid van internationale interconnectie en handel in verband gebracht met ontwikkelingen die voortkomen uit nieuwe technologieën en concepten. Genoemde ontwikkelingen

en concepten die mogelijk relevant worden zijn de 'Genie-nanotechnologie', zogenaamde 'Local singularity scenarios', zoals toekomstige ruimtekolonies, de zogenaamde 'Turing-Test -Kunstmatige Intelligentie en grensoverschrijdende vormen van 'Privé-recht' [Hanson, 2001]. Vanuit de futurologie gelden onrealistische verwachtingen ten aanzien van de mate van autarkie, onafhankelijkheid, in toekomstige technologische en sociale systemen.

¹² Hier worden ook andere dan de economische opofferingen bedoeld (comfort, status, etcetera).

¹³ Onder methoden van soft-power worden bijvoorbeeld economische sancties of een volledige handelsboycot bedoeld.

¹⁴ Volgens McCarthy [2003] kan een wereld bestaande uit sec autarkische eenheden, door het karakter van isolationisme, een "vrediger wereld" met een beleid zonder verstrengelingen inhouden. Een voordeel van autarkie dat vaak over het hoofd gezien wordt is de mogelijkheid om anderen te laten delen in bepaalde goederen of kwaliteiten. Een technologisch geavanceerde staat bijvoorbeeld kan autarkie nastreven als middel om de technologische voorsprong in stand te houden. Dit streven naar deel-autarkie gaat op in bepaalde gevallen van bijvoorbeeld de wapenindustrie [McCarthy, 2003].

8.2.2

ontstaan en gebruik van het begrip autarkie

Autarkie komt van het Griekse autarkès, zelfvoorzienend: auto- (zelf) & arkein, (voorzien, voldoende zijn)¹⁵ [Bloomsbury, 1995; Heritage/Principia, 2000]. De Atheners idealiseerden wat zij autarkie noemden, en probeerden enige tijd een manier van (samen)leven te creëren die simpel en sober genoeg was om de 'polis' volledig zelfvoorzienend te maken.

Ze doelden op een vrijheid, c.q. onafhankelijkheid (isolatisme, 'self-reliance') van andere leefgemeenschappen of 'polissen'. Autarkie hebben de Atheners nooit bereikt¹⁶. Feitelijk ervoer men dat 'afhankelijkheid' een onderdeel is van het samenleven.

Autarkie hangt nauw samen met hoe samenlevingen zich cultureel en historisch verhouden tot de directe omgeving, het ommeland of hinterland¹⁷. Het begrip autarkie wordt tegenwoordig veel breder gebruikt. Zo zijn er sociale-, culturele-, economische- en ecologische aspecten te noemen. Er zijn nog enkele staten waar het beleid is gericht op een vorm van semi-autarkie¹⁸.

Dit onderzoek gaat uit van een beperkte-, en zogenaamde ecologische interpretatie van autarkische systemen. Het begrip autonomie wordt binnen dit beperkte kader veelal uitwisselbaar gebruikt met autarkie. Autonomie¹⁹ geldt echter niet als substituuut. Bij autonome concepten in de milieutechniek en de bouw gaat het vooral om een autarkisch streven op deelaspecten.

In de literatuur en beeldende kunst komt het streven naar autarkie in al haar betekenissen regelmatig naar voren in verschillende mixen van spiritualiteit, zelfbepaling (vrijheid, individualiteit, coöperatie) en zelfvoorziening [Moet, 2004]. Vooral de verschillende betekenislagen worden aan de orde gesteld. Nederlandse voorbeelden zijn 'The Art of Survival' van de stichting Kunst en Milieu [Verschoor, 1999], AVL-ville [Lieshout, 2000 e.v.], diverse producten en concepten van Schie 2.0 [Verweij, 1998 e.v.] en de Sabbatical Cells (Werkstatt Wendorf) [Matton Office, 1999 e.v.]. Klassiekers in de literatuur zijn 'Walden' van Henry David Thoreau (1854) en 'Island' van Aldous Huxley (1962) en 'The shape of things to come' en 'A modern utopia' van H.G. Wells (1933). In dit kader zijn andere utopieën relevant. Voorbeelden zijn de door More, Fourier en Proudhon beschreven c.q. ontworpen –en soms gedeeltelijk gerealiseerde- (sociale) utopieën. De meerwaarde bij dit soort interpretaties zit in de synergie van landschap, natuur en cultuur. Autarkie gaat in dat geval een stap verder dan alleen het optimaliseren van de energieprestaties en het materiaal- c.q. grondstoffengebruik.

8.2.3

relevante autarke leefgemeenschappen en concepten uit de historie

Van oudsher is de grootte en mate van zelfvoorzienendheid van steden, tezamen met de 'ommelanden'²⁰ van belang voor het overleven door de jaren heen²¹. De meeste vroege steden waren klein qua oppervlak en bevolkingsgrootte²² [Morris, 1987]. De groei van de (plattelands)bevolking kon in het begin in stand gehouden worden door groeiende oogsten. Totdat de limieten werden bereikt, wat leidde tot het vestigen van de surplus bevolking in nieuw ontwikkelde steden. Tegelijkertijd veranderde de taak van de plattelandsbevolking in niet slechts het voorzien in de eigen behoefte, maar ook die van de stadsbevolking, waarna

een nieuwe grens ontstond voor de bevolkingsgroei van stad en ommeland [Frey, 2004]. Daar waar de geografische situering deze begrenzing versterkte kon de balans uiteindelijk langer worden volgehouden. Tot op de dag van vandaag zijn er over de hele wereld nog kleine plattelands leefgemeenschappen en eilanden die als nagenoeg zelfvoorzienend bestempeld kunnen worden²³. Ook voor enkele grotere leefgemeenschappen gold, in sommige gevallen voor langere tijd, dat ze als geheel of op deelgebieden als zelfvoorzienend te beschouwen waren²⁴.

¹⁵ Autarkie wordt gebruikt voor zelfvoorziening, qua essentiële stromen van een gebied. Frequent wordt het binnen de economische wetenschap gebruikt: als een politiek gericht op nationale zelfvoorziening en onafhankelijkheid van import (de volledige consumptie wordt zelf geproduceerd) en economische hulp. Autarkie wordt daarbij gezien als een, over het algemeen door protectionisme bereikte opponent van vrijhandel. De recente discussie omtrent –vooral– deze economische vorm van autarkie zijn ingegeven door het feit dat nagenoeg elk land zich in het middengebied tussen volledige liberalisatie/vrijhandel en protectionisme/autarkie bevindt, en het is interessant te bekijken in hoeverre beleid erop gericht dient te zijn om het bestuurde gebied (vaak nog landen) in de richting van volledig vrijegeven markten, of in de richting van autarkie te leiden [Anderson, 2001, Suranovic, 2003]. Dit wordt wel aangeduid met ‘tribalism’ versus ‘globalism’ [Barber, 1992]. Sommige landen hebben getracht autarkie te bereiken door de afhankelijkheid van buitenlandse materialen (grondstoffen) en voedsel te elimineren om zo in oorlogstijd de samenleving te beschermen. Hitler bijvoorbeeld streefde autarkie na [Ellis, 2003]. Andere landen bereikten autarkie door sociale isolatie om de eigenheid van de autochtone bevolking- of de macht van de leider in stand te houden [McLeish, 1995]. Zelfvoorziening wat betreft energie, grond- en voedingsstoffen, goederen, werk, onderwijs en zorg is dan voorwaarde om de inrichting en stabiliteit van de samenleving volledig in eigen hand te hebben, ofwel: er is sprake van ‘zelfbepaling’. Doordat het vaak gepaard gaat (ging) met gesloten dictatoriale regimes heeft het begrip in de economische betekenissen

een negatieve bijklank gekregen [Anderson, 2001].

¹⁶ Frey [2004] wijst op het belang van de relatie van de polis en het hinterland (city-country balance). Als gevolg van het relatief bergachtige achterland van de Griekse Polis met relatief geringe vruchtbaarheid kon maar aan de behoefte van een beperkte deel van de bevolking voorzien worden (zo rond de 4000 mensen of zelfs minder). Athene en enkele andere steden vormden hierop een uitzondering. In het begin gold de (ongeschreven) regel dat wanneer de bevolking van een polis te groot werd, een nieuwe ‘koloniale’ stad gesticht werd (het zgn. growth by duplication). In de tijd van Pericles was Athene een bloeiend imperium dat bijeengehouden werd door een (maritieme) legermacht en door geleide handel waardoor feitelijk stukje bij beetje de in het begin vrijwel bereikte autarkie en onafhankelijkheid verminderde. In feite bleek hier al dat ook autarkie z’n schaal kent. Het voorbeeld toont dat het moeilijk is om autarkie stabiel te houden, als één van de voornaamste aspecten (de schaal, de bevolkingsgrootte, e.d.) veranderd.

¹⁷ Er zijn twee verschillende connotaties: zelfbepaling en zelfvoorziening [Van Dale, 1995]. Daarnaast wordt het ook verbonden met vrijheid, eigenheid, ongebondenheid, en zelfredzaamheid [Moet, 2004].

¹⁸ Ondermeer Noord Korea, waar de mate van handel (nagenoeg alleen met andere communistische landen) extreem laag is en beperkt blijft tot ruwe grondstoffen, maar waar tevens de algemene meerwaarden van specialisatie (een direct gevolg van deze semi-autarkie) als minimaal worden beschouwd. Als voornaamste voordelen worden genoemd de grote zelfstandigheid en

de onaantastbaarheid voor sancties behoudens actieve oorlogsdreiging of -voering [McCarthy, 2003].

¹⁹ Het woord komt van het Griekse *autonomia*, “de vrijheid om de eigen wetten te volgen, onafhankelijkheid” [Van Dale, 1995].

²⁰ Een onderschat secundair aspect dat invloed heeft op autarkie is de verhouding stad en platteland, of ‘stad en ommelanden’, vooral wat betreft de wederzijdse afhankelijkheid en de kennis van zaken. Volgens Kristinsson is “de grond verschaald, raakt de kennis van de seizoenen en van planten vergeten en wordt (nog) te weinig gedaan met compost terwijl tegelijkertijd landbouwproducten uit verre regioën worden ingevoerd” [Zoethout, 2002]. Deze ver(der)gaande schaalvergroting zorgt voor een vergroting van het aandeel monoculturen op de schaal van de gebruiker, de mens.

²¹ Steden die de ‘omelanden’ (of ‘hinterland’) dusdanig hebben geëxploiteerd dat het vermogen tot regenereren van dit hinterland onmogelijk werd, zijn in de historie altijd ten onder gegaan (bijv. Babylon, Ur, Nineve) [Frey, 2004; Roaf, 2004].

²² Uitzondering hierop waren Babylon en Ur [Morris, 1987].

²³ Veelal betreft het leefgemeenschappen die op basis van de geografische ligging en aanwezige voorzieningen zoals landbouw voor eigen gebruik en de beschikbaarheid van drinkwater en vormen van energie buiten het proces van schaalvergroting en interconnectie zijn gebleven.

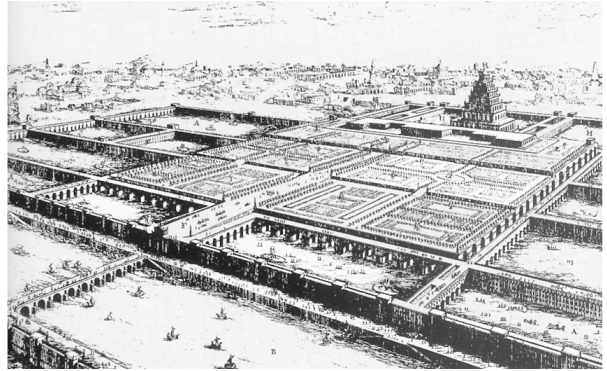
²⁴ Zo werd tijdens het communisme binnen de stadsgrenzen van Moskou nog de helft van het eigen consumptie vlees geproduceerd [Kristinsson, 2002b; Girardet, 1999]. In 1996 was 65% van de Moskouse families ver-

Figuur 8.1

Reconstructies van steden in Mesopotamië



Arbella



Babylon

(Duurzame) Landbouw is de basis voor een duurzame ontwikkeling van een samenleving, of sterker: voor elke samenleving.

De eerste voorbeelden van grootschalige stedelijke samenlevingen die, al dan niet ontworpen, tezamen met hun directe ommelanden als zelfvoorzienend golden²⁵, betroffen steden in Mesopotamië die rond 3500 B.C. langs de Eufraat en de Tigris ontstonden. Deze steden groeiden qua bevolkingsaantallen in deze periode vooral flink als gevolg van goede (landbouw)oogsten²⁶. De stad 'Arbella' (Mesopotamië) is een hele vroege nederzetting uit die tijd. De stad was ruim 5000 jaar bewoond en is daarmee, in de dubbele betekenis, één van de meest duurzame steden ooit (Figuur 8.1). De stad Babylon is het bekendste voorbeeld, mede ook vanwege de 'hangende tuinen' (Figuur 8.2).

Figuur 8.2

Hangende tuinen van Nebukadnessar, Babylon



Deze stad ontstond rond 4000 B.C. en beleefde haar gouden eeuw gedurende de regeerperiode van Nebukadnessar II (604-562 B.C.) toen de koning besloot om de stad opnieuw vorm te geven. Centraal stonden de 'hangende tuinen' een obade aan "de landbouw en de 'technologie' om de natuur te beheersen en de zonne-energie te oogsten"²⁷.

De eerder behandelde Griekse Polis toonden een soortgelijke verhouding tussen stad en ommeland²⁸. In deze tijd kwam het nog wel veelvuldig voor dat huishoudens of kleine gemeenschappen zelfvoorzienend waren²⁹.

Ook de Middeleeuwse steden werden in omvang en bevolkingsgrootte beperkt door de relatie stad en ommeland³⁰. Binnen de ommuurde steden werd vaak landbouw bedreven, net als in de directe ommelanden [Girardet, 1999]. De meeste steden in Europa zijn in deze periode (tussen 1000 en 1350 AD) gesticht. Zelf veroorzaakte ondergang van steden is relatief vaak voorgekomen, maar aangezien de steden in de historie altijd beruisten op een directe stad-ommandland relatie, als lokaal systeem, had de ondergang geen of amper gevolgen voor andere steden.

Bekend uit deze tijd zijn de vele kloosters. Het zijn voorbeelden van georganiseerde en besloten leefgemeenschappen die in nauwe samenleving met de directe omgeving zelfvoorzienend waren³¹.

bonden aan landbouw (tegen 18% in 1967 [UNDP, 1996]. In de provincies van China zijn tot op de dag van vandaag nog voorbeelden van klas-sieke stad/achterland relaties en vormen van bijna zelfvoorziening. De steden zijn daarbij geoptimaliseerd naar reisafstanden (vaak nog paard en wagen) en afstanden zijn geoptimaliseerd door het localiseren van bepaalde functies van de stad in (gespecialiseerde) stadsdistricten [Roaf, 2004]. Singapore was in 1999 nog volledig zelf-voorzienend voor de eigen vleesconsumptie en voor 25% van de eigen groente consumptie. In Dar-es-Salaam geldt dat voor ca. 67% van de bevolking [UNDP, 1996]. In Nederland waren diverse (boeren)dorpsgemeenschappen tot ver in de 20^e eeuw nagenoeg zelfvoorzienend. Voorbeeld hiervan is het Groningse Tolbert, dat als leefgemeenschap tot circa 1930 als zelfvoorzienend te beschouwen was [Moet, 2004].

²⁵ Leefgemeenschappen zoals bedoeïen, indianen en andere jager-verzamelaars tezamen met de kleinere- al dan niet tijdelijke nederzettingen die functioneerden op vroege vormen van landbouw (of combinaties) zijn hier buiten beschouwing gelaten, al vormen ze de eerste voorbeelden van zelfvoorziening [Diamonds, 1999]. In feite zijn de tijdelijke of semi-permanente nederzettingen als meer milieubewust te noemen dan concepten van zelfvoorziening op één vaste fysieke plek, aangezien hier door het rondtrekken ook het 'laten rusten van Gaia' een belangrijk onderdeel

is van het evenwicht tussen cultuur en natuur. Het heeft wel consequenties voor mogelijke dichtheden: een hoge waarde voor 'moderne' jager-verzamelaarbevolkingen kwam neer op één individu per 2,5 Km². Bij de huidige snelheid waarmee veranderingen optreden geldt overigens dat de paar overgebleven jager-verzamelaar groepen hun levenswijze binnen enkele tientallen jaren loslaten, desintegreren of uitsterven.

²⁶ Achtergrond daarvoor was de stijging van de hoeveelheid eetbare calorieën per hectare. Een hectare gecultiveerd land kon tussen de 10 tot 100 maar zoveel herders en boeren voeden als een wild stuk land jager-verzamelaars kan voeden. Bovendien droeg de vaker voorkomende vaste woonplaats er toe bij dat het tijdsinterval tussen twee geboorten kleiner kon worden [Diamonds, 1999].

²⁷ Het centrum van de stad bestond uit het paleis van Nebukadnessar met omliggende tuinen. Daaromheen lagen de Babylonische huizen die telkens waren gegroepeerd rondom (binnen)hoven. Er is weinig bekend over de hangende tuinen. De meeste kennis is afkomstig van de Griekse historici Berossus en Diodorus Siculus. Het verhaal gaat dat Nebukadnessar de opdracht heeft gegeven voor het bouwen van deze tuin en voor zijn vrouw die een voorkeur had aan een glooiende omgeving. De meer recente geschiedkundige bronnen uit de tijd van Alexander vertellen dat het 'een schitterende tuin was met veel vernuftigheid, waarbij een vorm

van autarkie wordt gehaald'.

²⁸ Het in deze periode min of meer ontstane systeem van groei door middel van duplicatie is veel later in de ontwikkeling van Venetië overgenomen (groei door middel van 'Gilde -wijken') [Frey, 2004].

²⁹ De belangrijkste milieuv variabelen die bijdroegen aan de verschillen tussen de oplossing van de zelfvoorziening van de gemeenschappen waren: klimaat, geologische omstandigheden, voedselrijkdom, oppervlak, versnippering van het landschap en de mate van isolatie [Diamonds, 1999].

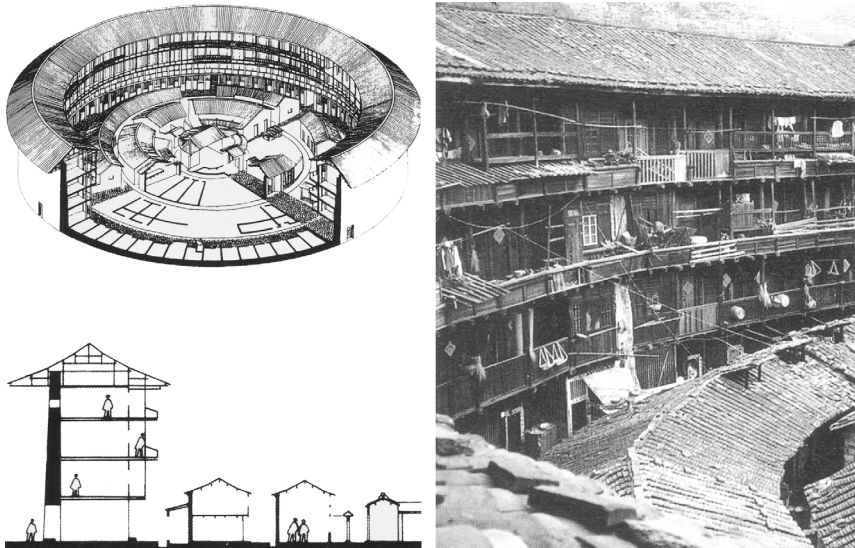
³⁰ De gemiddelde Middeleeuwse stad overschreed niet de grootte van 37 hectare in oppervlak en 15.000 inwoners (al zijn er uitzonderingen, zoals Keulen, Duitsland). De afstand tussen de rand van het hinterland en de stad was gemiddeld 6,5 tot 12 kilometer, en de afstand tussen twee steden 13 tot 24 kilometer [Krier, 1984]. H.G. Wells (zie Proloog, noot 54) was één van de eersten die in het boek 'Anticipations' (1901) de relatie tussen de schaal en grootte van/ tussen steden en achterland onderzocht. In zijn 2^e hoofdstuk beschrijft hij "de waarschijnlijke diffusie van grote steden", als gevolg van grotere transportsnelheden [Frey, 2004].

³¹ Kloosters kunnen tot op zekere hoogte gezien worden als egalitaire gemeenschappen. Plaats je dit naast de wetenschap dat middelgrote landbouwgemeenschappen van oudsher altijd georganiseerd waren in groepen met een hoofdmans (egalitair), terwijl koninkrijken beperkt waren

De kloosters zijn op te vatten als autarkische enclaves [Moet, 2004]³², waar monniken in afzondering woonden, werkten en leefden. Belangrijke aspecten als soberheid en spaarzaamheid waren de basis voor het kunnen (over)leven van de opbrengsten van de omringende gronden. Een ander voorbeeld van een, klooster gelijkende, meer vormgegeven autonome samenleving met bijbehorende typologie is de sinds 1680 bekende Chinese 'Roundhouse'. De Roundhouse werd ontwikkeld als een soort fort. Ze was ontwikkeld voor een bewonersgroep die bestond uit een etnische minderheid, bekend onder de naam 'Hakka', ofwel 'buitenstaanders'³³. Dit heeft zich fysiek vertaald in het architectonische type van de roundhouse³⁴ (Figuur 8.3), gebaseerd op hun commune-achtige wijze van samenleven [Yao, 1951].

Figuur 8.3

De 'roundhouse', China



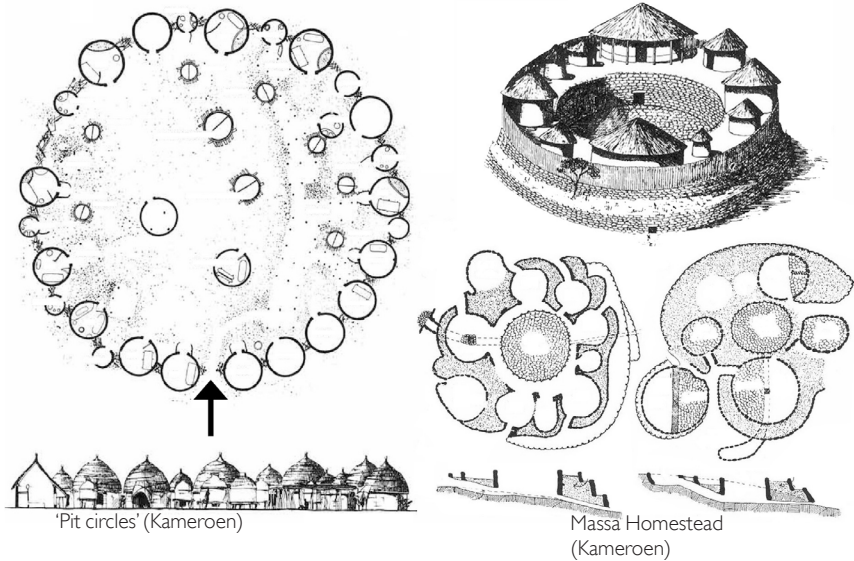
De vorm van de gebouwen is als een weerspiegeling van z'n functioneren, gezien het feit dat de roundhouse binnen de buitenwand een nagenoeg volledig zelfvoorzienende samenleving was³⁵ [Behling, 1996].

Ook diverse tijdelijke nederzettingen (bedoeïen, indianen, etc.) en zelfvoorzienende (semi) sedentaire nederzettingen vormden een gelijkwaardige ronde-, introverte opbouw rondom een binnenterrein en eromheen liggende open velden met landbouwgronden.

Voorbeelden in Afrika zijn het plan van Massa Homestead, Yagou (Cameroun) en diverse zogenaamde 'Pit Circles' in Rhodesia (Figuur 8.4) [Seitz, 2002].

In het negentiende eeuwse Noord-Amerika was enige tijd aandacht voor een streven naar autarkie, al betrof dit autarkie op grotere, nationale- tot semicontinentale-, schaal. In eerste instantie vooral ingegeven door de relatief onderbevolkte, oneindigheid van het land en de als zodanig ervaren 'hoorn des overvloeds' van een schier oneindige hoeveelheid natuurlijke bronnen in combinatie met de natuurlijke begrenzing van het continent door twee grote zeeën³⁶ [Barber, 1992]. Doorslaggevend voor het bereiken van bijna volledige autarkie in 1808, was het zelf opgelegde handelsembargo op internationaal scheepvaart- en handelsverkeer van december 1807 tot maart 1809³⁷ [Irwin, 2002].

Figuur 8.4

Sedentaire nederzettingen in Afrika
Voorbeelden

tot grote agrarische gemeenschappen [Diamonds, 1999], dan zou dit tot de stelling kunnen leiden dat een hechte, bij voorkeur egalitaire gemeenschap voorwaarde is voor een mogelijke en stabiele zelfvoorziening.

³² Kloosters zijn vrijwel altijd ommuurde gemeenschappen en bestaan uit één of meerdere binnen deze muren gelegen bouwwerken, zoals bijv. de kerk, refter, bibliotheek, wooncellen, gastenverblijven of bijgebouwen zoals de ziekenzaal, bibliotheek, graanschuur, bakkerij.

³³ Deze bevolkingsgroep werd gedwongen om een tijdelijk bestaan op te bouwen of om zich te vestigen in de weinig gewenste berggebieden van Taiwan. Het is dan ook niet verwonderlijk dat de 'Hakka'-mensen bekend staan om hun arbeidsinzet, ethiek en sterk gemeenschapsgevoel.

³⁴ De diameter van de 'roundhouse' is vrijwel altijd 65 meter. Daarbij bestaat het uit een dicht(bevolkte

wand rondom van meestal 4 verdiepingen hoog en ca. 250 kamers, en daarbinnen meerdere lagere ringen. Alleen de kamers op de bovenste twee verdiepingen worden gebruikt voor bewoning.

³⁵ Onduidelijk is of dit letterlijk gezien moet worden. Vermoedelijk functioneerden de roundhouses zoals kloosters, waarbij dus rondom gelegen agrarische gronden onderdeel vormden van het autarkische systeem, terwijl er geleefd werd binnen de beschermende muren. Algemeen wordt ten aanzien van dit soort autonome, al dan niet ommuurde samenlevingsvormen gesteld dat de autonomie ten koste gaat van die van de individuele mensen binnen de groep [Hanson, 2001].

³⁶ Agrarische gemeenschappen waren in deze tijd grotendeels zelfvoorzienend. Daarbij was de Amerikaanse context (milieu) voldoende gelijksoortig aan het Europese milieu om agrarische

technologieën eenvoudigweg over te hevelen naar 'de Nieuwe Wereld'. Ook gold dat er (nog) geen sprake was van substantiële kolonisatie zolang de kosten van het verplaatsen c.q. verhuizen naar Amerika de kosten van verhuizing binnen Europa oversteeg, zodat Amerika nog buitengewoon dunbevolkt was [Hanson, 2001].

³⁷ De statische welvaartskosten (ca. 5% van het B.N.P. van de V.S.) waren toen niet gelijk aan het totaal van de handelswinst omdat het embargo de handel niet geheel elimineerde en omdat binnenlandse producenten hun productie succesvol verschoven naar eerder geïmporteerde industriële goederen [Irvin, 2002].

Pas in de 20^e eeuw ontstaan weer verschillende ‘ontworpen’ concepten van autarkische entiteiten. Zo zijn vanaf de jaren twintig, en met name na de stichting van de staat Israël eind jaren veertig, meerdere semi-autonome nederzettingen gesticht: de zogenaamde ‘moshav’ en ‘kibutzim’.

Figuur 8.5

Moshav ‘Nahalal’, Yezreël valley, Israël



Vooral de eerste pioniersconcepten en nederzettingen, de moshav, waren nauw verweven met duurzame landbouw en benaderden als leefgemeenschap naast zelfvoorziening van voedsel, vaak ook zelfvoorziening qua water- en energieverbruik. De eerste moshav Nahalal, gesticht in 1921, is een goed voorbeeld van een dergelijke wederkerige relatie tussen nederzetting en omliggende landbouwgronden³⁸ (Figuur 8.5).

Figuur 8.6

‘Garden of Eden’ dome



In de jaren vijftig ontwikkelde Buckminster Fuller het ‘Dymaxion House’ woningconcept³⁹. De woning functioneerde in principe zonder de verschillende nuts- en netwerkvoorzieningen, anders dan telefoon en autowegen⁴⁰. Binnen het concept zijn verschillende innovatieve subsystemen ontwikkeld⁴¹. Relevantier is wellicht het ‘Autonomous Package’ concept (Figuur 8.6), dat bestond uit een volledig gefaciliteerde en gemeubileerde container ten

behoefte van een gezin van 6 personen om onverbonden met publieke netwerken te kunnen leven. Het was bedoeld als zogenaamd ‘mass-produced package’ dat geplaatst diende te worden in individuele groene leefconcepten zoals het ‘Garden-of-Eden’ dome concept⁴² van Buckminster Fuller [Baldwin, 1997].

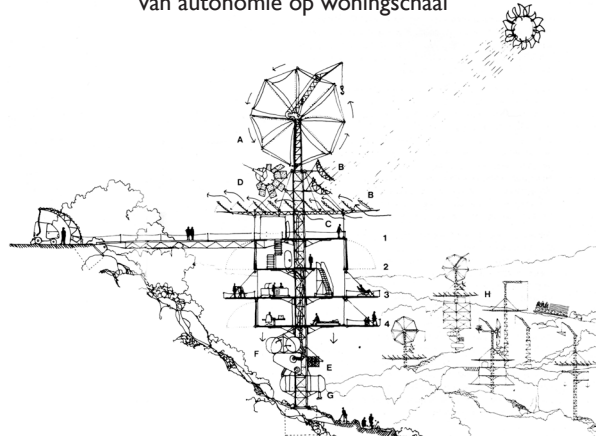
In de jaren zeventig werden meerdere individuele woningconcepten direct dan wel indirect geïnspireerd op Buckminster Fullers ‘Garden-of-Eden’ project ontwerpen. Zeer bekend en veelvuldig aangehaald is het ‘Naturhuset’ concept van Bengt Warne. Het ‘naturhuset’ principe is ondermeer toegepast in een recente woning (Byggs, Växthuset) in Zweden.

Figuur 8.7

Voorbeelden van de twee uitwerkingsrichtingen van autonomie op woningschaal



Woning Byggs, Växthuset, Zweden
Volgens ‘Naturhuset’ concept,
Bengt Warne



Autonomous House Research Project
Richard Rogers
Rogers Patscentre

³⁸ De huizen van de bewoners liggen aan een cirkelvormige weg. De gemeenschappelijke ruimten liggen in het midden en de boerderijen bevinden zich buiten de cirkel. Vanuit deze buitenliggende boerderijen strekken de bijbehorende landerijen zich radiaal uit [Kochav, 1995].

³⁹ Zowel het Dymaxion house concept, als de voorlopers ‘Lightful Housing’ en 4D, waren als autonoom ontworpen. Voor Buckminster Fuller was autonomie belangrijk binnen zijn doelstelling van een ‘one-town world’ [Baldwin, 1996].

⁴⁰ Belangrijkste uitgangspunt van het ‘Dymaxion House’ was dat de kosten per gewichtseenheid gelijk moest zijn aan die van auto’s en dat een huis, zoals bij (woon)boten niet gekocht zou moeten worden met de onderliggende grond erbij (het prin-

cipe van bruikleen). Het ‘Dymaxion House’ vormt nog regelmatig de opstap voor gelijkende autonome projecten en concepten, die verder bouwen op het principe van de ‘Global Dwelling Service’, dat als concept ook onverbondenheid door middel van het ‘foot-loose-zijn’ incorporeerd [Salsbury, 2003]. Het is daarmee een vroege voorloper op de ‘lichte stedenbouw’.

⁴¹ Zoals de ‘packaging toilets’ (de voorloper van urinescheidingstoiletten) en de ‘fog-gun’ (het wassen met behulp van een mengsel van gecompriëerde lucht met zeer fijn geatomiseerd water) [Baldwin, 1996].

⁴² De ‘Garden of Eden’ shelter van Richard Buckminster Fuller bestaat uit een transparante schaal waaronder de bewoners het weer als in een micro-klimaat konden beïnvloeden. Binnen het concept

introduceerde hij ‘the Autonomous Package’; alle meubels en benodigdheden –waaronder een zuiveringsconcept vergelijkbaar met de Living Machnie- voor een gezin van zes om onverbonden te leven van de nutsvoorzieningen, tezamen gepakt in een standaard (scheeps)container (1949). Hij stelde daarbij: “A Garden-of-Eden home provides more than it consumes, a strong move toward sustainability. Your life becomes an integral part of the place. A radically different way of defining the word ‘home’”. Het concept vormde de basis voor vele andere kleinschalige- (zoals ‘Skybreak’ e.a.) en grootschalige- (zoals de ‘Senior Eden’ e.a.) ‘dome concepten’ waar autonomie het streven was. Uiteindelijk leidde het tot plannen voor ‘dome-structuren’ die hele (bestaande) steden of stadsdelen (zoals Manhattan) overkapte.

Tegenover dit soort concepten, die mede berusten op een duidelijke relatie met de ondergrond (door gedeeltelijk ingraven en benutten van de grondtemperatuur), staan concepten die de autonomie juist vertalen naar het 'los staan' van de ondergrond. Een voorbeeld hiervan is het in 1978 geïnitieerde Autonomous House research project in Aspen, Colorado in het 'Rogers Patscentre' (Figuur 8.7) [Rogers, 1997].

In deze zelfde periode deed een grote groep activisten, wetenschappers onder de naam 'The New Alchemists', onderzoek dat leidde tot meerdere gerealiseerde concepten van gehele of gedeeltelijke autonomie, veelal 'Bioshelter' of 'Shelter systems' genoemd⁴³. Bekend systeem, ontstaan vanuit deze groep wetenschappers, is de 'Living Machine' (zie hoofdstuk 9), dat ook geïntegreerd was in Buckminster Fuller's 'Garden-of-Eden' project⁴⁴.

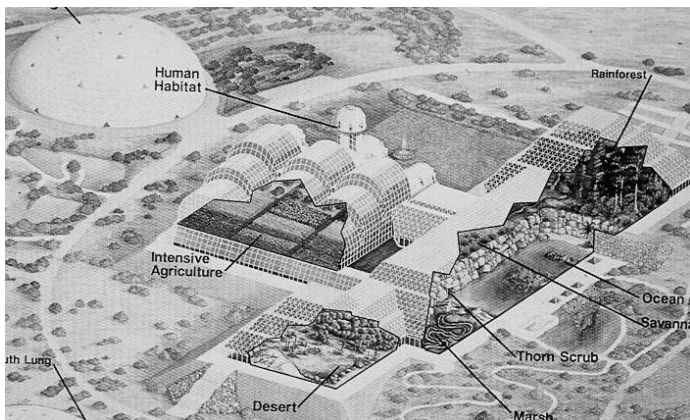
Zoals eerder gesteld vormt duurzame landbouw in meerderheid van de concepten een belangrijk onderdeel van de zelfvoorziening⁴⁵.

Deze vergaande vorm van 'sustainability' houdt meer in dan (het) 'terug naar het platteland' zoals het mede vanwege de stijgende populatie in stedelijke gebieden vaak wordt gekwalificeerd [Rudlin, 2003]. Wel vormt het de directe verbinding met verwante onderwerpen die van steeds groter belang worden, zoals sanitatie-management, energie opwekking, levende 'aqua-' en horticulturen, voedselzekerheid en gezondheidsaspecten. Centraal staat telkens een goede ecologische sanitatie, gebaseerd op een gesloten kringloop van nutriënten als (hulp)bron van de voedselproductie.

Er zijn in de loop van de jaren meerdere voorbeelden en theorieën ontwikkeld op basis van zogeheten (de)kolonisatie ten behoeve van een betere verdeling van grondstoffen en land. Zo overdacht Frank Lloyd Wright in 'An Organic Architecture' het principe van de 'Usonian city', 'Broadacre city' genoemd⁴⁶.

Figuur 8.8

Biosphere II project, Arizona, Verenigde Staten



Bij een kleine groep, meer recente projecten wordt geprobeerd volledige zelfvoorziening (inclusief de nutriënten kringloop) te bereiken in een volledig van de buitenwereld afgesloten ruimte, waarin de aardse biosfeer wordt nagebootst.

Meest bekend zijn de drie Russische Bios projecten⁴⁷ en het door de Amerikaan Ed Bass⁴⁸ in gang gezette Biosphere II project⁴⁹ (Figuur 8.8). Het project gaat dermate ver dat getracht wordt mensen voor langere tijd geïsoleerd van de aardse biosfeer te laten overleven [Goudsblom, 2002].

⁴³ Achtergrond van de 'Bioshelters' is het doel om "wind, zon, biologie en architectuur tezamen te weven ten behoeve van de humaniteit?" [MacKinnon, 2003]. Bekend voorbeeld is de 'Ark' voor het Prince Edward Island. De Ark was een tamelijk conventioneel (gebouw)ontwerp. Het vernieuwende zat in het stromenbeheer en –opwekking c.q. verwerking. Het maakte gebruik van op windenergie gebaseerde waterpompen en –electriciteit, en voorzag in de eigen voedselproductie. Naast de gewoontelijke woonruimten bestond de Ark uit een ruimte met vistanks (Tilapia, voor proteïnen), een serre c.q. vloeikas en een 'closed-loop' afvalwater behandelingssysteem dat het afvalwater omzet in voedsel voor de vissen. Na verschillende renovaties is de Ark inmiddels onbeheerd.

⁴⁴ De diverse ontwikkelde concepten zijn inmiddels vrijwel allemaal gecommmercialiseerd en vormen nog steeds de belangrijkste basis van veel, als zodanig ontworpen en gerealiseerde autarische woonconcepten van de laatste twintig jaar.

⁴⁵ Tegelijkertijd zorgde landbouw ook voor het begin van technologie en ontwikkeling c.q. de mogelijkheid van meer dichtbevolkte gebieden. Doordat boeren dankzij de voedselproductie overschotten konden produceren, waren boerensamenlevingen in staat om er voltiids-specialisten op na te houden die niet voor hun eigen voedsel hoefden te zorgen. Nomadische groepen jager-verzamelaars daarentegen zijn relatief egalitair en hun politieke ruimte is beperkt tot het eigen territorium van de groep en tot wisselende bondgenootschappen met naburige groepen. Met de opkomst van voedseloverschotten ontstonden meer hiërarchische structuren en besturen die essentieel waren voor het besturen van dichtbevolkte gebieden, het er op na kunnen houden van legers en dus voor expansie en

verdere vergroting van de overschotten [Diamonds, 1999].

⁴⁶ Het idee van Wright kwam neer op het gelijkwaardig opdelen en herdistribueren van het gehele Noord-Amerikaanse landgebied. Hij beschrijft de transport, landbouw en handelssystemen die het idee verder ondersteunen. Alhoewel het een aansprekend concept betreft zijn er verschillende vraagstukken die Wright onvoldoende of verkeerd heeft opgepakt. Zo is het principe van de snelle bevolkingsgroei niet opgenomen in het concept. Ook gaat hij uit van een meer rigide vorm van democratie en van een meer gelijkwaardig 'sociaal speelveld', waar eenieder, ongeacht de rijkdom of het ontbreken daarvan, ongeveer dezelfde hoeveelheid leefruimte heeft [Wikipedia, 2004b]. Ideeën uitwerkingen van steden met een gelijkwaardige vraagstelling, maar met minder nadruk op de principes van zelfvoorziening zijn de 'Green Cities Network van Ebenezer Howard en de 'Cité Contemporaine' van Le Corbusier.

⁴⁷ Het Russische Bios-1 project is een zgn. '20% closure' project en stamt uit 1965 en bestond uit een 'leefruimte' van 12 m³ in het Siberische Krasnoyarsk. De ruimte was verbonden met een Algentank waarin CO₂ van 1 persoon werd omgezet in zuurstof. In dit project moest nog 80% van het voedsel en water t.b.v. de ingezetene van buiten het systeem worden ingebracht. Het Bios-2 project uit 1968 bereikte een '80% closure' d.m.v. een geïntegreerd water recyclingssysteem. Het in 1972 gerealiseerde Bios-3 project dat nog steeds functioneert is 315m³ groot en is ontworpen voor drie personen. Ongeveer de helft van de oppervlakte is in dit Bios-3 project beplant in de zgn. 'phytotrons'. Ook dit derde systeem is niet 100% gesloten, vooral vanwege de beperkte eetbaarheid van het toegepaste groen [Salisbury et al., 1997].

⁴⁸ Ed Bass is een texaanse miljardeair die het in het verlengde van het NASA programma 'Colonizing the Universe' verstandig leek om eerst wat ervaring op te doen door ruimtereizen te simuleren op aarde. Hij gaf vervolgens (als particulier) de opdracht voor de bouw van Biosphere II in de woestijn van Arizona, tussen Tucson en Phoenix. Voor 200 miljoen dollar werd een 'glazen stolp-complex' gebouwd met een grondoppervlakte van ruim 1200 m². Hierin werd een replica gemaakt van onze biosfeer compleet met flora en fauna, d.w.z. de planten en dieren waarvan men vermoedde dat ze essentieel zijn voor het voortbestaan van de mens. Twee jaar lang hebben acht onderzoekers hier vervolgens volledig afgezonderd geleefd. Door enkele grote tegenvallers wordt het project door velen als mislukt beschouwd. Zo daalde de zuurstofconcentratie in de lucht van 21% tot 14%, o.a. door een grote opname door micro-organismen in de vruchtbare grond en door het beton. Ook de CO₂-concentraties fluctueerden enorm, zodat de bewoners het dermate benauwd kregen dat extra zuurstof 'van buiten' ingelaten moest worden, en er waren problemen van psychologische c.q. sociale aard, ofschoon deze gedeeltelijk worden toegeschreven aan de niet optimale luchtsamenstelling. Een grote tegenvaller was het energieverbruik. Dit kwam uit op 12,5 miljoen kWh electriciteit en 3,8 miljoen m³ gas (150.000 dollar per persoon) voor het instandhouden van deze kunstmatige biosfeer [Vries & Goudsblom, 2002b; Columbia University, 1997].

⁴⁹ Men spreekt hier van Biosphere 2 aangezien men onze 'aardse' biosfeer als Biosphere 1 aanduidt.

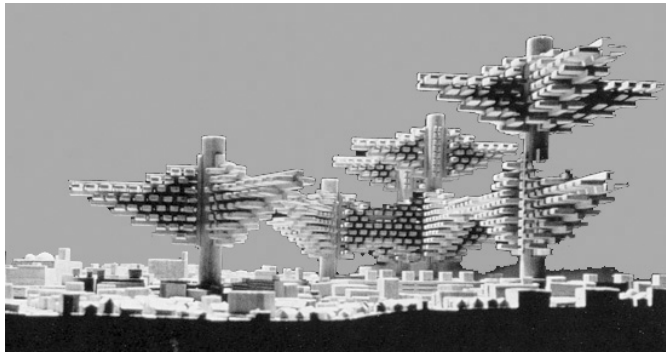
⁵⁰ Volgens Frey [2004] komen dergelijke intenties neer op het herhalen van wat de Grieken ongeveer 2500 jaar geleden probeerden: het koloniseren van gebieden buiten

De achtergrond en het nut van volledige exclusie binnen dit soort experimenten voor andere leefgemeenschappen is tot op heden moeilijk verdedigbaar, mede vanwege de enorme kapitaalinvestering en het onevenredige energie- en grondgebruik⁵⁰.

Van belang zijn wel de innovaties en de praktijkkennis die eruit voort komen als het gaat om het creëren van micro-klimaten als basis voor beheerste lokale kringlopen. Andere projecten die een soortgelijke benadering kennen van het koloniseren van ongebruikt of nieuw 'land', zijn de plannen van Buckminster Fuller zoals voor onderwater eilanden, of een ontworpen stad in de lucht door Isozaki [Frey, 2004], naast verdergaande plannen zoals van Archigram ('Blow-out-village', 'The city as a tree' en 'Walking cities' in de Sahara)⁵¹.

Figuur 8.9

'Clusters in the air', Arata Isozaki



8.3

Autonome- en (quasi) autarkische gebouw (deel)concepten

8.3.1

begripsbepaling

De meeste concepten die autarkie nastreven of claimen betreffen particuliere initiatieven van vooral vrijstaande woonhuizen en -gebouwen. Dit komt niet alleen doordat het vaak idealistische projecten en idealistische ontwerpers dan wel 'zieners' betreft, maar vooral door een gebrek aan faciliteiten, ondersteuning en tijd om georganiseerd af te wijken van de gangbare wijzen van ontwikkelen en bouwen. Het bereiken van autonomie, en met name autarkie vraagt veel tijd en (mentale-) energie voor subsidie- en (afwijken van) bouw-procedures⁵². Een bijkomende, schaalgerelateerde complicatie, is dat de systemen benodigd om autarkie te bereiken relatief veel (extra) ruimte vragen en daarmee per definitie kostprijs verhogend zijn.

De internationaal meest bekende en aansprekende voorbeelden van individuele- en gerealiseerde ontwerpen van (volledig) autarkische woningen⁵³ zijn het concept van de 'Earthship' van Michael Reynolds, het 'Autonomous house'⁵⁴ in Southwell (Engeland), van Brenda en Robert Vale, het 'Healthy house'⁵⁵, door de Canada Mortgage and Housing Corporation (CMHC) en de 'Sustainable House'⁵⁶ in Sydney, door Michael Mobbs.

8.3.2

Earthships

Een pionier op het gebied van autonome woonconcepten is de Amerikaanse architect Michael Reynolds⁵⁷. Hij introduceerde, ontwikkelde en documenteerde één van de meest gebouwde- en mondiaal 'verbrede' (quasi)⁵⁸ autarkische zelfbouwconcepten van dit moment, het 'Earthship' (Figuur 8.9) [Reynolds, 1990a / 1990b / 1993].

Volgens het earthship-concept zijn vele quasi autarkische huizen gerealiseerd, die over het algemeen in desolate gebieden en 'moeilijke' klimaten gesitueerd zijn zonder enige vorm van infrastructuur. Los van de noodzaak van zelfvoorziening brengt dit met zich mee dat er amper sprake is van een optimalisatie naar ruimtegebruik. De meerderheid van de Earthship woningen is gerealiseerd in warme tot extreme klimaatzones, zoals woestijnen⁵⁹.

hun eigen achterland (gebieden langs de Ionische kustlijn en de kusten van Italië en Sicilië.

⁵¹ In feite vormt het toenemende aantal plannen/gebouwcomplexen waar een tweede huid wordt gerealiseerd en waarbij de tussenruimte actief voor natuurlijke principes en/of systemen wordt gebruikt als voorbeeld van het maximaal benutten van de wisselwerking gebouw-omgeving (wederkerigheid) en soms zelfs een streven naar autarkie. Voorbeelden zijn het Trainings-/opleidings Centrum in Herne Sodingen van Jourda en Perraudin en het 'Chrystalic' project in Leeuwarden van Gunnar Daan.

⁵² Er is veel idealisme en doorzettingsvermogen nodig, en vooral het realiseren van autarkie op de schaal van meer woningen vraagt om een sterke gemeenschapszin.

⁵³ Met name bij het 'Autonomous house' is de nagenoeg volledige zelfvoorziening (energie, water en organisch afval) vanaf het allereerst te begin het uitgangspunt. Bij de 'Healthy house' projecten is de eerst insteek telkens (er zijn er inmiddels meerdere gerealiseerd) het ombuigen van de (afval)waterstroom naar een kringloop geweest. Uiteindelijk is ook dit concept zoveel mogelijk energetisch zelfvoorzienend gemaakt, al was dit niet het voorname doel. Bij de 'Heliotrop' lag de nadruk vrijwel alleen op de materialisering en de energie component (het meedraaien met de zonnestand van het huis).

⁵⁴ Binnen het concept voor het 'Autonomous house' definiëren de

initiators, Brenda en Robert Vale, het concept als volgt: "the Autonomous house on its site is defined as a house operating independently of gas, water, electricity or drainage, except those of its immediate environment. It instead uses the income energy sources of sun, wind and rain to service itself and process its own wastes" [Vale, 1991].

⁵⁵ Het Healthy House is het resultaat van een ontwerpcompetitie in 1991 die, algemeen gesteld het ontwerpen van gezonde en milieu gevoelige woningen, geschikt voor de komende (21^e) eeuw, inhield. Architect Martin Liefhebber, met een 'off-grid self-sufficient' huis werd één van de twee winnaars.

⁵⁶ Het Sustainable House is een typisch eind 19^e eeuws rijtjeshuis zoals er vele zijn in Sydney. Uit onvrede met de toenemende vervuiling en verspiling in de maatschappij besloot de eigenaar, Michael Mobbs om tenminste de vervuiling vanuit zijn eigen leefomgeving te minimaliseren. Om dit te realiseren heeft hij bij renovatie van zijn huis alles zodanig aangepast dat het autonoom functioneert wat betreft de (afval)waterketen en dat qua elektriciteit over een jaar gemiddeld evenveel elektriciteit aan het centrale elektriciteitsnet levert als dat hij er van afneemt [Mobbs, 1998].

⁵⁷ Reynolds begon in de jaren zeventig toen hij zich de uitdaging stelde een huis te bouwen met materiaal dat overal rondslingerde en dat hij dus gratis kon oprapen. Hij stelt dat de Earthships ieder een eigen soort biosfeer vormen. Vandaar

dat hij zichzelf niet architect maar biotect noemt [Reynolds, 1990a].

⁵⁸ Het woord quasi autarkisch wordt gebruikt omdat earthships niet per definitie zo gebouwd hoeven te worden. Doordat het een zelfbouw(pakket) concept betreft wordt het oorspronkelijk autarkische karakter lang niet altijd volledig bereikt, en soms ook niet verlangd. De diverse (appart te bestellen) systeemonderdelen voor waterzuivering en dergelijke zijn los te bestellen (economies of scale). Een onafhankelijke monitoring van het concept, of van het merendeel van de onderdelen heeft nog niet plaatsgevonden (alleen onderzoek naar de invloeden van het hergebruik van gebruikte autobanden).

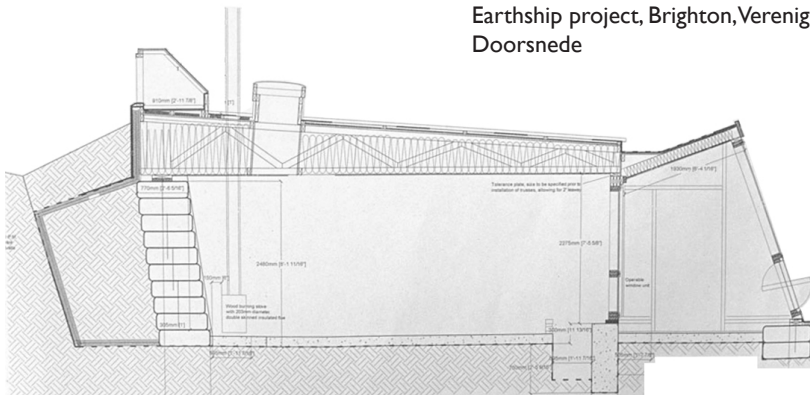
⁵⁹ Nadat Reynolds zijn denkbelden verder vertaalde naar educatieve methoden van zelfbouw -via drie boeken, een instructievideo en website- vond een aantal mensen de weg naar Taos, New Mexico, waar hij een terrein kocht om hen in de gelegenheid te stellen zelf woningen te bouwen. Inmiddels staan er drie gemeenschappen, die door hun organische eenvoud, sprookjesachtige architectuur en gebruik van aarde en afval door een journalist werden beschreven als 'ships sailing on the seas of tomorrow', hetgeen de basis werd voor de benaming, earthship [Lalleman, 2002]. De aanpak van Reynolds bouwt feitelijk verder op de leer methode van Frank Lloyd Wright in Taliesin West (1936), waarbij hij studenten een eigen 'shelter' liet bouwen om 'te overleven' in de woestijn.

Om de earthship principes toepasbaar te maken voor alle klimaatzones heeft Reynolds op grond van enkele experimenten het concept verder uitgebouwd⁶⁰ [Reynolds, 2000]. De Earthships die inmiddels overal ter wereld worden gebouwd voldoen globaal gesteld aan de volgende criteria:

- het ontwerp is gebaseerd op het optimaal benutten van thermische massa, ondermeer bereikt door de huizen gedeeltelijk in te graven; de dragende muren aan de ‘koude zijde’ worden afgerond, en vervaardigd uit met aarde gevulde afgedankte autobanden; aan de zonzijde wordt een naar vier zijden verbrede glazen gevel & serre gesitueerd;
- het via actieve (zelfbouw)systemen op basis van zonne-, wind- en/of waterenergie voorzien aan de eigen energiebehoefte;
- het verzamelen van regenwater via het dak (en soms terrassen) in cisternes;
- het toepassen van een intern pomp- en filterstelsel dat in combinatie met beplanting in twee stadia in bakken geplaatst in de serres voorziet in de zuivering van het afvalwater t.b.v. hergebruik (maximaal 3 cycli); in enkele gevallen aangevuld met een zwartwaterzuivering buiten (zoals bijvoorbeeld bij de Earthship in Brighton, Engeland);
- toepassing van composttoiletten en gebruik van compost als bemesting;
- maximale toepassing van hergebruikte of oneindige bouwmaterialen (afval autobanden, afvalblikjes, afvalflessen, stro, leem, leemstuc, etc.).

Figuur 8.10

Earthship project, Brighton, Verenigd Koninkrijk
Doorsnede



Inmiddels staan er in Taos (New Mexico) drie gemeenschappen volledig bestaande uit zelfgebouwde ‘earthships’, die op voedsel en drinkwater na autarkisch te noemen zijn⁶¹. Veel van de overige naar deze voorbeelden gemaakte earthships benaderen voor wat energie en (afval)water betreft autarkie maar gedeeltelijk.

8.3.3

The Autonomous House project; Southwell, Verenigd Koninkrijk

‘The Autonomous House’ (Figuur 8.10) betreft een begin jaren negentig gestart project voor een vrijstaand woonhuis, gebouwd volgens de principes zoals door de Vale’s opgetekend in de boeken ‘The Autonomous House’ [1975] en ‘Green Architecture’ [1991]⁶².

De belangrijkste maatregelen en systemen zijn:

- zonnecollectoren ten behoeve van warm tapwater en koken, naast p.v. cellen voor verlichting en andere elektrische toepassingen;
- passief (zonne)energie gebruik (via o.a. serres), tezamen met een centraal geplaatste houtkachel, en een 'open doorsnede' binnenshuis met een omdraaiing wonen/slappen (boven/beneden; i.v.m. stijgen warme lucht);
- aansluiting aan het elektriciteitsnet als vorm van opslag;
- huishoudwater (grijswater) opvang in een septic tank, en gezuiverd effluent in de bodem geïnfilteerd;
- regenwatervoorziening t.b.v. (drink)water gebruik bestaande uit 8 containers à 1500 liter (in de kelder); en
- een composttoilet met extra grote composteringstank (in de kelder).

Kenmerkend is de keuze voor plaatsing van p.v. cellen op een speciaal daarvoor gebouwde pergola constructie in de tuin in plaats van op het dak van het (bestaande) huis.

Voorname redenen zijn de eenvoudige montage, -oriëntatie en -schoonmaak. Wel is er ruimteverlies. Het huis is onvoldoende geëvolueerd om te kijken of de geclaimde autarkie werkelijk wordt gerealiseerd⁶³.

8.3.4

Healthy House Project; Toronto, Canada

Het 'Healthy House' bestaat uit twee twee-onder-een-kap woningen op een kavel van 155 m² en is volledig gebaseerd op lokale opwekking- en behandeling van de (afval)waterstroom en de energiestroom⁶⁴. Eén woning is onafhankelijk van centraal geleverde diensten, terwijl de andere alleen is aangesloten op het elektriciteitsnet. Beide huizen zijn dus zelfvoorzienend voor de aan- en afvoer van (afval)water. Om deze zelfvoorziening te bereiken wordt allereerst regenwater op het dak en in de patio opgevangen en opgeslagen in een cisterne van 20 m³ in de tuin achter het huis. Het wordt vervolgens behandeld⁶⁵ en gebruikt in de keuken en badkamers als drinkbaar water.

⁶⁰ Ook in Europa zijn er initiatieven. In België (paviljoen in een achtertuin), Schotland (woning), Engeland (milieu-educatiecentrum Brighton) en Spanje (meerdere) is op basis van het earthship principe gebouwd [Lallemann, 2002].

⁶¹ Wereldwijd zijn er anno 2005 ruim 600 earthships gerealiseerd, waarvan het merendeel in de Verenigde Staten.

⁶² Als gevolg van de extra investeringen benodigd voor autarkie is dit woonhuis ongeveer anderhalf maal zo duur als gelijkwaardige woonhuizen in de omgeving [Moet, 2004].

⁶³ De oorspronkelijke bewoners en initiatiefnemers (de Vales zelf) zijn al binnen enkele jaren verhuisd.

⁶⁴ Het betreft een huis van vier

verdiepingen en is ontworpen op een gebruik van 120 liter drinkwater en 600 liter huishoudwater per dag voor vier personen. De nadruk lag in eerste instantie vooral op het (afval)water-systeem. De belangrijkste doelen waren om een afvalwatersysteem te ontwikkelen met de volgende kenmerken: (1) hergebruik mogelijk maken bij een gelijkblijvend comfort en een moderne levenswijze; (2) alleen gebruik van het regenwater dat op het eigen terrein valt, en zonder wateruitlaat buiten het eigen terrein; (3) veilige, betrouwbare behandeling met weinig energieverbruik; (4) verkoopbaar concept; en (5) beperkt beheer en -professionele monitoring en competitief qua kosten in vergelijking met de servicekosten van nieuwe

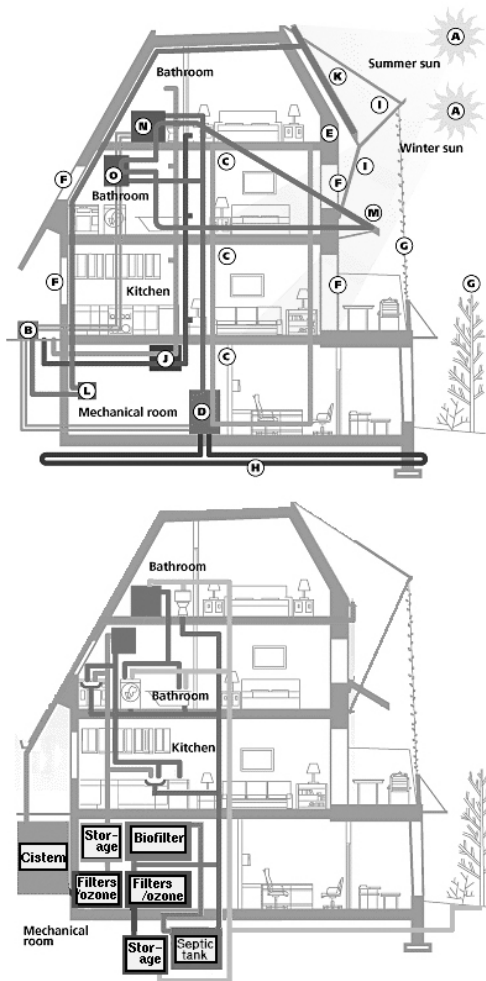
'unserviced' ontwikkelingssterreinen [Ives, 1999]. Voor het uiteindelijke, gerealiseerde project is gestreefd de energievoorziening autarkisch te maken. Het project is voortgezet in meerdere andere vervolgprojecten en studies waar gekeken is in hoeverre het concept, binnen de Canadese context, voor meerdere schalen inpasbaar te maken is. Hierbij stond de vraag centraal in hoeverre het infrastructuurtechnisch gezien gunstiger is om de (afval)watervoorziening al dan niet te (de)centraliseren en hoe dit het beste vormgegeven kan worden.

⁶⁵ Eerst wordt het langs een 'slow sand-' en koolstof filter geleid, vervolgens wordt het gedesinfecteerd met UV licht en naar een 600 liter grote opslag gebracht [Ives, 1997].

In het Healthy House wordt drinkwater alleen gebruikt bij de kranen en de vaatwasser. Alle andere appendages c.q. apparatuur gebruiken behandeld afvalwater⁶⁶. Het afvalwater (grijs en zwart) wordt vervolgens verzameld en in een modulair proces behandeld⁶⁷. Het -zoals het CMHC dat noemt- ‘gerenoveerde water’ wordt vervolgens gerecycled ten behoeve van de wasmachine, het bad, de toiletten en irrigatie doeleinden. Het resterende gezuiverde water wordt via een 3 meter lange geperforeerde pijp in de tuin geloosd (Figuur 8.12) [Ives, 1999].

Figuur 8.11

Healthy House Project, Toronto, Canada
Doorsneden energie- en water (deel)systemen

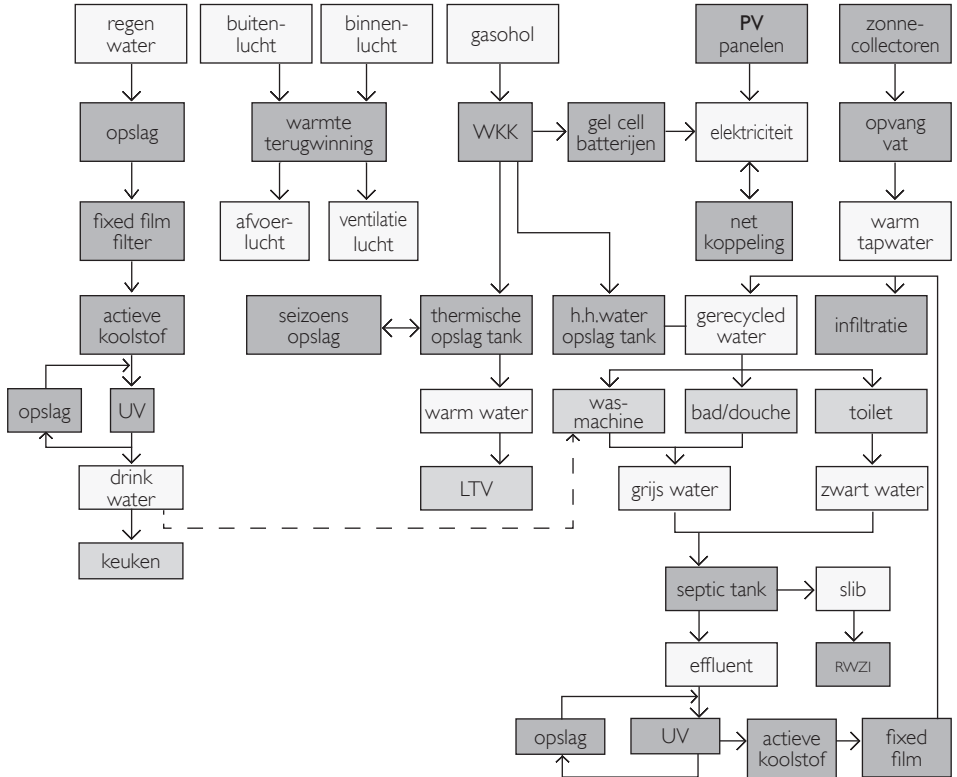


	1	2	3	4	5
A zon	•			•	
B co-generator (gasohol) WKK		•			•
C gesloten water-systeem in vloeren			•		•
D thermische opslag-tank		•	•		•
E extra geïsoleerde wanden, vloeren en dak			•		•
F HR++ ramen			•		•
G klimop (bladverliezend) langs spanndraden			•		•
H seizoenopslag in bodem			•		
I instelbare zonwering			•		
J warmte terugwin unit			•	•	
K PV panelen					•
L batterijen (gell cel)					•
M zonnecollectoren			•		
N teruggewonnen warmwater tank			•		
O drinkwater tank			•		

1: warmwater systeem 3: ventilatie 5: elektriciteitsvoorziening
 2: koelsysteem 4: verwarmingssysteem

Figuur 8.12

Healthy House Project, Toronto, Canada
 Schema energie- en (afval)watersysteem



⁶⁶ Direct gevolg is dat een stijgend watergebruik voor deze doeleinden alleen maar effect heeft op het aantal keren dat het water wordt hergebruikt (en niet op het schoonwater gebruik).

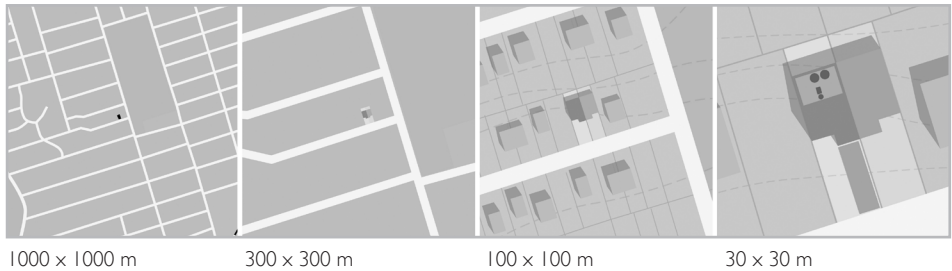
⁶⁷ Allereerst wordt het water in een septic tank drie dagen vastgehouden. Eerst vindt een biologische- en fysieke behandeling plaats, gevolgd door een anaërobieke filtratie en

digestie. Het tweede stadium van de behandeling bestaat uit een zgn. 'Waterloo Biofilter' (een aerobisch biologisch proces). Ten behoeve van denitrificatie wordt in de septic tank het Waterloo Biofilter effluent gecirculeerd. Het derde stadium van behandeling bestaat uit een 'multi-barrier' drinkwaterbehandeling bestaande uit twee bewerkingen: biologische filtratie met

pre-ozonïering en ozon- desinfectie (een unieke aanpassing van het 'slow-sand' filtratieproces). De laatste barrière voor pathogenen is een ozon behandeling [CHMC, 1997; Townshend, 1996].

Figuur 8.13

Healthy House Project, Toronto, Canada
Verschillende schaalniveaus



Voor grotere systemen (appartementengebouwen en/of leefgemeenschappen) is tevens een grotere variant voor dit afvalwaterbehandelingsproces ontwikkeld⁶⁸. Ondanks dat het energie-deelconcept minder wordt uitgedragen behoort het tot de meest vergaande. Basis is isolatie en een maximalisering van passieve bronnen voor verwarming en koeling, en is een serie actieve systemen gerealiseerd⁶⁹. Door een groter gemiddeld verbruik in Canada (en de V.S.) in vergelijking met de Nederlandse situatie wordt zelfvoorziening in de praktijk niet gehaald.

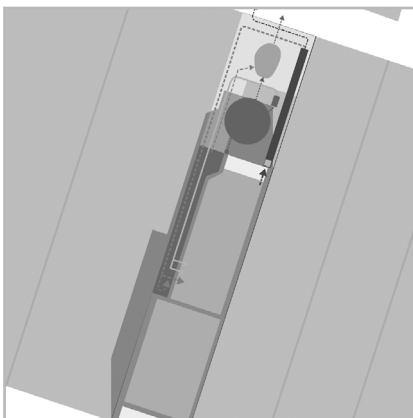
8.3.5

The Sustainable House; Sydney, Australië

Dit betreft een herstructurerings- c.q. renovatieproject van een eind 19^e eeuwse rijtjeswoning op een kavel van 130 m² grootte⁷⁰ [Mobbs, 1998].

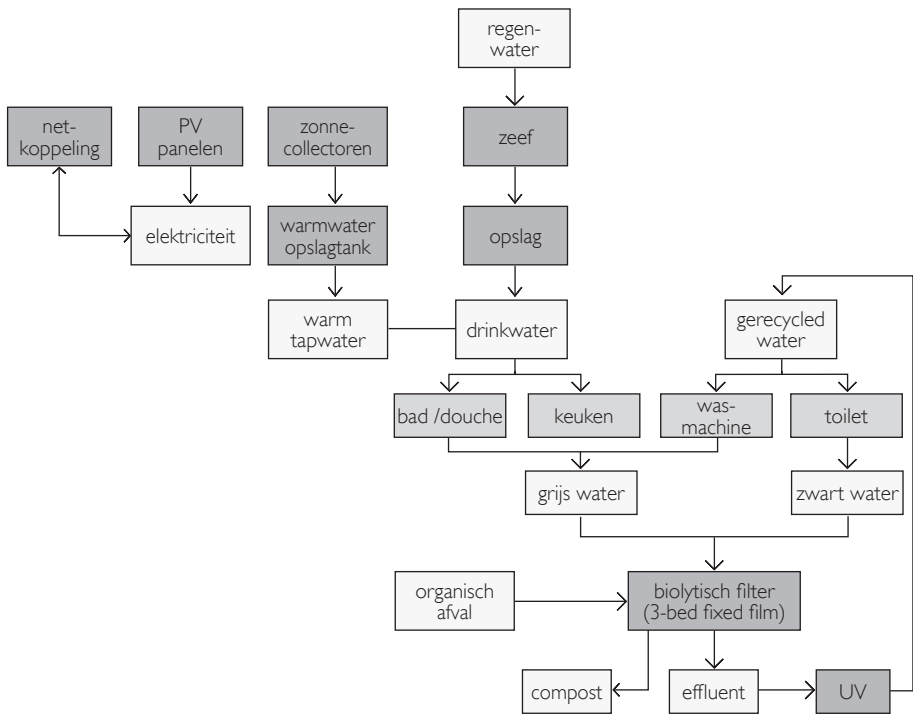
Figuur 8.14

Sustainable House, Sydney, Australië
Schema afvalwatersysteem met leidingen



Het huis is autonoom voor wat betreft de water gerelateerde stromen⁷¹ (Figuur 8.16). Dit betreft gebruik van zowel regenwater als afvalwaterbehandeling, tezamen met de verwerking van organisch afval en wat oud papier.

Figuur 8.15

Sustainable House, Sydney, Australië
Schema energie- en (afval)watersysteem

⁶⁸ Voornaamste verandering is de vervanging van de septic tank door een (van omgevingswater afgesloten) vijver, met ondermeer een geïntegreerde anaërobie zone waar samengeperste lucht wordt ingebracht. Het systeem, gedimensioneerd ten behoeve van een hotel met 50 kamers, berust op een (buiten)oppervlaktegebruik van de vijver van ca. 200 m². Ook de andere zuiveringsstadia zijn aangepast op een moeilijk voorspelbaar influent [Ives, 1999].

⁶⁹ Overwarmte wordt via een horizontaal pijpleidingsysteem in de

grond opgeslagen (seizoensopslag). Het huis wordt 'gebalanceerd geventileerd' met warmteterugwinning en extra luchtzuiveringsfilters. Op het dak is een 2,3 KW array fotovoltaïsche cellen geplaatst (per 8 panelen ca. 285 Watt elektriciteit per dag), verbonden met 'gelcell' batterijen (4 dagen opslag). Voor de dagen waarop het gebruik de opwekking overstijgt wordt er gebruik gemaakt van een co-generator op gasohol en/of gas. Daarnaast zijn zonne-collectoren ten behoeve van warm water geplaatst [CMHC, 1997].

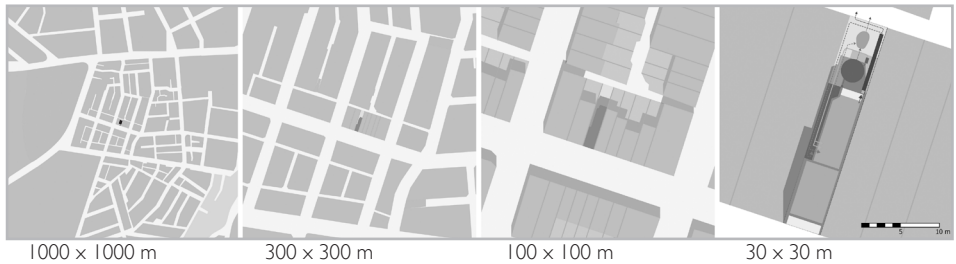
⁷⁰ De minimaal vereiste ruimte voor

het toegepaste afvalwater opwerkingsysteem bedraagt ca. 50 m², bij een minimum breedte van de tuin van 5 meter. Veranderingen aan het huis bestaan vooral uit plaatsing van nieuwe toiletten, een gescheiden leidingstelsel (drinkwater / gebruikswater) en een andere detaillering en materialisatie van bepaalde gebouwdelen.

⁷¹ Volgens opgave van de ontwerper/gebruiker Mobbs is het huis binnen één tot enkele jaren tevens autonoom voor wat betreft de elektriciteit. Het project is wel netgekoppeld.

Figuur 8.16

Sustainable House; Sydney, Australië
Verschillende schaalniveaus



Opvangen regenwater wordt na een lichte voor-zuivering⁷² toegepast als drinkwater. Het grijze afvalwater en het zwarte afvalwater wordt gezamenlijk in drie stappen gefaseerd behandeld in een in de tuin ingegraven biolytisch filter⁷³. Na zuivering wordt het als hergebruikt huishoudwater opgepompt voor toepassing in de wasmachine, het toilet en de tuin.

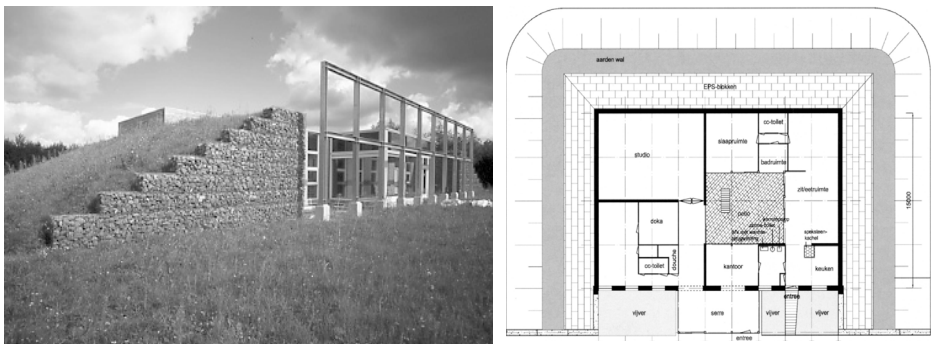
8.3.6

Overige projecten

Projecten die autonomie nastreven hebben vooral betrekking op het laagste schaalniveau. In Nederland is een gerealiseerd vrijstaand woonhuis in het Zeeuwse Hoek één van de weinige goede voorbeelden van autarkie van meerdere essentiële stromen op de schaal van één woning [Moet, 2004]. Het betreft een eenzijdig georiënteerde patio-dijkwoning die uit één woonlaag bestaat van ruim 23 bij 15 meter (bijna 300 m² gebruiksoppervlakte) en bewoond wordt door twee personen.

Figuur 8.17

Autarkisch Huis; Hoek, Nederland
Aanzicht zuidgevel en plattegrond



De typologie is zeer vergelijkbaar met die van de earthship en met de basisprincipes van het Hockerton Housing project. De bedoeling was dat het huis volledig ontkoppeld zou worden van de netwerken, maar regelgeving leidde tot aansluiting op het drinkwaterleiding, elektriciteitsnet en riolering⁷⁴ (Figuur 8.18).

Figuur 8.18

Voorbeelden van woningen die autonomie van de energie voorziening nastreven



Heliotrop
Freiburg-Breisgau, Duitsland

Solar Hydrogen House
Berlijn, Duitsland

In tegenstelling tot de weinige op volledige autarkie gerichte individuele gebouwconcepten zijn er veel voorbeelden van woningen die voor één van de 'stromen' zelfvoorzienend zijn. Het merendeel betreft energie neutrale concepten. De 'Monotower' van de NAM is een recent Nederlands voorbeeld⁷⁵. De 'Heliotrop' in Freiburg-Breisgau (Duitsland), door Büro Disch (Figuur 8.19) is een voorbeeld van een vrijstaande-, energieneutrale woning volgens het Duitse principe van het 'Passivhaus' ontwikkeld.

⁷² De toegepaste dakgoten zijn overdekt om te voorkomen dat bladeren en ander vast vuil wordt doorgelaten. Bij regen wordt de eerste 6 tot 10 liter water doorgespoeld om te voorkomen dat vervuiling van het dak en de lucht in het drinkwater terecht komt. Het overige water komt via een bezinkbak met gaasfilter in een opslagtank van ca. 10.000 liter (2 meter hoog met een diameter van 2.5 meter) [Mobbs, 1998].

⁷³ In verband met de (bestaande) situatie en de beperkte ruimte in de tuin van het huis zijn de afmetingen van de tank afwijkend. Er is geen ronde tank geplaatst maar een rechthoekige betonnen 'bak' van 0.5 bij 8 meter, met een hoogte van 1.2 meter. De bodem van de tank loopt scheef, waardoor effluent bij een reservoir met pomp terecht komt. Om te voorkomen dat de filterbedden onder water komen te staan wordt bij te hoge waterstand effluent geloosd in de tuin [Hasselaar et al., 2006].

⁷⁴ In 1995 begonnen is het woon/werkhuis in 2002 in gebruik genomen. Door regelgeving is het

niet optimaal gesitueerd. Het ontwerp stoelt op de ideeën van Sietz Leeflang van de Twaalf Ambachten. Het doel van energie zelfvoorziening is vooralsnog niet gehaald, al is dit door de relatief recente oplevering een voorlopige conclusie. Het energieconcept berust allereerst op vergaande isolatie en het maximaliseren van passieve warmte winst en buffering. Er is een gebalanceerd luchtventilatiesysteem met warmteterugwinning toegepast. Voor de verwarming is een laagcalorisch vloer- en wandverwarmingssysteem (en zomers: -koeling) gekoppeld aan een warmtepomp. Een zonneboiler met gekoppelde elektraboiler zorgt voor warm tapwater. Op het dak van de werkruimte zijn 30 zonnepanelen geplaatst. De aanvullende elektrische energie had van een kleine windmolen (h10m; rotor 5m) moeten komen, maar hiervoor is nog geen toestemming verleend. Het elektriciteitsnet wordt gebruikt als energiebuffer. Het dak is gedeeltelijk met sedum beplant, en van ca. 200 m² oppervlakte wordt het hemelwater opgevangen en opgeslagen in een ondergrondse tank van 5000 liter.

Dit water wordt vervolgens behandeld volgens een microfiltratiesysteem en via een uv-filter tot drinkwaterkwaliteit gezuiverd. Er is een composttoilet en vergaande watersparende appendages. In een 13 m² groot helofytenfiltersysteem wordt het in volume sterk gereduceerde afvalwater gezuiverd. Het gezuiverde water gaat naar een 'paddenpoel' in de tuin, die een overloop heeft op het riool. Hiertoe werden de bewoners verplicht! [Moet, 2004].

⁷⁵ Een nieuw type boorplatform op een holle poot (diameter 4.2 m) die in de zeebodem is geperst en waarop een toren is bevestigd (boven zee diameter buis ca. 2.5 m.), waarop (16 meter boven zeeniveau) een aantal platformen met installaties (p.v. installaties en wintorens) zijn geplaatst voor de energievoorziening van het platform. Het platform is niet uitgerust met een helioplatform aangezien slechts eens in de twee jaar onderhoud benodigd is.

De in houtskeletbouw uitgevoerde woning wijkt in zoverre af, dat het om een woning gaat die meedraait met de zon, zodat de relatieve efficiëntie van zowel het passieve zonne-energie gebruik als het gebruik van de p.v. cellen geoptimaliseerd is⁷⁶.

De woning is verbonden met het centrale elektriciteitsnet. Het huis heeft na realisatie de energie-neutraliteit niet continu gehaald.

Interessanter is het door het Duitse Fraunhofer Institute ontwikkelde en gerealiseerde energetisch gezien autonome 'Solar Hydrogen House' (Figuur 8.19) [Fraunhofer, 2003]. Het huis is gebaseerd op zonne-energie en een 'ultra low-energy' (en dus niet volledig autarkisch) ontwerp⁷⁷. De verwarming en voorziening van warm tapwater worden voor het grootste deel verzorgd door een zonnecollectorsysteem met thermische opslag. Het tekort aan energie wordt opgelost met fofovoltaïsche cellen die in de zomer, door middel van elektrolyse van water in een 'proton exchange membrane elektrolyse, de energie omzetten in waterstof. In de winter wordt dit gebruikt in een brandstofcel waarin het wordt omgezet in warmte en elektriciteit.

8.4

Autonome en (quasi) autarkische leefgemeenschappen en concepten

8.4.1

begripsbepaling

Op het schaalniveau van leefgemeenschappen is het, zoals vanuit historisch perspectief al bleek, goed mogelijk om autarkisch te functioneren. Recente praktijkvoorbeelden tonen dat het in deze tijd, mede dankzij allerlei (bestaande) technieken, zelfs goed mogelijk is op meerdere schaalniveaus⁷⁸.

De grootste verschillen tussen 'toen' en 'nu' zitten in de geringere gebruiksbepalingen en het niet meer noodzakelijk vervallen in sociaal isolement, naast enkele andere bezwaren die voortkwamen uit het streven naar autarkie in het verleden [Moet, 2004]. Wel moet sprake zijn van een sterke gemeenschapszin en bij voorkeur een egalitaire sociale structuur [Diamonds, 1999].

De draadloze informatie- en communicatiesystemen en het principe van de schaalconomie zorgen er voor dat autarkie, voor wat betreft de essentiële stromen⁷⁹ bovendien minder schaalafhankelijk en minder kostbaar wordt. Enkele meer algemeen gestelde technische 'problemen' moeten nog opgelost worden. Dit betreft:

- efficiëntie en integratie; veel van de duurzame technologie is nog steeds te benoemen als 'eerste generatie' voorbeelden die nog een verdere ontwikkeling vergen, vooral waar het de (ruimtelijke)integratie, en sociale acceptatie betreft.
- aanbod (toevoer) en vraag; veel van de hernieuwbare bronnen en concepten zijn nog te kwalificeren als discontinu, onvoorspelbaar en variabel (per seizoen, maand, dag en uur). Een volledig andere benadering van de verbindende infrastructuur en netwerk architectuur is nodig om een betere afstemming tussen input en output mogelijk te maken.

Autarkie, in de ecologische betekenis, wordt tegenwoordig door steeds meer ontwerpers en bouwers geclaimd⁸⁰. Mondiaal gezien zijn nog maar enkele werkelijk autarkische concepten te onderscheiden. Veelal zijn deze projecten uit één of andere noodzaak gerealiseerd.

Bijvoorbeeld vanwege het ontbreken van infrastructuur, vaak als gevolg van de geografische ligging. Ook is sprake van een achterliggend idealisme, wat voortkomt uit (technologisch)

optimisme dan wel (milieu) pessimisme. Over het algemeen valt de opsplitsing te maken tussen projecten die vanuit een zekere ‘techno-fix’ ontwikkeld worden en projecten die meer terug grijpen op (delen van) de principes van Permaculture en andere natuur of recycling georiënteerde stromingen.

8.4.2

Arcosanti; Arizona, Verenigde Staten

Tot de pioniers behoort de Amerikaanse architect Paolo Soleri die sinds 1956 onderzoek doet en experimenteert in de lijn van ‘humane ecologie’ naar wat hij noemt ‘Arcology’⁸¹. Zijn ideaal is een architectuur met een maximale interactie met de omgeving en minimaal gebruik van energie, materialen en ruimte⁸².

Figuur 8.19

Arcosanti project, Arizona, Verenigde Staten



⁷⁶ Een vergelijkend onderzoek naar de meerwaarde van de maatregel van het volledig met de zon meedraaien van de woning met bijkomende grote kosten en functionele consequenties in vergelijking met een ‘vaste’ optimale oriëntatie op de zon heeft nooit plaats gevonden.

⁷⁷ Onderdeel is onder andere ventilatie met warmteterugwinning en translucente isolatie (TIL).

⁷⁸ De steeds grotere hoeveelheid experimentele projecten qua schaal variërend van enkelvoudige woningen tot hele buurten en leefgemeenschappen biedt een ‘microkosmos’ om toekomstige ontwikkelingen van integrale systemen en de vele implicaties, zoals de ruimtelijke integratie, opslag en transport, te verkennen.

⁷⁹ Het aspect van de nutriëntenkringloop, specifiek toegespitst op de voedselvoorziening vergt wel ‘meer (fysieke) ruimte, moeite, tijd en kennis’ [Moet, 2004].

⁸⁰ Autarkie kan nooit volledig zijn

behalve op wereldschaal. In het streven naar zoveel mogelijk autarkie blijft het altijd onvolledige, of ‘quasi’ autarkie. De projecten die autarkie claimen zijn veelal vanuit een zeker idealisme gerealiseerd. Gevolg is vaak dat het semi-professionele, veelal individuele of zelfs amateuristische projecten betreft die niet of nauwelijks wetenschappelijk worden begeleid dan wel gemonitord. Een meer gedetailleerde verstreking van gegevens ontbreekt vaak of is onvoldoende en/of onvoldoende wetenschappelijk onderbouwd. Globale concepten en technologieën worden desgevraagd wel toegelicht, maar deelmodi of technische uitwerkingen van de oplossing(en) worden, als gevolg van geclaimde innoviteit, niet verstrekt. Het maken van een brede, objectieve en wetenschappelijk complete vergelijking tussen de van belang beschouwde projecten is daarmee onmogelijk gebleken. Voor de verdere uitwerking van dit hoofdstuk is daarom gekozen voor een

optekening van de concepten met een nadruk op de afwijkingen en op de consequenties voor gebruikers, schaal of schalen van toepassing en technische infrastructuur.

⁸¹ Arcology is een samenvoeging van ‘architecture’ en ‘ecology’. Paolo Soleri is afkomstig uit de school van Frank Lloyd Wright (zie noot 13 in de proloog). In het boek “Arcology: The city in the Image of Man” beschrijft Soleri mogelijkheden om de stedelijke structuren compacter te maken door de derde dimensie beter te benutten. Achtergrond is het door hem noodzakelijk geachte antwoord op de voortschrijdende ‘urban sprawl’ in twee dimensies. Deze visie heeft door interpretaties van anderen geleid tot plannen voor overkoepele steden. De projecten missen echter de sociale basis van Soleri’s originele plannen, gebaseerd op een verdere uitwerking van de ideeën van Frank Lloyd Wright, met name met betrekking tot transport, landbouw en handel. Soleri legt grotere nadruk

In 1970 is Soleri gestart met de realisatie van de (nagenoeg) autonome leefgemeenschap Arcosanti in de woestijn van Arizona (VS)⁸³. In het in Arcosanti gelegen non-profit Ecosa-Institute leren, doen en ervaren planologen en (landschaps)architecten hoe milieubewust kan worden gebouwd, gewoond en geleefd.

8.4.3

Hockerton Housing Project; Hockerton, Nottinghamshire, Verenigd Koninkrijk

Eén van de meer recente integrale projecten van meerdere woningen die het principe van autarkie gebruiken is het 'Hockerton Housing Project' in het midden van Engeland⁸⁴.

Figuur 8.20

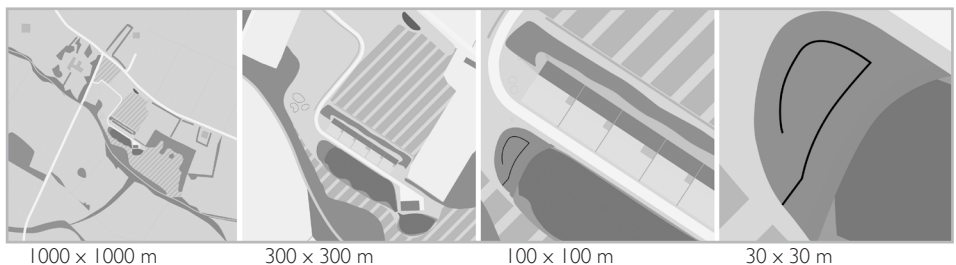
Hockerton Housing Project, Nottinghamshire, Engeland
Zuiveringsvijver en dijkwoningen



Het complex bestaat uit vijf gedeeltelijk in een dijklichaam ingegraven woningen, bestaande uit zes repeterende eenheden van drie bij zes meter met een ervoor gelegen centrale, verbindende serre (Figuur 8.21). Het woonblok huisvest in totaal 17 bewoners, waarvan 9 kinderen, en de totale kavelgrootte bedraagt ruim 10 hectare.

Figuur 8.21

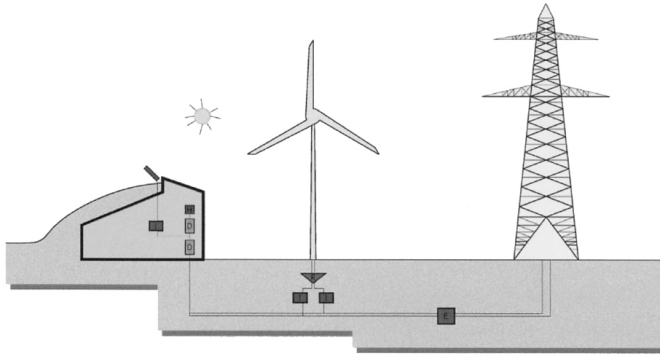
Hockerton Housing Project, Nottinghamshire, UK
Verschillende schaalniveaus



Interessant is het realiseringsproces van het project en de combinatie met zelfbeheer van omliggende landschap, vastgelegd in een 'Landmanagement Plan'⁸⁵ [HHP,1996b], mede ook bedoeld om misbruik van het project ten behoeve van bouwen in buitengebieden tegen te gaan.

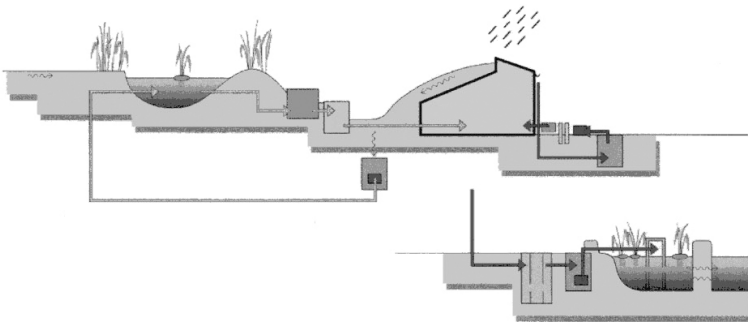
Figuur 8.22

Hockerton Housing Project, Nottinghamshire, UK
Schematische doorsnede energiesysteem



Figuur 8.23

Hockerton Housing Project, Nottinghamshire, UK
Schematische doorsnede watersysteem



op een meer integraal grondstoffenmanagement (hij noemt dit 'resource consumption and duplication'), land(terug)winning, eliminatie van individueel vervoer en uitgebreider gebruik van 'sociale bronnen'.

⁸² Doel is om op die wijze leefmilieus te realiseren die ontmoetingen tussen mensen onderling en met planten en dieren faciliteren en stimuleren.

⁸³ Een andere, vergelijkbare milieubewuste, maar slechts gedeeltelijk autarkische leefgemeenschap uit dezelfde periode is 'Drop city' in Colorado (V.S.).

⁸⁴ Het project is in 1993 ontwikkelt op een reeds in 1988 -net buiten de 'Village envelope' (rode

contour) van de plaats Hockerton (Nottinghamshire, UK) gelegen door de familie Martin gekocht terrein van 25 engelse acres (10 ha.) en is ontwikkeld tezamen met Robert en Brenda Vale (autonomous house) [HHP, 1996a]. Het planproces van het project duurde van 1993 tot 1998 en was oorspronkelijk gefinancierd door de 'Co-operative Bank'. Deze bank heeft het financieel beheer overgedragen aan de 'Ecology Building Society', die de leningen omzette naar hypotheek. Alle bewoners zijn contractueel gebonden aan de bijbehorende financiële- en gebruiksverplichtingen.

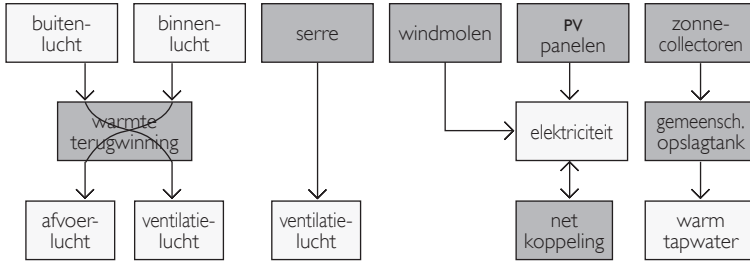
⁸⁵ In detail is vastgelegd hoe het project en de gebruikers lokaal

'duurzame ontwikkeling' zullen stimuleren, m.b.t. de herinrichting van het landschap, het bouwconcept, het ecologisch tuinieren, de energie- en waterzelfvoorziening, de recycling en verwerking van het afval, beperking van het aantal auto's op fossiele brandstoffen en voor het zelfbeheer van het terrein. Daarnaast moet elke volwassene tenminste 300 uur gemeenschapswerk verrichten (onderhoud, voorlichting, e.d.). De eisen die de lokale overheid verbond aan de verstrekking van de bouwvergunning, zijn om te voorkomen dat 'pseudo milieubewuste (woningbouw)projecten op goedkope landbouwgronden het project als precedent aanvoeren [HHP, 1996b].

Het energiesysteem is op basis van gecombineerde zonne- en windenergie uitgewerkt⁸⁶, terwijl het watersysteem bestaat uit een afvalwaterzuivering en een regenwateropvang ten behoeve van huishoudwater⁸⁷ (respectievelijk Figuur 8.23 ; Figuur 8.24).

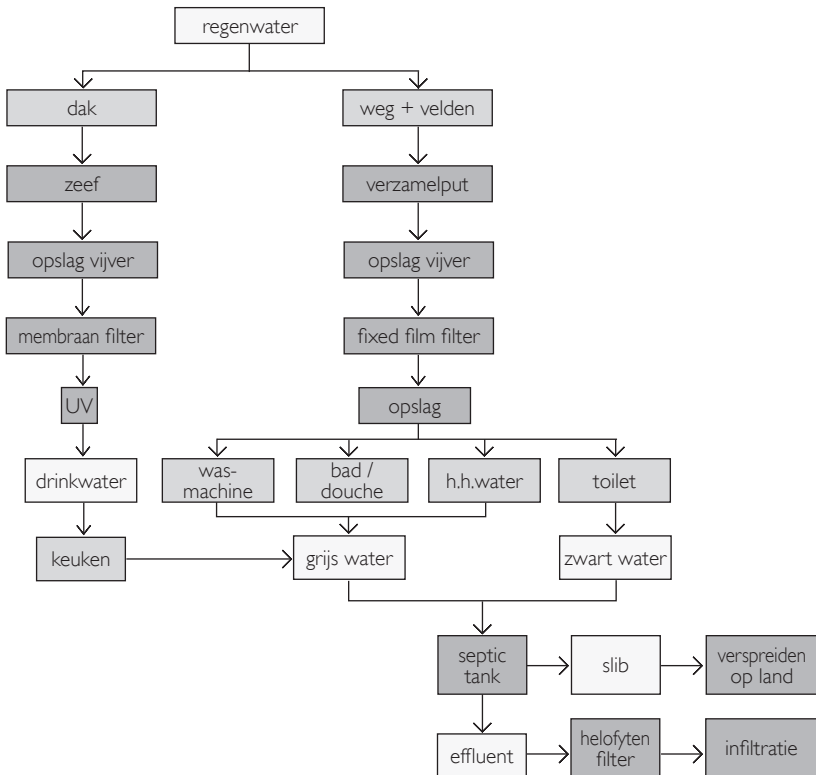
Figuur 8.24

Hockerton Housing Project, Nottinghamshire, UK
Schematische weergave energiesysteem



Figuur 8.25

Hockerton Housing Project, Nottinghamshire, UK
Schema (afval)waterstromen en behandelingencomponenten



8.4.4

Overige projecten

Minder extreem, en vooral dichter bij de gangbare bouwwijzen staand, zijn de diverse Ecovillages en vormen van Co-housing op milieubewuste grondslag (Figuur 8.27). Ze worden overal ter wereld gerealiseerd. Volledige zelfvoorziening is vaak wel het ideaal, maar wordt zelden gerealiseerd. Algemeen geldt dat vanuit een gemeenschappelijke wens om verdergaand duurzaam samen te wonen het principe van 'Neighbourhood Sustainability' steeds meer wordt opgepakt. Ook de steeds beter wordende mogelijkheid om het principe van de 'Economies of scale' te benutten is van belang [Rudlin, 2003]. Van de vele eco-villages⁸⁸ benaderen slechts enkele autarkie voor de belangrijkste stromen (energie, sanitatie & voedsel). Eén van de meer bekende en internationaal gelauwerde⁸⁹ Europese eco-villages waar, voor wat betreft deze essentiële stromen, nagenoeg zelfvoorziening bereikt is betreft Findhorn in Schotland⁹⁰. De leefgemeenschap bestaat uit 45 ecologische woningen en annexen, en blijft als gemeenschap nog steeds groeien [FF, 2004]. Enkele andere eco-villages (Figuur 8.27) die relevant zijn voor de manier waarop omgegaan wordt met de zoektocht naar lokale zelfvoorziening zijn de UFA Fabrik (Berlijn, Duitsland), Zegg (Duitsland), Christiania (Denemarken), Chrystall Waters (Australië) en Roskilde (Denemarken). Van deze eco-villages benaderen alleen het Duitse Zegg en het Australische Chrystall Waters voor de twee belangrijkste stromen zelfvoorziening. Dit is gerealiseerd met gebruik van zeer grote grondoppervlakten en lage bebouwings- en bewoningsdichtheid⁹¹ [Seitz, 2002]. De projecten worden gekenmerkt door centrale voorzieningen (gemeenschapshuis, gemeenschappelijke keuken, gastenverblijf en/of kampeerplek, wasmachines, afvalwaterzuivering, etc.). De grotere projecten, zoals Chrystall Waters zijn opgedeeld in kleinere deelclusters, met gedeelde faciliteiten op gebied van (regen)wateropvang, afvalbeheer en (in enkele gevallen) energievoorziening.

⁸⁶ Op het dak is een aaneengesloten strook van 60 pv-cellen per ('all-electric') woning (gemiddeld verbruik van 8 kWh/jr) geplaatst. Daarnaast zorgt een kleine, 'centraal' geplaatste windturbine van 5kW op een 26 meter hoge toren voor aanvullende elektriciteit. Warm water wordt (centraal) opgeslagen in een 1500 liter grote tank in de 'utility room'. De 'opslag' van electriciteit vindt plaats via een aansluiting op het net. Volledige energieneutraliteit is nog niet bereikt. De materialisering ondersteunt het energieconcept: vergaande isolatie (30 cm), zware, warmte accumulerende materialen aan de dichte noord-, oost- en westzijde, houtskeldebouw aan de serre, zuidzijde en nadruk op interne warmteproductie. In doorsnede loopt de interne hoogte af van 3 meter aan de zuidzijde naar 2,3 meter aan de (dichte) noordzijde [HHH, 2003].

⁸⁷ Na sedimentatie in een septic tank gedurende 10 dagen wordt het afvalwater in de aan de zuidzijde van de strook woningen gelegen vijver, in drijvende helofyten zuiveringsbedden gezuiverd. Folieschermen zorgen voor de afscheiding, een centrale pomp voor de goede doorstroming, en uiteindelijk wordt het gezuiverde water via een overloop in de scheidingsdam geloosd in de naastgelegen recreatieplas. De retentie van voorgezuiverd regenwater en een overschot van omgevingswater ten behoeve van huishoudwater vindt in eerste instantie plaats in betonnen tanks van 16.000 liter, waarna het via touw-, koolstoffilter en uv-behandeling wordt gezuiverd tot drinkwaterkwaliteit. Het water van het dak- en dijklichaam wordt opgepompt naar een hoger gelegen waterpartij (150 m³) aan de noordzijde van het complex [HHH, 2003].

⁸⁸ De achtergrond van 'eco-villages'

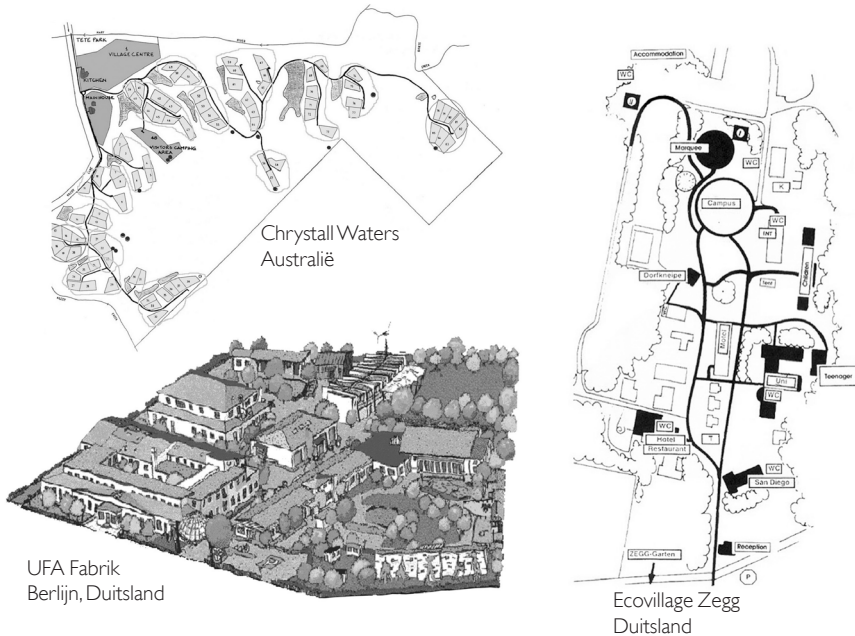
en 'sustainable communities' is het ontwikkelen van modellen voor leefgemeenschappen die milieubewustheid verder laten reiken dan milieutechniek en ecologie alleen. Belangrijk(st)e uitgangspunt vormen de sociale, economische en spirituele voorwaarden (milieubewustzijn) [GEN, 2004].

⁸⁹ De Findhorn Foundation Ecovillage Project heeft het 'Best Practice' predikaat ontvangen van de United Nations Centre for Human Settlements (Habitat) in 1998 [FF, 2004].

⁹⁰ De relatief goed functionerende leefgemeenschap bestaat uit individuele (meestal) vrijstaande woningen, met veel gedeelde faciliteiten (auto's, wasmachines, lokale, organische voedselproductie). Regenwater wordt opgevangen en gebruikt (voor tuintoepassingen). Het zwarte afvalwater wordt gezuiverd in een centraal geplaatste Living Machine.

Figuur 8.26

Voorbeelden Eco-Villages



Op de schaal van de leefgemeenschappen als geheel ligt de nadruk nog meestal op het sluiten van de energie (deel)kringloop, met de centrale infrastructuur als back-up voorziening. Ook voor de overige energie deelstromen is vaak sprake van een koppeling aan de centrale infrastructuur. Bij de projecten die door de geografische ligging geen centrale infrastructuur ter beschikking hebben, worden in eerste instantie vooral de waterstromen afgekoppeld en lokaal opgelost. Energie wordt in principe via hernieuwbare bronnen opgelost, met generatoren als back-up.

In Nederland worden relatief veel projecten op een milieubewuste grondslag gerealiseerd. Samenlevingsvormen dan wel gecombineerde projecten waarbij het doel van autarkie op meer dan één (essentiële) stroom wordt nagestreefd of benaderd zijn nog niet gerealiseerd⁹². Een Nederlands project waar op de schaal van een (quasi) leefgemeenschap is geprobeerd door middel van gebruik van hernieuwbare bronnen en directe verwerking c.q. hergebruik autonomie te bereiken voor twee van de essentiële stromen en variaties hierin te onderzoeken⁹³, is het relatief kleine vakantiewoningencomplex 'De Groene Leguaan' in Stavoren. Door een eenzijdige keuze voor zonne-energie, gecombineerd met twee slecht functionerende (de)centrale watersystemen, is het project als 'ensemble' mislukt. Dit komt doordat het gegeven van wisselende gebruikers ertoe leidde dat er bij het ontwerp/de bouw niet is uitgegaan van aanpassingen in het gedrag van de bewoners, waardoor de systemen op basis van de aanname van slordig gebruik zijn uitgevoerd en gedimensioneerd. Individueel (per woning) wordt energieneutraliteit overigens nog wel benaderd⁹⁴.

Recent zijn twee projecten die voortkomen uit het bieden van alternatieven voor de bewoners van de kunstenaarsnederzetting Ruigoord, nabij Amsterdam.

Eén project is gebaseerd op eco-village grondslagen. Het betreft het Ecu-village (ecologisch-cultureel) Alminde, nabij Almere (Figuur 8.28). Alminde is als deelstudie op basis van dit onderzoek mede ontwikkeld en ontworpen⁹⁵.

Figuur 8.27

Alternatieven voor nederzetting 'Ruigoord'



Ecovillage in Alminde, Almere
opzet leefgemeenschap



'Silent Green' gemeenschap Ruigoord, Amsterdam
voorbeeld zelfbouw woning

Het andere project is de verdergaande ecologisering van Ruigoord zelf, waarvoor de permanente woonbestemming door de gemeente Amsterdam is opgeheven. Getracht wordt de inmiddels door de verder uitdijende haven van Amsterdam omgeven groene enclave Ruigoord, die van oorsprong geldt als aansprekend voorbeeld van 'silent green' gemeenschap [Timmeren et al., 2003c; Heijligers et al., 2000; Balvers et al., 2000], en nu in eigendom is van het havenbedrijf Amsterdam, als cultuur- 'werk enclave' en tijdelijke verblijfsgemeenschap tezamen met de kunstenaars zelf en voortbouwend op de bestaande vormen van eigen beheer en zelfbouw, autonoom te maken, en de oplossingen daartoe te integreren in de diverse kunstuitingen.

De woningen zijn volledig gemaakt van bio-ecologische materialen, zijn energie-efficiënt (cellulose isolatie in dak, wanden en vloeren met U waarden van 0.2 W/m²C, en driedubbele beglazing U 1.65 W/m²C). Een 'centrale', 75 kW windmolen zorgt voor 15% van de elektriciteit van de gemeenschap. Daarbij zorgen zonne-energie toepassingen op de schaal van de individuele woningen en biomassa toepassingen tezamen met de windenergie ervoor dat 28% van de totale energie wordt verkregen met lokale opwekking. Ook zijn er enkele van de eerder behandelde innovatieve autarke concepten gerealiseerd, zoals een earthship, strobaal woningen etc. Er is een plan gemaakt om het energie-percentages de komende jaren uit te breiden naar 80 tot 90% [FF, 2004].

⁹¹ Eco-village Zegg stamt uit 1991; is ca. 15 hectare groot en bestaat uit 80 bewoners, waarvan een derde ook in de village zelf werkt. De ecovillage is netverbonden, al wordt het afvalwater op het eigen terrein

gezuiverd en wordt m.b.v. zonne- en windenergie toepassingen voor 80% in de eigen energie voorzien. Chrystall Waters is 256 hectare groot met in totaal ca. 200 bewoners (83 huishoudens). De huishoudens zijn grotendeels in elkaars nabijheid gesitueerd als buurten. Er is een, op het drinkwater na, gesloten waterkringloop. Het grootste deel van de village is elektriciteitsnet verbonden maar voorziet nagenoeg geheel in de eigen energie [Seitz, 2002].

⁹² Veelal wordt er wel een doel gesteld, maar het beperkt zich dan nog maar tot één van de stromen (meestal de energiestromen, in een enkel geval de waterstromen).

⁹³ Het project omvat 8 vakantie woningen en een bedrijfswooning, die als bio-ecologische demonstratiewoningen zijn uitgewerkt. Het 'onderzoek' betreft de toepassing van twaalf verschillende p.v. systemen. In totaal is 350 m² aan zonnepanelen geplaatst (30.000 kWh), verdeeld over drie typen, resp. 39, 40 en 45 m², en is aangesloten aan het centrale elek-

triciteitsnet. Daarnaast zijn er twee (afval)water systemen (voor elk twee woningen) van het -inmiddels failliete 'Holland Water' geïnstalleerd. Beide systemen bleken onrendabel, met name ook gezien het additionele elektriciteitsgebruik. Eén systeem is inmiddels defect, en kostentechnisch gezien niet meer reparabel.

⁹⁴ Het complex en de individuele woningen staan inmiddels te koop.

⁹⁵ De gemeenschap betreft een ontwikkeling van de woningbouwvereniging Kristal en is gelegen in de jonge bossen ten zuidoosten van Almere. Het betreft een proefproject, waarbij een deel van de voormalige bewoners van Ruigoord (ca. 1/3^e) tezamen met andere geïnteresseerden vanuit de insteek van zelfbouw en zelfbeheer een gemeenschap vormen die autonoom moet kunnen functioneren. Autonomie op deelstromen is een streven, al vind toetsing ook economisch plaats, en zal voor elektriciteit en drinkwater aangesloten worden op de centrale netwerken.

8.5

Conclusies & Aanleiding Hoofdstuk 9

8.5.1

conclusies hoofdstuk 8

- Een doelverschuiving binnen de essentiële infrastructuur op hogere schaalniveaus van de fundamentele behoefte ‘onderhoud’ naar ‘bescherming’ is noodzakelijk.
- Autarkie is tot op heden niet (langdurig) stabiel gebleken. Het idealisme, de geforceerde wens om autarkie ten koste van alles te bewerkstelligen vormt de grootste beperking voor het realiseren van de noodzaak tot volledig verduurzamen en continu kunnen transformeren van de ruimtelijke ordening. Verbonden autarkische onderdelen bieden meer perspectief.
- Als je bouwt in kwetsbare buitengebieden, kan dat alleen door het vastleggen van blijvende autarkie, dan wel ontkoppeling door middel van afspraken over zelfbeheer, omgevingsbeheer en verantwoordelijkheidsstelling.
- Het opnemen van educatieve of culturele activiteiten als onderdeel van de (autarkische) gemeenschap kan de ‘civitas’, en daarmee betrokkenheid versterken.
- Projecten die streven naar autarkie dienen beter te worden gefaciliteerd, geprofessionaliseerd én tot in detail geanalyseerd en geëvalueerd.
- Om de huidige en toekomstige milieuproblemen in relatie tot het waterbeheer op te lossen moet de mens tot een ander bewustzijn van zijn relatie tot water komen: men moet weer gaan denken in dynamische en levende kringlopen.

8.5.2

aanleiding hoofdstuk 9

De beschrijving van de ontwikkeling van (quasi) autarkische en autonome projecten heeft geleid tot een referentiekader voor ontwikkeling van verzelfstandigde structuren volgens het principe decentralisatie. En een serie van mogelijke maatregelen omschreven binnen het Programma van Mogelijkheden (PvM; hoofdstuk 14.3.2).

Op grond van de conclusie van instabiliteit van autarkie en de aldus geconstateerde noodzakelijke interconnectie bij decentrale en/of lokale oplossingen, dient gekeken te worden wat de consequentie daarvan is voor de ruimtelijke ordening.

Vooraf de polycentrische modellen van Rogers [1997] en Saxenian [1994] zijn relevant voor een nieuwe netwerkgeometrie en verduurzaming van de essentiële stromen en bijbehorende netwerken⁹⁶. Deze nieuwe netwerkgeometrie zal verder uitgewerkt moeten worden. Hieraan vooraf moet het principe van verbinding van stromen en oplossingen onderling geanalyseerd worden.

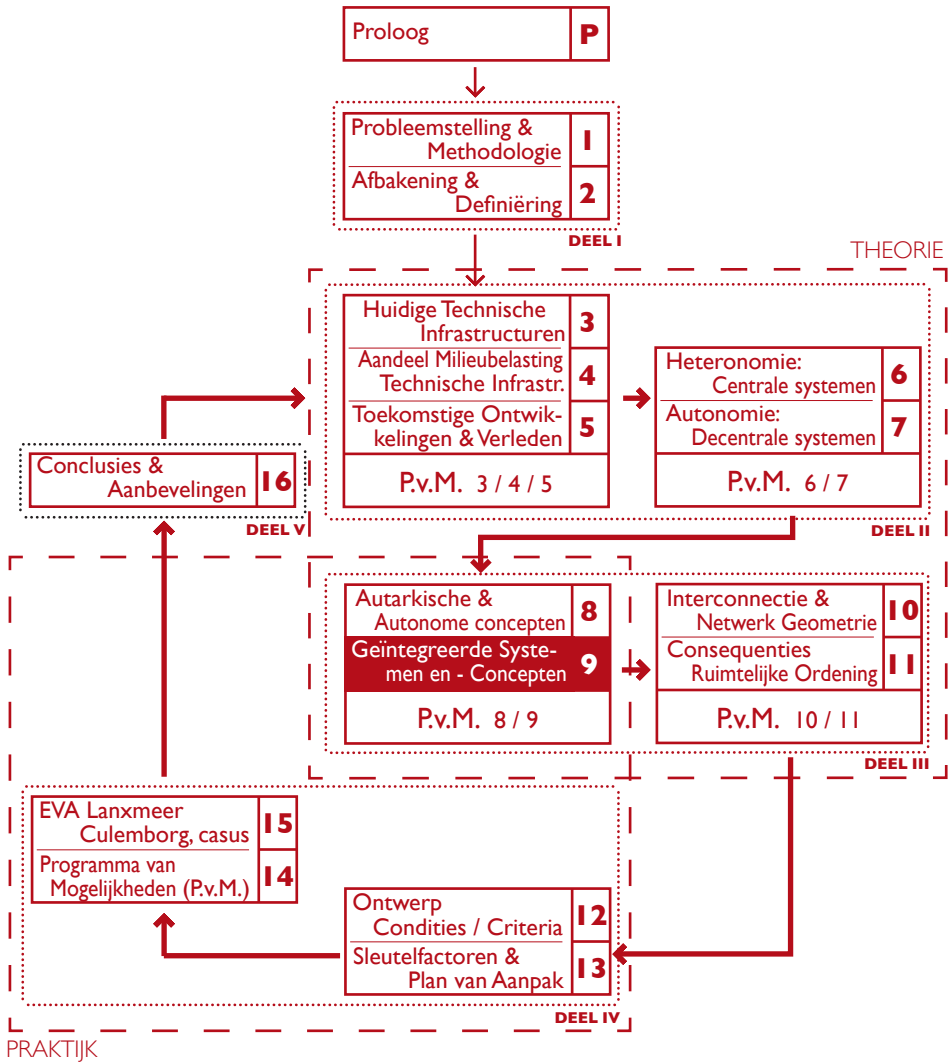
Binnen de gehanteerde onderzoeksmethodologie zal dit gebeuren op grond van gerealiseerde projecten. Het gaat enerzijds om de interconnectie van oplossingen op lagere schaalniveaus met betrekking tot de energie- en sanitatievoorziening: zogenaamde gecombineerde energie-sanitatie concepten⁹⁷, anderzijds om de combinatie van voorzieningen met andere ruimtelijke bestemmingen: zogenaamde gecombineerde ruimtelijk – ecologische functies, aangeduid met stadsecologie.

⁹⁶ Ten behoeve van een verbeterde afstemming op de geformuleerde maatschappelijke doelstellingen welzijn en ‘duurzame ontwikkeling’.

⁹⁷ Integratie strategie voor een

duurzaam sanitatie en energie management heeft een direct verband met verbonden onderwerpen zoals landbouw (in het bijzonder stedelijke landbouw), aquaculturen, horticu-
tuur, voedselzekerheid, gezond-

heidszorg en de onderhoud en verzekering van onontbeerlijke delen van gesloten kringlopen [Timmeren et al, 2004b]



Geïntegreerde Systemen en Concepten

9.1

Inleiding

9.2

Integratie en concentratie van functies en deelstromen

9.3

Referentieprojecten verbonden energie - sanitatie voorziening

9.4

Gecombineerde ruimtelijk - ecologische functies

9.5

Discussie

9.6

Conclusies & Aanleiding Hoofdstuk 10

h9

“Our cities, our technology and our architecture
give us the illusion of controlling nature,
when in fact,
it is nature that controls us.”

Anthony Brown, dir. Ecosa Institute

9.1

Inleiding

In vervolg op hoofdstuk 8 met voorbeelden van bestaande autonome en autarkische concepten behandelt dit hoofdstuk mogelijke referentie projecten waar sprake is van verdergaande integratie en/of interconnectie van functies en voorzieningen voor de essentiële deelstromen sanitatie en energie op lagere schaalniveaus. Deze hoeven niet vanuit een streven naar autonomie of autarkie voort te komen. Het hoofdstuk sluit de beantwoording van de tweede deelvraag met betrekking tot gerealiseerde decentrale concepten af, en richt zich op integratie aspecten van de verschillende stromen en duurzame oplossingen onderling, en met de directe leefomgeving. Het vormt de aanzet voor de beantwoording van de vijfde achtergrondvraag.

Achtergrondvraag V:

Moeten- en kunnen de verschillende technieken voor het optimaliseren van de stromen samengevoegd worden in één "device" of dienen ze afzonderlijk geïntegreerd te worden in bestaande (infra)structuren of gebouwen?¹

Eerst wordt ingegaan op de twee naar voren gekomen vormen van integratie² en de vertaling ervan binnen het ruimtelijke model van polycentrische ontwikkeling van compacte, op zelfvoorziening gerichte stedelijke knopen. Via de beschrijving van referentieprojecten en -concepten wordt vervolgens ingegaan op achtergrondvraag III uit hoofdstuk 1.3.2. De vraag richt zich daarmee in meer algemene zin op het benoemen van een optimale schaal met betrekking tot de essentiële stromen als basis van zelfvoorziening. Het optimaliseringsvraagstuk aangaande het realiseren van een integrale oplossing staat centraal.

Achtergrondvraag III:

Is er een optimale schaal voor autonomie per stroom, en zo ja, wat is de optimale schaal?³

Vanuit de referentieprojecten wordt daarmee ook ingegaan op achtergrondvraag IV.

Achtergrondvraag IV:

In hoeverre kan via het oplossen van duurzaamheidsvraagstukken de participatie en betrokkenheid van gebruikers verhoogd worden?⁴

¹ Toelichting bij achtergrondvraag V (ten dele overgenomen uit hoofdstuk 1.3.2): ;Het grond- en daglichtgebruik van de verschillende, al dan niet op natuurlijke processen gebaseerde, milieutechnieken om autonomie te realiseren moet worden geanalyseerd en waar mogelijk geoptimaliseerd. Is dit te integreren in bestaande bouwwerken of bestaande infrastructuur, en hoe is het proces van 'duurzame ontwikkeling' op wijk, buurt-, blok- of gebouwniveau in relatie tot de oplossing te optimaliseren;

² De (technische) geïntegreerde oplossing van duurzaam en decentraal oplossen van de energie- en sanitatievoorziening, en de integratie van decentrale oplossingen met andere gebruiksfuncties en voorzieningen.

³ Toelichting bij achtergrondvraag III (overgenomen uit hoofdstuk 1.3.2): ;Los van het bepalen van een optimale schaal van toepassing voor de aan de verduurzaming van het totaal van de stromen gerelateerde technieken is het van belang om per deelstroom te kijken naar opti-

male schaal, beredeneerd vanuit de milieutechnische-, ruimtelijke- en gebruikerscriteria. Onderzocht moet worden waar per proces het optimum tussen 'lowtech' en 'hightech' autonome systemen ligt [Röling, 1996] en op welke manier er combinaties mogelijk zijn van programma's en technieken die op dit moment nog de neiging hebben zich van elkaar te isoleren;

⁴ Toelichting bij achtergrondvraag IV (ten dele overgenomen uit hoofdstuk 1.3.2): ;Onderzocht moet worden in hoeverre het al

In paragraaf 9.5 (Discussie) worden de belangrijkste projecten uit dit hoofdstuk en het voorgaande besproken met betrekking tot het oplossen van het sluiten van de deelstromen, en voor het schaalniveau waarop dit gebeurt is. Ook de consequenties voor gebouwde omgeving en belanghebbenden komen aan de orde.

9.2

Integratie en concentratie van functies en deelstromen

9.2.1

polycentrische ontwikkeling als basis

In het voorgaande hoofdstuk is gebleken dat een belangrijk kenmerk van autarkie is dat zowel ecologische- als economische autarkie staat of valt met de mate van de eigen rigiditeit. Een systeem op basis van onafhankelijke, op autarkie gebaseerde cellen is in principe beter in staat veranderingen op te nemen, maar gedijt het best in een milieu van (markt)stabiliteit en langzaam veranderende technologie. Vooral de extensieve integratie biedt naast voordelen volgens het principe van de ‘economies of scale’, een grotere (markt) controle [Chandler, 1977]. Veranderende condities qua milieu, gebruik of techniek kunnen binnen een dergelijk systeem leiden tot het vastzitten aan een gekozen technologie en/of structuur, en daarmee mogelijk tot beperking van tijdig aanpassen.

Zoals gebleken in hoofdstuk 8 zijn, door recente technologische verbeteringen, kleinschalige autonome entiteiten beter mogelijk geworden. Dit geldt ook voor verbonden kleinschalige ‘quasi’ autonome of autarkische entiteiten die, door hun niet geïsoleerde karakter, de voortdurende transformaties beter zullen kunnen opvangen. Interdependentie en heteronomie neemt dan afstand van het romantische ideaal van individuele autonomie of zelfs autarkie, maar vormt een goede basis voor ruimtelijk gezien volhoudbare ontwikkeling. Wel geldt dat de consequenties afhangen van de mate waarin het principe van de ‘economies of scale’ is toegepast. Een structuur van onverbonden autarkie is in principe instabiel. Bovendien geldt dat zelfs de verschillende vormen van ‘economies of scale’ gezamenlijk altijd zullen tenderen naar een principe van ‘scale economy’ [Anderson, 2001]. Een op een geografisch geclusterd netwerk gebaseerd systeem van op autonomie gerichte knopen daarentegen biedt mogelijkheden om tijdig te anticiperen op veranderingen die voortkomen uit techniek, maatschappij of marktcondities [Saxenian, 1984].

Deze netwerkfilosofie of –geometrie gaat uit van het creëren van ‘cellen’ die al dan niet hiërarchisch ten opzichte van elkaar een ruimtelijk, sociaal, economisch dan wel ecologisch bezien (sterk) netwerk vormen. Belangrijk voordeel is dat als een cel wegvalt of in de problemen komt het duurzame netwerk blijft bestaan, en dus volhoudbaar⁵. Achtergrond is het in hoofdstuk 7 geconstateerde principe dat realiseren van kringlopen op grote schaal kleinere kringlopen via regelgeving vaak uitsluit, andersom is dit minder het geval⁶. Belangrijkste achtergrondgedachte van het zoeken naar kleinere schaalniveaus van autonomie of zelfs autarkie is de grotere mogelijkheid tot het creëren van vrijheden op deelgebieden of kleinere schaal, zonder bestaande ontwikkelingen en investeringen in de grotere structuren aan te moeten passen⁷.

In het voorgaande hoofdstuk is het polycentrisch model van Rogers genoemd. Alhoewel het model vanuit een ander oogpunt wordt aangedragen⁸ biedt het houvast voor de vertaling van het principe van onderling verbonden knopen die ieder op zich autonomie voor de essentiële deelstromen energie en sanitatie nastreven. Op bovenstedelijke schaal is het model op meerdere wijzen uit te werken⁹.

De econome Saxenian [1984] gaat in haar onderzoek naar de voor- en nadelen van dergelijke verbonden structuren van geconcentreerde activiteiten in knopen niet specifiek in op dichtheid of grootte, maar onderbouwt de kracht van het model aan de hand van het achterliggende principe: een op de schaal van de regio geografisch geclusterd netwerk gebaseerd systeem van (al dan niet autonome) gespecialiseerde knopen, heeft in de economische betekenis veel voordelen. De argumenten hiervoor gaan grotendeels ook op voor de ecologische betekenis (zie hoofdstuk 2.2.1).

Een dergelijk, meer uitgewerkte typologie van ruimtelijke ordening biedt op bepaalde schaalniveaus ook betere aanknopingspunten voor andere aspecten van duurzame ontwikkeling, zoals bijvoorbeeld duurzaam transport [Urbed, 2001; Rogers, 1997] en verbeterde integratie van recreatie nabij wonen en werken. Het model kan daarmee worden uitgewerkt naar een praktijkgericht gidsprincipe om het hoofddoel van dit onderzoek te bereiken: het structureel verduurzamen van de essentiële stromen in of nabij de ruimtelijke omgeving.

Bij een dergelijke netwerkfilosofie zijn de kernvragen: Wat bindt de cellen in zo'n netwerk? en: Hoe moet het vertaald worden naar de bestaande (grotendeels ingevulde) ruimtelijke ordening?

Voor de eerste vraag is dat ruimtelijk gezien de ordening of stedenbouwkundige typologie. Een belangrijke rol daarin is weggelegd voor de verbinding en interdependentie, ofwel de infrastructuur (ondergronds en bovengronds)¹⁰ (Figuur 9.1) en de uitwerking van het noodzakelijke principe van heteronomie. De verbinding komt voort uit de verschillende structuren: de groenstructuur (recreatie, agrarisch, 'vrije' natuur, etc), de cultuurhistorische structuur, de waterstructuur en de (verkeer)stromeninfrastructuur (zichtbaar en onzichtbaar). Ook is sprake van een sociale binding en van een economische binding. Deze twee verbindingen werken door al deze structuren heen. Gesteld kan worden dat de structuurdragers al waarden zijn, en dat ze als zodanig ook zijn aan te duiden als de kritische elementen, ofwel als de succes- en faalfactoren: de punten waar het mis kan gaan. Positief gesteld: waar de veranderingen juist geïnitieerd moeten worden. Het zijn de structuurdragers van de verandering¹¹.

dan niet dichter bij de gebruikers realiseren van autonome systemen m.b.t. de essentiële stromen leidt tot een grotere betrokkenheid van die gebruikers en of het meer zichtbaar maken van de oplossingen leidt tot al dan niet positieve gedragsveranderingen;

⁵ Vaak wordt gerefereerd aan honingraatstructuren.

⁶ Daarnaast geldt dat een dergelijk, meer uitgewerkte typologie van ruimtelijke ordening op bepaalde schaalniveaus tevens betere aanknopingspunten biedt voor bijv. meer duurzame vormen van transport, zoals car-sharing faciliteiten met elektrische of door waterstof aangedreven auto's [Urbed, 2001] en vormen van E-fulfillment (centrale-internet ondersteunde inkoop aflever- depots in (woon)wijken ter ondersteuning van nieuwe vormen

van boodschappen doen).

⁷ Het biedt mogelijkheden voor het creëren van ontwerp- en 'leefvrijheden' met betrekking tot diverse deelgebieden (verkeer/vervoer, recreatie, voorzieningen), en daardoor voor het volhoudbaar versterken van het gehele systeem dan wel van het samengestelde netwerk van autonome deelsystemen.

⁸ Het in basis stedenbouwkundige model gaat uit van meerdere compacte knopen gebaseerd op loop en fietsafstanden en inwonertallen van tussen de 2000, bij laagbouw in lage dichtheid, én in compacte setting, tot 80.000, bij hoogbouw in zeer hoge dichtheid en binnen compacte setting [Rogers, 1997].

⁹ De plannen voor het transformeren van de Randstad naar een Bandstad (ondermeer via een

randstadrail) met een koppeling van zelfstandige kernen [Röling, 2000a] kunnen als voorbeeld gezien worden, en eventueel naar de bevindingen omtrent clustering en interconnectie worden uitgevoerd. Ook de regio rond Parijs, de zogenaamde 'les pais' kan mogelijk als voorbeeld dienen van het zelfregulerend functioneren van enclaves, al is dat in dit geval vooral ook bestuurlijk-organisatorisch. De ruimte is meer afgestemd op het individueel gemotoriseerd transport, en er is geen kenmerkende schaal.

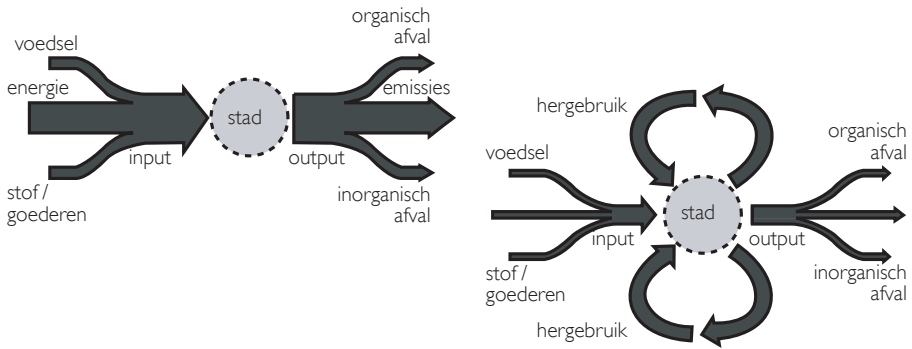
¹⁰ De brede definitie van infrastructuur wordt aangehouden (zie hoofdstuk 2.2.1 en Bijlage XII).

¹¹ Gezien de vraagstelling van het onderzoek zal de nadruk bij de uitwerking, naast de gevraagde milieutechnische verbetering, liggen op de ruimtelijke en sociale aspecten

De naar voren gekomen verandering volgens de netwerkfilosofie van verbonden knopen gericht op autonomie en het toepassen van decentrale oplossingen op het schaalniveau van deze knopen, leidt tot belangrijke criteria voor de meer concrete uitwerking c.q. invulling.

Figuur 9.1

Introductie van lokaal hergebruik



In hoofdstuk 7 is geconcludeerd dat decentrale systemen alleen kans van slagen hebben als deze gecombineerd worden met andere functies (of structuurdragers) en dat getracht moet worden de teruggebrachte energie-, water- en nutriëntenstroom zo dicht mogelijk bij de (decentrale) oplossing her te gebruiken c.q. in te brengen in het natuurlijke systeem. Als nu de decentrale systemen gedefinieerd worden als onderdeel van de technische stromeninfrastructuur, houdt dit, met betrekking tot de tweede kernvraag, in dat gezocht moet worden naar mogelijkheden van integratie met de water- en groenstructuur enerzijds en met de cultuurhistorische structuur anderzijds. De integratie met de water- en groenstructuur kan binnen een dergelijke netwerkfilosofie plaatsvinden met vormen van landbouw of recreatie. De integratie met de cultuurhistorische structuur zou uitgewerkt kunnen worden in het kader van educatie en gecombineerd beheer. Het uiteindelijke doel voor een duurzame ruimtelijke ontwikkeling ligt in de combinatie van meerdere structuurdragers, waarbij sprake is van een optimum tussen ‘monotoon’ en ‘verzadigd’ in. Dit impliceert dat voor het vinden van de optimum schaal van autonomie het minder waarschijnlijk is dat deze op het hoogste- of laagste schaalniveau gevonden wordt¹².

Het biedt in aansluiting op de belangrijkste conclusies uit hoofdstuk 6 en hoofdstuk 7 goede mogelijkheden om de noodzakelijke transitie van productlevering naar dienstverlening binnen de essentiële stromen energie en (in mindere mate) sanitatie beter mogelijk te maken¹³. Dit wordt ook wel aangeduid als de verandering van de ‘scale economy’ naar een ‘economy of scope’¹⁴. Door de privatisering in de energie- en vaste afvalverwerkingsmarkt gaat het principe steeds meer op voor deze essentiële voorzieningen.

De bij de internationalisering gepaard gaande regionalisering en clustering speelt een belangrijke rol [Verschuuren, 2002].

9.2.2

voorwaarden voor stadsecologie

Door een, veelal regio gebonden, tekort aan woningen wordt in Nederland in een relatief hoog tempo gebouwd, dijen de bestaande steden olievlekgewijs uit en veranderen steeds vaker in complexe stedelijke netwerken bestaande uit verschillende conurbaties¹⁵.

Ondanks de schijnbare benadering van polycentrische ontwikkeling zijn, door het gebrek aan samenhang en de complexe verweving en inrichting gericht op automobilititeit, de netwerken niet op te vatten als vertaling van het netwerkprincipe van verbonden geconcentreerde knopen¹⁶. Daarbij is, door een toenemend tekort aan ruimte voor de te bouwen hoeveelheid woningen en in mindere mate kantoren en bedrijfsgebouwen, de vraag naar meervoudig ruimtegebruik en het verdichten van bestaande wijken en steden actueel. Men spreekt ook wel van ‘inbreiden’. Dit verdichten van steden kan in principe als een goede ontwikkeling beschouwd worden aangezien de stad of stadsdelen met lage dichtheden meer stedelijkheid genereren en zo de milieuefficiëntie van de nutsvoorzieningen verbetert. Door het verdichten van de binnenstedelijke gebieden komt ook een steeds grotere druk te liggen op de oudere stadsdelen en dan met name op de verschillende nog aanwezige structuren, variërend van de fysieke (technische) infrastructuur tot schijnbaar onzichtbare sociale structuren¹⁷. In de verdichte stad blijven bovendien minder open en openbare plekken met verblijfskwaliteit over¹⁸. Met de groei van een stad is een gelijkopgaande groei van openbare ruimtes te verwachten.

De realiteit is anders. Openbare gebieden, zoals pleinen of groenvoorzieningen, verdwijnen door het korten op beheergelden en door afwezigheid van voldoende bouwgrond¹⁹. Ook in het gewone straatbeeld wordt de openbare ruimte van de inwoners teruggedrongen²⁰. Daarnaast zien we dat van de (snipper)groene plekken die de stad nog kent, veel er verwaarloosd en verlaten bij liggen. Steeds minder geld voor onderhoud en beheer is hier debet aan. Een groot deel van het groen ligt in hinderzones, is versnipperd en eenzijdig van samenstelling.

(zie hoofdstuk 1).

¹² Dit wordt onderschreven door Papanek [1995], die stelt dat één van de centrale problemen de onjuiste schaal is waarop ecologische- (en) ontwerpproblemen worden opgelost. Zijn stelling “Nothing big works – Ever!” [Papanek, 1995], dient dus aangevuld te worden met ‘A lot of autonomous small – Neither’. Het komt voort uit de geringere flexibiliteit, en duurzaamheid, door de eenzijdige ontwikkeling van de schaal van toepassing. De oorsprong van het woord autarkie komt niet voor niets voort uit de gewenste zelfvoorziening op de schaal van de ‘polis’, ofwel stad (zie hoofdstuk 8.2.2).

¹³ De vraag van consumenten is als gevolg van globalisering en individualisering minder voorspelbaar en ook minder eenduidig, waardoor veel bedrijven flexibele organisatievormen en directe marketinginstrumenten ontwikkelen.

¹⁴ In een ‘economy of scope’ werken clusters van gespecialiseerde bedrijven nauw samen op basis van het synergetisch afstemmen van

input en output en het uitwisselen van kennis, ofwel ‘kennistransfer’.

¹⁵ Verschillende grote en kleine kernen vormen een conurbatie, wanneer zij sociaal-geografisch op elkaar betrokken zijn, maar toch een zekere geografische zelfstandigheid kennen in bijvoorbeeld sociaal economisch opzicht. Gesteld kan worden dat binnen de term stedelijk netwerk de sociaal-geografische en sociaal-economische relaties en grenzen van de verschillende kernen zoals deze binnen een conurbatie worden onderkend, nog sterker vervagen en hooguit tot bestuurlijke of ‘zichtbare’ eenheid worden gecombineerd (zie bijlage VI).

¹⁶ Als bestaande steden gezien worden als de knopen in het totale stedelijke systeem, geldt als voordeel dat ze vanuit de traditie een sterke autonomie van bestuur en daaraan gerelateerde identiteit kennen [Schrijnen, 2005].

¹⁷ De oudere wijken kampen vaak met problemen als overlast door verkeersdruk, milieuvervuiling, het effect van gettovorming, sociale

isolatie, onveiligheid en culturele verarming. Deze stadsdelen huisvesten steeds vaker de zwakkere sociale klasse aangezien draagkrachtige bewoners wegtrekken naar de eerder genoemde nieuwbouw (vinex)locaties aan de randen van de steden en naar de buitengebieden of juist naar de meer aantrekkelijke delen van de stad, zoals historische centra.

¹⁸ Onder de openbare plekken vallen niet alleen de echte ‘open’ gebieden, zoals parken en pleinen, maar ook de gebouwen die openbaar zijn, zoals een museum, een bibliotheek of een sport- en recreatieruimte voor jongeren. Openbare gebouwen verliezen als gevolg van privatiseringen, veiligheidsdoelstellingen en soms door heffing van entreegelden, steeds vaker hun openbare karakter.

¹⁹ De eenvoudige, gecombineerde mogelijkheid om de terreinen te verkopen en zo geld vrij te maken vervalt daarmee.

²⁰ Ondermeer door toename van het autoverkeer.

Al met al geldt dat de ecologische en ruimtelijke condities van de open gebieden in en om steden steeds meer onder druk staan: afstanden worden groter, technische infrastructuren minder zichtbaar en verkeersinfrastructuren vormen steeds vaker een belemmering en geven eerder aanleiding tot irritatie. Voor de ‘gebruiker’ heeft dit sociaal gezien negatieve consequenties²¹.

De sterk verdichte bestaande stadswijken, maar ook de grotere uitbreidingswijken hoeven niet altijd een grotere belasting voor milieu en stad in te houden. Voorwaarde is dat de structuur op het bovenliggende schaalniveau wordt uitgewerkt volgens het principe van het policentrisch netwerk van verbonden geconcentreerde knopen.

Voor een individuele (huishouden gerichte) milieuaanpak is in een verdicht stadsgebied (veelal) weinig tot geen ruimte beschikbaar. Bovendien past deze aanpak moeilijk binnen de tijdsbesteding en leefstijl van de gemiddelde stadsbewoner. Verbeteringen moeten dan ook niet op het individuele schaalniveau, maar op het schaalniveau van het stadsdeel, de wijk of de buurt liggen (zie ook hoofdstuk 7). Mits goed ondersteund en beheerd is deze strategie als positiever te classificeren dan het gangbare ‘stellen van geboden en verboden’²².

Voornaamste voordeel vanuit de gebouwde omgeving is dat het de esthetische en functionele kwaliteiten versterkt, bestaande schaarse openbare gebieden zoals parken, pleinen en openbare gebouwen benut, en de ‘aflaesbaarheid’ van oplossingen verbetert. Daarmee geeft het de algemene leefbaarheid en duurzaamheid een positieve injectie [Dorst, 2005].

De middelen om dit te bereiken zijn samengevat:

- slim situeren, met de nadruk op nabijheid van voorzieningen,
- dicht bouwen, binnen een beloop-, c.q. fietsbare afstand,
- zoneren van verkeer, en nadruk op langzaam verkeer en openbaar vervoer,
- vervlechten van activiteiten en desbetreffende structuurdragers (zie hoofdstuk 9.2.1), en
- zorgvuldiger integreren en vormgeven van processen²³ met een nadruk op comfort.

Relevant voor de verdere invulling is het richtlijnenkader ter formulering van het begrip stadsecologie [Tjallingii, 1990]. Hierin zijn drie strategieën, die omschreven worden als ‘de verantwoordelijke stad’, ‘de levende stad’ en ‘de participerende stad’²⁴. De strategieën gezamenlijk worden uitgangspunt voor de uitwerking van de stedelijke structuur gebaseerd op gesloten kringlopen, volgens het netwerkprincipe van verbonden geconcentreerde knopen.

Bij de strategie van de ‘verantwoordelijke stad’ ligt de nadruk op het bewust omgaan met de stromen in het a-biotische veld (energie, water, (voeding)stoffen, materialen). De te volgen strategie bij deze deelproblematiek is:

- zuinig met gebruik;
- hergebruik;
- vernieuwbare grondstoffen;
- verantwoordelijkheid voor aan- en afvoerstromen.

Bij de ‘levende stad’ ligt de nadruk op het bewust omgaan met groei en differentiatieprocessen, en een strategie van:

- het biotische en a-biotische op elkaar afstemmen en de differentiatieprocessen inschakelen en versterken.

Bij de ‘participerende stad’ ligt de nadruk op het verkrijgen van bewuste aandacht voor betrokkenheid van mensen²⁵. Dit behelst:

- het zichtbaar maken van de relatie stad-natuur in (het) ontwerp: ruimtelijk, stedenbouwkundig en als proces c.q. stadshuishouding;
- menselijke habitat in de basisvoorwaarden;
- ruimte scheppen voor zelfwerkzaamheid.

De drie strategieën gezamenlijk zijn van belang voor een verdere verduurzaming c.q. de ontwikkeling van een stadsecologie²⁶. Er zijn verschillende ruimtelijke condities aan te verbinden.

Naast het scheppen van ruimte voor zelfwerkzaamheid is een belangrijke taak het creëren van ruimte voor initiatieven en veranderingen tijdens, maar vooral ook na realisatie van de functietoekenning. Achtergrond is dat de gebruiksfase, na realisatie minstens zo belangrijk is, en deze het (slechts) opnemen van vormen van (quasi) inspraak tijdens de planvorming en realisatie overstijgt. Het al dan niet succesvol milieuvriendelijk functioneren is gebruiker- en cultuur gerelateerd te noemen²⁷. Vooral het tijdsperspectief is van waarde²⁸. Daarbij zijn de aspecten ‘orde versus vrijheid’²⁹ en ‘ontmoeting’³⁰ van toenemend belang [Vrolijk, 2003].

In de hoofdstukken 6 en 7 is naar voren gekomen dat decentrale systemen de gewenste ‘flexibiliteit’ in principe beter faciliteren dan centrale systemen³¹. Centrale infrastructuren kunnen wel condities leveren, mits ze een bepaalde (keuze)vrijheid mogelijk maken³². Voordeel van het richten van de uitwerking van de stedelijke structuur, gebaseerd op gesloten kringlopen en uitgewerkt volgens het netwerkprincipe van verbonden geconcentreerde knopen, is dat het efficiënte decentrale sanitatie concepten mogelijk maakt³³. Het biedt perspectief voor werkelijk geïntegreerde systemen in combinatie met vormen van ‘urban agriculture’.

²¹ Door de steeds dichtere leefomgeving en toenemende mens- en verkeer- c.q. stofstromen raken “stad en mens” steeds vaker letterlijk ‘overspannen’ [Buchanan, 1992].

²² Binnen het inzetten van decentrale systemen op deze schaal volgens het besproken netwerkprincipe kan de voorbeeldfunctie en de integratie van vormen van educatie eenvoudiger uitgewerkt worden.

²³ Met name ten aanzien van slim situeren, dicht bouwen en vervlechten van ruimtegebruik zijn er mogelijkheden voor bepaalde vormen van symbiose van gedifferentieerde infrastructurele voorzieningen die duurzame ontwikkeling beter faciliteren.

²⁴ De strategieën zijn te koppelen aan de drie belangrijkste probleemthema’s aangaande het milieu: uitputting, vervuiling, en aantasting. Bovendien haakt een dergelijke indeling in op twee sociale thema’s: de nivellering en de vervreemding.

²⁵ Bij ‘de participerende stad’ is het thema “leefbaarheid als directe voorwaarde voor duurzaamheid” uitgangspunt [Dorst & Canters, 2000].

²⁶ De ‘verantwoordelijke stad’ heeft prioriteit boven de andere twee omdat hieronder de fundamentele behoefte ‘onderhoud’ valt. Uitgaande van de noodzakelijke additionele verschuiving naar meer aandacht voor de andere fundamentele behoeften (zie hoofdstuk 6) kan gesteld worden dat de strategie van ‘de levende stad’, die meer terugrijpt op de nivelleringsproblematiek, en ‘de participerende stad’, die de nadruk legt op de inrichting van het proces in tijd bezien, beter is om ‘duurzame ontwikkeling’ na te streven.

²⁷ Cultuur slaat daarbij op de maatschappelijke context. Maatschappelijke veranderingen hebben invloed op de manier waarop mensen (willen) wonen, werken en leven. Thema’s als multiculturaliteit, toenemende mobiliteit, authenticiteit en privacy zoning zijn hier onderdeel van.

²⁸ Het in staat zijn om maatschappelijke veranderingen die momenteel niet of nauwelijks aan de orde komen te kunnen incorporeren.

²⁹ Hoe kan het maximaliseren van individuele ontplooiing (één van de in hoofdstuk 5.1 omschreven fundamentele behoeften binnen de supra-

structuur) bijdragen aan de kwaliteit van het stedelijk leven en welke grenzen er te trekken (vrijheden).

³⁰ De tendens van al dan niet fysiek afgeschermd (of afgezonderd) leefgemeenschappen (ondermeer uit veiligheidsoverweging). Maar ook de plekken waar verschillende ‘lagen’ van de maatschappij en de suprastructuur elkaar raken.

³¹ Eén van de doorslaggevende parameters is dat voorgestelde ecologische wijzigingen niet compromitterend zijn voor de kwaliteit en het gebruik van de publieke ruimten en (algemene) nutsvoorzieningen.

³² In de probleemanalyse en diagnosestelling (hoofdstuk 3, 4, 5 en 6) is naar voren gekomen dat het ontbreken van een bepaalde (keuze)vrijheid vooralsnog als één van de voornaamste kenmerken gezien kan worden van de huidige centrale infrastructuren.

³³ Zie hoofdstuk 7, waarin de noodzaak van samenwerking met duurzame landbouwconcepten en energie uit hernieuwbare bronnen, en daarmee hergebruik (na) bij de bron, van water, energie en nutriënten (koolstof, mineralen) naar voren is gekomen.

9.2.3

introductie van 'urban agriculture' en 'permaculture'

In Nederland veranderde het laatste decennium per jaar gemiddeld 8000 hectare van het agrarisch gebied van functie³⁴. Grotendeels hield dit een verandering van een groene naar een rode bestemming in (verstedelijking in de vorm van bebouwing en infrastructuur), slechts 2500 hectare is omgezet van agrarische naar 'nieuwe' (veelal omheinde) natuur [Schrijnen, 2005]. De meerwaarde is discutabel, terwijl de maatschappelijke kosten toenemen. Het karakter van het resterende agrarische gebied verandert als gevolg van schaalvergroting en introductie van andere functies zoals kassen³⁵ en recreatie. Het agrarisch landschap biedt op veel plaatsen nog (te) weinig weerstand tegen verstedelijking. Dit heeft te maken met een veranderde waardetoekenning. Als landbouwgrond wordt omgezet in bouwrijpe grond voor de (woning)bouw³⁶, stijgt de grondprijs met een factor 50 à 60³⁷. De bijna ondoorgrondelijke waardeafweging van de stijging van grondprijzen vraagt om transparantie en toelichting zodat alle partijen voldoende in- en doorzicht krijgen³⁸ [Kristinsson & Noord, 1993]. Het bouwrijp maken van grond is een autonoom proces waarbij alle partijen – behalve gebruikers en kopers- betrokken zijn en waaraan vanuit de eigen achtergrond de hoogste eisen worden gesteld. Van onderlinge afstemming of het ter discussie stellen van deze uitgangswaarden is nauwelijks sprake³⁹. De architect heeft zelden belangstelling voor de (technische) infrastructuur⁴⁰. De (civiel) ingenieur lijkt zich niet te bekommeren om wat werkelijk nodig is aan infrastructuur. Het veranderen van de mate van ingrijpen en van de kwaliteit van de bouwrijp gemaakte grond is geen onderwerp van discussie: een sterk gereduceerde infrastructuur en eenvoudiger en minder omvangrijke vormen van uitvoering, beheer en onderhoud zijn nog amper in praktijk gebracht, zodat bestuurders niet (durven) afwijken van de gangbare wegen. Identiteit en samenhang gaan steeds meer verloren. De gemeenten zouden wat dat betreft hun rol als regisseur van de ondergrond (weer) goed moeten oppakken⁴¹.

Het beter afstemmen van infrastructuur op het gebruik kan mogelijk leiden tot een variabele grondprijs, en daarmee vanuit duurzame ontwikkeling bezien verdergaande concepten met behoud van gebiedseigen kenmerken en –identiteit wellicht meer kans van slagen geven⁴². Integratie van (agrarisch) gebiedseigen kenmerken van het landschap gekoppeld aan het sluiten van kringlopen en het beheren van al dan niet gedeeltelijk op natuur gebaseerde decentrale of autonome systemen c.q. draagstructuren biedt als integraal concept mogelijkheden tot synergie, en kan daarmee als vorm van 'Urban Agriculture' omschreven worden als het 'Park van de 21e eeuw' [Timmeren et al., 2004]. Het richt zich op nieuwe vormen van samenwerking tussen vitale vormen van kleinschalige agroproductie gekenmerkt door gebiedseigenheid, diversificatie, flexibiliteit en kwaliteit. Het principe grijpt terug op de wederkerige relatie die van oudsher bestaat tussen stad en achterland [Timmeren & Röling, 2005e] (zie hoofdstuk 8.2.3) en 'verbreed boeren' [Moet et al., 2005] in combinatie met een verantwoord gebruik en beheer van landschap, natuur en milieu. Achtergrond bij een dergelijke uitwerking c.q. integratie is dat milieueffecten niet per definitie negatief zijn (zie hoofdstuk 4). Positieve effecten kunnen negatieve milieueffecten tot op zekere hoogte compenseren⁴³. Het is van belang om de te beschouwen onderdelen binnen een groter geheel te bezien. Kop [1993] introduceerde in dit kader het 'Milieu circuit'⁴⁴ (Figuur 9.2).

Zoals in voorgaande hoofdstukken beschreven, vormt een veranderde omgang met energie uit hernieuwbare bronnen en ecologische sanitatie⁴⁵ een (belangrijke) schakel in de transformatie van een maatschappij, gebaseerd op lineaire verbanden tussen bronnen en

putten, naar een maatschappij gebaseerd op kringlopen. Verbonden oplossingen van energie uit hernieuwbare bronnen en ecologische sanitatie vormen een meerwaarde, aangezien die een beter gebruik van de ecologische basis mogelijk maken. Binnen de figuur van de ‘Environmental Circuit’ zijn concepten op basis van lokaal verbonden energiewinning en ecologische sanitatie, bekend als ‘Decentralised Sanitation and Reuse’ (DESAR), te plaatsen tussen de (end-of-pipe) afvalbehandeling en de drie belangrijkste compartimenten (Figuur 9.2). Het is een gesloten kringloopbenadering waarbij excreta zo zuiver en direct mogelijk worden teruggebracht in de bodem in plaats van in water. Het komt neer op een (beter) formaliseren van bestaande ‘lekstromen’ tussen de culturele en de natuurlijke wereld, of ‘ecologische basis’⁴⁶.

³⁴ De komende jaren zal naar verwachting een derde van de boeren stoppen, een derde blijft zich richten op schaalvergroting (efficiënte gestuurde) en een derde zoekt het in verbreed boeren (vraaggestuurde) [Moet et al., 2005].

³⁵ Ook al betreft het niet bepaald onaanzienlijke transformaties, toch geldt dat ze relatief kleinschalig geïmplementeerd worden binnen het (oorspronkelijk) grootschalige systeem.

³⁶ Reh noemt dit de tweede ontginning, na de feitelijke echte ontginning van de ‘woeste gronden’ en het ongecontroleerde water en voorafgaand aan de nieuwe kolonisatiegolf, waarbij de voortdurende aanpassing en transformatie van het land centraal staat, en de derde ontginning genoemd zou kunnen worden” [Reh et al., 2003] Ontginning staat voor “het betrouwbaar maken” [Van Dale, 1995], en heeft vanaf 1265-1270 de betekenis “beginnen”, “de grond beginnen te bewerken” (als collectief proces).

³⁷ Afhankelijk van het prijspeil van onroerend goed fluctueert ook de belangstelling met betrekking tot het aspect van de onteigeningswaarde van gronden. De vraag is (bijv. binnen het kabinet Den Uyl; 1973-1977) of de waarde gelijkgesteld moet worden aan de gebruikswaarde (landbouwgrond) of aan de verkeerswaarde (de waarde van de grond op de vrije markt) [Korthals Altes, 1998].

³⁸ Bij de ontwikkeling ten behoeve van ‘bouwgrond’ gaat het veelal niet om de ontwikkeling op individuele percelen, maar om het ontwikkelen van een bepaald ‘milieu’ met bijbehorende waarden. De fysieke

component bestaat uit bebouwing (incl. infrastructuur) en (openbare) ruimte [Korthals Altes, 1998]. Te weinig wordt stilgestaan bij het besef dat de bodem waarop we leven naast de economische waarde ook een ecologische waarde heeft [Kristinsson, 2002b].

³⁹ Voorheen gold vaak een prijs per vierkante meter, of een percentage van de bouwkosten. De gemeenten berekenen de grondprijs (bij nieuwbouwocties) steeds vaker als afgeleide van de vraagprijs van de te bouwen woning (residuele methode). Hoe duurder het huis, hoe kostbaarder de grond. Gemeenten vinden dit redelijk omdat zij de infrastructuur en voorzieningen in de wijken bekostigen en bovendien vaak via vormen van kruissubsidie sociale (huur)woningen financieren [Osch, 2004]. Rölöng [2002b] stelt dat het uitsluitend hanteren van het geldelijk gewin als criterium voor ruimtelijke ordening niet tot optimale oplossingen kan leiden.

⁴⁰ Zelfs een volledig onnodige (technische) infrastructuur wordt als vanzelfsprekend aanvaard. Zo stelt Kristinsson [1993]: “De stedenbouwkundige verkaveling, en de dienstgrondzaken of projectontwikkelaar verkoopt de grond met behulp van standaardcontracten. Dit alles leidt tot hoge grondprijzen die vervolgens weer een groot deel uitmaken van de bouwkosten van een woning. Het geld kan maar één keer worden uitgegeven. De minder hoog op het verlanglijstje staande milieu-aspecten vallen daardoor te vaak buiten de boot”.

⁴¹ Dat dit niet alleen inhoudt dat gekeken wordt naar nieuwe ‘cultuurelementen’, zoals nieuwe infrastructuren, maar dat dit ook betrekking

heeft op bestaande kwaliteiten, inclusief het weghalen van (achtergebleven) overbodige (infra)structuren, spreekt voor zich.

⁴² De grondprijs is van veel meer aspecten afhankelijk. Ter indicatie: de beplanting of de soort afwerking; de grondwaterstand; de hoeveelheid oppervlaktewater; de grondsamenstelling; de eigendoms-, bestuurs- en behoudsvorm; het ruimtebeslag van de bovenwijkse elementen; de technische infrastructuur, drinkwaternet, regenwaternet, riolering, (aard)gasnet, elektriciteitsnet (incl. openbare verlichting), communicatienetten (CAI, telefoon), warmtenet, etc..

⁴³ Het nadeel van veel gehanteerde systeembenaderingen, zoals het ‘eco-device model’ (hoofdstuk 2.2.2), om milieueffecten te analyseren en te kwantificeren is dat ze beperkt zijn tot stochastisch gedrag van de inkomende en uitgaande stromen.

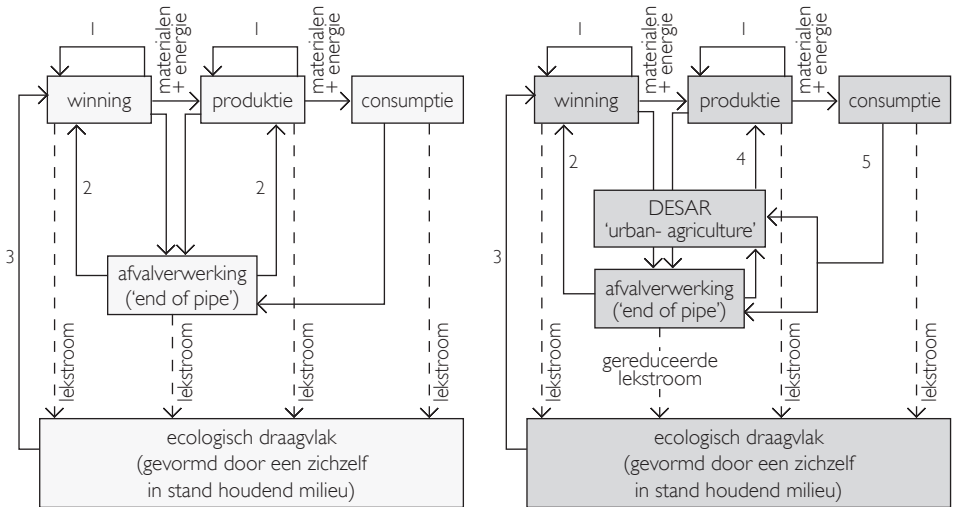
⁴⁴ Binnen dit zogenaamde ‘E-circuit’ zijn de inkomende en uitgaande stromen gespecificeerd naar de drie belangrijkste ‘compartimenten’: winning, productie en consumptie, die via zogeheten lekstromen een continue relatie hebben met de ecologische basis, de gesloten ecosystemen binnen het milieu.

⁴⁵ Ecologische sanitatie is meer dan sec nieuw latrine ontwerp en afval behandeling. Het komt neer op het denken in nutriënten en grondstoffen in plaats van in af te scheiden afval (zie ook hoofdstuk 7).

⁴⁶ Bij een dergelijke oplossing is de gesloten kringloop benadering werkelijk schoon, worden gronden oppervlaktewater vrij van pathogenen en te veel nutriënten gehouden, terwijl tegelijkertijd de

Figuur 9.2

Het 'milieu circuit' en de rol van DESAR projecten en 'urban agriculture' bij het sluiten van kringlopen.



1: recirculatie van materialen (vnl. hulpstoffen) + energie

2: retour materialen + energie

3: retourstroom van materialen en energie

4: recirculatie van materialen (vnl. hulpstoffen) + energie + nutriënten

5: verschillende afval-fracties

Er is reden voor enige relativering. Allereerst betreft dit het 'equity' aspect binnen 'duurzame ontwikkeling': de helft van de mensheid heeft nog steeds geen toegang tot enige vorm van sanitatie. Dit is (ondermeer) een bedreiging voor het 'ecologische draagvlak'. Tegelijkertijd kan het de basis zijn voor een kritische analyse van bestaande 'conventionele' benaderingen die meestal als ;ultieme vorm van civilisatie; in de ontwikkelende wereld worden gezien⁴⁷. Los daarvan is ecologische sanitatie met energieopwekking en terugwinning en hergebruik van nutriënten waardevol om andere redenen, variërend van een betere ondersteuning van lokale voedselproductie tot secundaire voordelen zoals verbetering van de bodemstructuur en het vasthouden van water. Om een ecologisch veilige wijze van behandelen van excreta veilig te stellen, en de ecologische potentie van afval maximaal te benutten (zie hoofdstuk 3) is het van belang dit soort oplossingen te koppelen aan energieproductie, zoals van biogas, en al dan niet direct met geïntegreerde voedselproductie⁴⁸.

Er zijn grofweg twee uitwerkingsrichtingen van ecologische sanitatie die interessant zijn voor de Nederlandse gebouwde omgeving, te weten urinescheiding en (anaërobe) compostering⁴⁹.

In het voorgaande hoofdstuk is al gebleken dat bij het merendeel van de vroegere en recente concepten van autonomie en autarkie de aansluiting van energie- en sanitatievoorziening een rol speelt op de landschappelijke kenmerken van de omgeving, en de gekoppelde economische activiteiten. Meestal komt dit neer op de incorporatie van, dan wel aansluiting op (vormen van) duurzame landbouw. De toegevoegde waarden zijn samengevat:

- het verbindt het sluiten van de waterkringloop en volhoudbaar opwekking van energie aan de essentiële kringloop van nutriënten binnen de ruimtelijke ordening;
- het verbindt ecologische oplossingen met economische ontwikkelingen;
- het vormt de aanzet tot oplossingen voor het groeiende probleem van verstedelijking (urban sprawl) en mono- (landbouw)culturen;

- het biedt instrumenten voor het verbinden van verstedelijking aan groenontwikkeling;
- het biedt mogelijkheden voor ‘ketenregie’ en het geografisch terugbrengen van de ketenomvang voor (vormen van) duurzame landbouw⁵⁰;
- het draagt bij aan meer efficiënte sanitatiesystemen op basis van gescheiden afvalstromen en eraan gekoppelde energie- en nutriëntenrecycling; afval en vervuiling kunnen worden vermeden en energie uit hernieuwbare bronnen is relatief goedkoop en niet schaars [Wortmann et al., 2005].

Aan DESAR systemen kleven ook diverse nadelen en potentiële problemen (zie ook hoofdstuk 7). Vooral nog is door de beperking tot pilot-projecten sprake van geen of weinig ‘economies of scale’ in de productie van componenten en bij het beheer van de installaties. Voornaamste probleem is dat sanitatie voor een groot deel eerder een sociaal dan een technisch fenomeen is⁵¹. Bovendien zijn systemen, gebaseerd op natuurtechnologie en natuurlijke processen, (extra) kwetsbaar voor verkeerd gebruik of sabotage, al blijven eventuele negatieve effecten door het decentrale karakter relatief beperkt tot een gering gebied c.q. een gering aantal gebruikers.

Een andere moeilijkheid is hoe in de praktijk hergebruik van nutriënten uit zwart water is te realiseren. Ze is afhankelijk van een afzetmarkt voor de desbetreffende reststoffen, c.q. producten (meststoffen, grondverbeteraar, etc). Hoewel Nederland een mestoverschot heeft, wordt nog steeds veel met kunstmest gewerkt⁵². De vraag is of het in de Nederlandse context waarschijnlijk is dat menselijke mest ook wordt gebruikt. Er ontstaan mogelijk logistieke problemen; bovendien is er in Nederland een overschot aan dierlijke mest⁵³.

risico's voor de menselijke gezondheid zijn geëlimineerd of geminimaliseerd.

⁴⁷ Het dilemma voor de ontwikkelingslanden en ontwikkelende landen is dan: snelle realisatie van conventionele, westers georiënteerde relatief dure sanitatiesystemen voor mensen die geen toegang hebben tot sanitatie (dat gezien mag worden als een mensenrecht) en bijkomende mondiale milieueffecten, of ecologische sanitatie: lokale ‘on-site’ navigatiesystemen met vooral in het begin een gemiddeld genomen langzamere implementatiesnelheid. De letterlijke interpretatie van het ‘equity principe’ binnen de Brundtland definitie van ‘duurzame ontwikkeling’ komt daarbij in eerste instantie onder druk te staan.

⁴⁸ Een aantal interessante benaderingen zijn ontwikkeld om verband te leggen tussen landbouwproducten en lokale (lees: nabije) klanten. Zo is het CSA- model, of ‘Community Supported Agriculture’ ontwikkeld, waarin participanten van tevoren een aandeel betalen en daarmee recht

hebben op bepaalde producten van de ‘stadsboerderij’ en bovendien het recht hebben deze te bezoeken en desgewenst te helpen bij de productie [Girardet, 1999].

⁴⁹ De eerste biedt goede perspectieven voor hergebruik van nutriënten, de laatste voor hergebruik van nutriënten en energie. In beide gevallen is het mogelijk om urine, faeces of excreta met weinig of geen water her te gebruiken. De projecten die beide principes benutten zijn veelal niet noodzakelijkerwijs autarkisch dan wel autonoom, al benaderen ze die door het lokale kortsluiten van de verschillende essentiële stromen wel.

⁵⁰ Bij akkerbouw en veeteelt zijn met name transport en distributie energieverbruikende componenten [Moet et al., 2005]. Door het terugbrengen van de ketenomvang kan ingespeeld worden aan het vergroten van de energie-efficiëntie van kleinschalige bedrijven.

⁵¹ Het is essentieel dat achtergrond informatie over de culturele, sociale, economische en milieugegevens van

de locatie is verkregen voordat de feitelijke planning kan beginnen. Dit geldt zo mogelijk meer voor nieuwe technologie en voor op natuur gebaseerde technologie (zie hoofdstuk 7).

⁵² Grondstoffen voor kunstmest, met name P en K zijn eindig [<http://www.passivhaus-vauban.de/warum.html>], en de productie van kunstmest kost energie en transport. De restproducten van zwart water (compost en urine bij urinescheidend toilet, of sludge na behandeling in anaërobie vergisting) hebben de juiste samenstelling om als kunstmest gebruikt te worden [Werner et al., 2004]. In een aantal ontwikkelingslanden maar ook in Zweden wordt hiermee geëxperimenteerd.

⁵³ Gebrek aan interesse bij boeren voor deze mest is de reden dat in de eco-wijk BO01 in Malmö is afgezien van het installeren van urinescheidingsstoellets [Werner et al., 2004].

In dat opzicht lijkt toepassing van menselijke meststoffen alleen mogelijk als dit onder goede supervisie gebeurt, op de plek waar de mest geproduceerd wordt: in of rond de wijk⁵⁴. Andere aspecten die een dergelijke systeem- en procesintegratie in de weg kunnen staan komen voort uit de complexe organisatie en de huidige wetgeving⁵⁵ (zie ook hoofdstuk 7). De optimalisatie van de verschillende, geïntegreerde processen vraagt een centrale coördinatie van alle proces- en systeemonderdelen, hetgeen consequenties heeft voor de zeggenschapsstructuur en de financiering [Wortmann et al., 2005].

Ten aanzien van de wetgeving geldt dat over het algemeen diverse vergunningen dan wel ontheffingen benodigd zijn, en dat door de integraliteit van het ontbreken van één, het realiseren van het gehele systeem in de weg staat.

Tenslotte is er het probleem dat dit soort DESAR systemen vaak meer afhankelijk zijn van (dag)licht en goed toegankelijk moeten zijn, hetgeen impliceert dat ze een relatief groot grondgebruik kennen. Bij een koppeling aan andere functies kan dit elkaar hinderen.

Mogelijke aanknopingspunten voor de vertaling naar de bebouwde omgeving verschaft de 'Permaculture' beweging⁵⁶ die in de jaren zeventig van de 20^e eeuw ontstond. Ze wordt gekenmerkt door ontwerppinterpretaties die gerelateerd zijn aan integratie van duurzame landbouw en duurzaam bouwen en legt daarbij accenten op autonomie en zo mogelijk autarkie van systemen [Mollison, 1990 -/1978].

De Permaculture⁵⁷ is nauw gelieerd aan traditionele, duurzame landbouw, maar ook verbonden met moderne wetenschap en technologie. Het gaat om een alomvattend ecologisch principe, waarbij mensen directer betrokken worden bij de nutriëntenkringloop. Ze biedt een methode om leefomgevingen te ontwerpen, die de diversiteit, stabiliteit en veerkracht vertonen van natuurlijke ecosystemen.

De basisprincipes van Permacultuur als ontwerpmethodologie zijn:

- zorg voor de aarde en voor de medemens,
- meervoudig en optimaal gebruik van ruimte, (bouw)elementen, functies en grondstoffen,
- bevorderen van (bio)diversiteit,
- sluiten van (energetische) kringlopen,
- bevorderen van ecosystemen door vergroten van grensvlakken tussen land, harde en zachte oppervlakten,
- het plannen in zones, sectoren en gebruik maken van de verticale ruimte ten behoeve van al dan niet groene functies,
- gebruik van biologische in plaats van chemische hulpbronnen,
- richten op natuurlijke successie bij aanplanting (natuurlijk voortplanten),
- toepassen van technologie op basis van werkelijke behoefte en zoveel mogelijk aan de natuur gerelateerd.

Grootste probleem van Permacultuur is, net als bij DESAR oplossingen, het relatief grote grondgebruik. Eerder al werd geconstateerd dat dit impliceert dat tot vormen van functie-integratie, meervoudig grondgebruik en compacte kernen met hoge dichtheid 'nabij' groene gebieden gekomen moet worden, wil het een kans van slagen hebben (hoofdstuk 7 en hoofdstuk 9.2.2).

Het optimaliseren van het daglichtgebruik en de mogelijkheid van verschillende vormen van functie-integratie zijn daarom als aandachtsgebieden c.q. verbetertrajecten aan te merken. Het kan dan tevens de basis vormen voor nieuwe vormen van Permacultuur, en Urban Agriculture⁵⁸ binnen verstedelijkte gebieden en kan de druk vanuit andere functies op de agrarische invulling van gebieden helpen verminderen⁵⁹ [Röling & Timmeren, 2005].

9.3

Referentieprojecten verbonden energie- sanitatie voorziening

9.3.1

begripsbepaling

Bij de besproken referentie projecten van semi-autonomie en quasi autarkie is telkens sprake van het individueel oplossen van de verschillende deelstromen, waarbij hooguit de extra benodigde energie voor een zuiveringsmethode van bijvoorbeeld zwartwater of voor meer pompen wordt opgewekt uit hernieuwbare bronnen. Dit is aan te merken als integratie van de milieubewuste oplossing van de stromen. Van integratie op basis van een interconnectie van de stromen is geen sprake.

De afgelopen jaren zijn verschillende centrale en decentrale projecten geïnitieerd die de mogelijkheden van een dergelijke integratie onderzoeken. Centraal daarbij staat het terugwinnen van schoon water, energie en nutriënten uit (organische) afvalstromen.

De nadruk ligt bij de decentrale systemen in eerste instantie op de afval(water) kringloop, bestaande uit de lange koolstof kringloop, de waterkringloop, de mineralenkringloop en energiecascadering. De centrale oplossingen richten zich op de vaste afvalstroom⁶⁰.

De opgewekte energie wordt als winst beschouwd en op basis van exergie benut binnen de optimalisatie van de energiebalans. Het autonoom maken van de energievoorziening van de desbetreffende locatie is meestal geen doel op zich.

⁵⁴ Een alternatief is om de sludge weer in te zamelen en centraal te verwerken, maar vraag is of de hoeveelheid benodigd transport vanuit het oogpunt van het milieu is te rechtvaardigen.

⁵⁵ Door technische tegenslagen en restrictieve regelgeving is Nederland sinds de jaren tachtig m.b.t. vergisting achterop geraakt ten opzichte van landen als Duitsland en Denemarken. Momenteel bestaat voor drogestofvergisting in Nederland één installatie (Biocell te Lelystad). De boeren coöperaties rondom covergisting komen langzamerhand wel tot stand [Brugh, 2005], al gaat het nog langzaam omdat vooralsnog blijkt dat de vergunningverlening voor vergisting van biomassa in Nederland moeizaam is [Wortmann et al., 2005].

⁵⁶ De beweging ontstond in Australië en Nieuw Zeeland als antwoord op de massale kap van bossen en de monocultuur landbouwsystemen [Kennedy, 1999]. Later is het begrip verbreed.

⁵⁷ Het woord 'Permaculture' is een samenvoeging van Permanent

Agriculture en Permanent Culture [Mollison, 1990]. Mollison omschrijft Permaculture als 'an integrated, evolving system of perennial or self-perpetuating plant and animal species useful to man' [Mollison, 1978]. Meer toegepast als 'Consciously designed landscapes which mimic the patterns and relationships found in nature while yielding an abundance of food, fibre and energy for provision of local needs'. Kennedy [1999] definieert permacultuur vanuit drie elementen: "Earth care, People care and Share the Surplus". Daarbij appelleren de uitgangspunten van permacultuur aan de inventiviteit en zelfwerkzaamheid van mensen. De betekenis van het oorspronkelijke begrip is uiteindelijk geworden tot "grote enzijdige" stadsontwikkeling, die ook als monocultuur beschouwd wordt [Kaptein, 2001].

⁵⁸ Urban agriculture is niet nieuw. Tot ver in de 20^e eeuw en soms zelfs tot vandaag de dag integreerden meerdere Aziatische steden vormen van urban farming [Sit, 1988]. Parijs kende tot 1918 nog een grootschalige cultuur van groente verbouwen

(de zgn. 'marais') binnen het eigen stadsgebied, waarbij meer werd geproduceerd dan door Parijzenaren werd geconsumeerd [Kropotkin, 1999]. Daarnaast zijn tot op vandaag de dag vooral in Azië nog steden onafhankelijk van voedsel van verder gelegen gebieden dan de eigen 'ommelanden' (zie ook hoofdstuk 8). In Shanghai was tot aan het einde van de 20^e eeuw nog maar 20% van het stedelijk gebied bebouwd, terwijl 80%, meestal de stedelijke omtrek, werd gebruikt voor voedselproductie. De stad was daarmee zelfvoorzienend voor het eigen groente gebruik en verzorgde voor een groot deel de eigen rijst, varkens, kippen, eenden en karpers [Girardet, 1999].

⁵⁹ Een belangrijke additionele oplossingsrichting om agrarisch landgebruik nabij steden –in eerste instantie– te behouden is de al dan niet tijdelijke omschakeling van agrariërs naar de productie van biobrandstoffen [Röling & Timmeren, 2005].

⁶⁰ Toch wordt ook op centraal schaalniveau steeds vaker gekeken naar de mogelijkheden van hergebruik van componenten (energie,

Alhoewel voedselproductie als onderdeel van de nutriënten kringloop in de loop van de tijd buiten de 'life cycle analyses' is gelaten, is sprake van een duidelijke relatie tussen het oplossen c.q. meenemen van voedselproductie en het eenvoudiger bereiken van autonomie. Met name op kleinere schaalniveaus. Als de voedselproductie 'on-site' wordt meegenomen in een project, kan het tegelijkertijd een gedeelte, dan wel al het schone water en zuurstof (ofwel het oplossen van de relatieve koolstofdioxide uitstoot binnen de projectgrenzen) die nodig is voor het 'ondersteunen' van menselijk leven, regenereren⁶¹. Met betrekking tot het directer koppelen van de energieopwekking, afvalwaterbehandeling en zijdelings de voedselproductie zijn twee referentieprojecten, milieutechnisch-, ruimtelijk- en sociaal-bezien vooruitstrevend te noemen: de in Duitsland gerealiseerde woonbuurt Flintenbreite te Lübeck, en een (woning)bouwblok binnen de Duitse wijk Vauban (Freiburg).

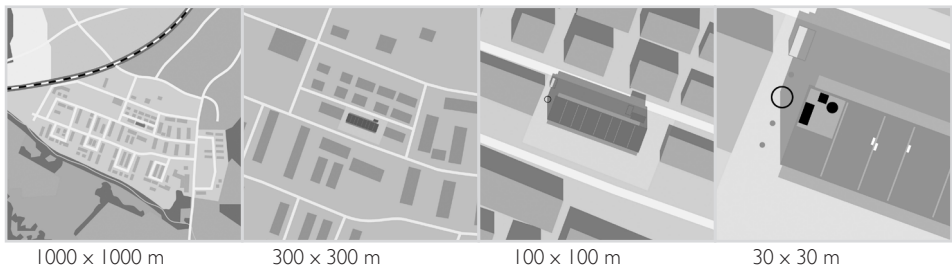
9.3.2

woon / werk appartementencomplex Vauban; Freiburg, Duitsland

Een inmiddels al weer enkele jaren lopend project, waar sprake is van een meer integrale aanpak van de ontwikkeling, bouw en beheer van gebouwen, infrastructuur en daaraan gekoppelde diensten, is de Freiburgse wijk Vauban (Duitsland)⁶².

Figuur 9.3

Vauban project, Freiburg, Duitsland
Verschillende schaalniveaus



Figuur 9.4

Vauban project, Freiburg, Duitsland
Appartementenblok en installatieruimte in de kelder



Er is geen (volledige) autarkie, noch autonomie op deelstromen. In vergelijking met conventionele projecten wordt nog ca. 40% van de elektriciteit en 50% van het (drink)water via de centrale infrastructuur geleverd.

Bij aanvang van de ontwikkeling van de wijk zijn geïnteresseerde bewoners aangemoedigd⁶³ om gezamenlijk groepen te vormen die plannen konden indienen voor vrijliggende terreinen in de wijk. Naast deze participatie van burgers zijn in dit stadium ook vergaande milieueisen op wijksschaal geformuleerd⁶⁴. Onderdeel hiervan is het centrale warmwaternetwerk. Eén van de ca. 30 groepen heeft zich georganiseerd onder de noemer 'Wohnen & Arbeiten'⁶⁵ en heeft in 1999 een blok van 20 flatwoningen⁶⁶ gerealiseerd (Figuur 9.3; Figuur 9.4). Naast de in Vauban 'gangbare' energiemaatregelen⁶⁷ is een geïntegreerd afvalwatersysteem met nutriënten en energieretourwinning (biogas) gerealiseerd⁶⁸.

water) van afvalwater. Zo is er in de Apeldoornse nieuwbouwwijk Zuidbroek recentelijk een contract gesloten om een biogas systeem voor ca. 2500 woningen verbonden met een wkk en warmtenet op wijksschaal toe te passen. Naast het gebruik van elektriciteit voor de RWZI zelf (reeds gangbaar) wordt op ca. 35% van de warmtevraag van de woonwijk bespaard. [Didde, 2005].

⁶¹ Bij onderzoek naar co-generatie van voedsel, water en zuurstof, benodigd voor het in leven blijven van al het natuurlijk leven en een 'crew' van 4 tot 9 mensen, kwam naar voren dat als meer dan ca. 25% van het benodigde voedsel, in de zin van droge massa, lokaal (binnen het gecreëerde micro-klimaat) wordt geproduceerd, al het benodigde schone water gegenereerd kan worden door hetzelfde proces. Als ongeveer 50% of meer van het voedsel, qua droge massa, on-site wordt geproduceerd kan in alle zuurstof ten behoeve van het leven van deze groep mensen en al het overige binnen het gecreëerde het micro-klimaat worden voorzien [Drysdale, 1997]. Genoemde percentages zijn waarden die afhankelijk zijn van de oogst en groeiomstandigheden, terwijl de mate van voorziening afhankelijk is van de oogst-scenario's [Hanford, 2002].

⁶² Het ontwikkelingstraject moet uiteindelijk leiden naar een gemengde woon/werkwijk van circa 5000 inwoners in 2006 [Fraunhofer ISE, 2001].

⁶³ Hiervoor is de associatie 'Forum-Vauban e.V. Freiburg' opgericht door bewoners van Freiburg als rechtspersoon van bewonersparticipatie. Het proces is erg succesvol. Uiteindelijk is maar een uiterst klein deel land vergeven aan conventionele bouwpartijen c.q. ontwikkelaars [Panesar, 2001].

⁶⁴ De aandachtsvelden verdelen zich over de thema's energie, water en transport (van verkeer). De gerealiseerde energie standaard bedraagt 65 KW/m² en ligt daarmee ver onder het gemiddelde. De basis hiervoor is gelegd via de toepassing van het principe van 'low-energy' 'Passiv Häuser'; in deze wijk verbonden met een warmwater netwerk. De maatregelen met betrekking tot het thema transport richtten zich daarnaast op het autovrij maken van de wijk tezamen met een goed opgezet openbaar vervoer. systeem en auto-deelsystemen [Panesar, 2001].

⁶⁵ Om de afhandeling van de financiële aspecten en de begeleiding van de experimentele projectfase van dit innovatieve integrale energie- & sanitatieconcept te kunnen realiseren is tezamen met researchpartners (o.a. het Fraunhofer Instituut en het DBU, Deutsche Bundesstiftung Umwelt) een associatie opgericht: de 'Ökobauberein e.V., Freiburg'. Alle toekomstige bewoners van de modelhuizen zijn hiervan lid geworden en hebben een contract ondertekend dat zij zullen meewerken aan het onderzoeksproject [Fraunhofer ISE, 2001]. De bouw en het beheer/onderhoud van het vacuüm systeem is uitbesteed (Roediger, Hanau), en de constructeur van de biogastanks (Mall-Umweltsysteme) heeft een deel van de grijswaterfilter gesponsord [Panesar, 2001]. De extra financiën voor het warmwaternet van de wijk, de appendages en de isolatie maken de huizen in Vauban ca. 7% duurder. Door een terugverdientijd van tussen de 10 en 20 jaar, zijn de huizen voor een Duits gezin met een middeninkomen haalbaar. De acceptatie en gebruiksgelateerde vereisten van het systeem door de bewoners is, na bijna vijf jaar werken (zonder noemenswaardige technische

problemen) goed.

⁶⁶ In totaal wonen in het gebouw 40 personen, waarvan 10 kinderen. De in totaal 25 toiletten gebruiken 1 l water per toilet voor doorspoelen per keer en tussen de 20 en 40 l lucht (t.b.v. het vacuümsysteem). De introductie van een vacuümsysteem leidt gemiddeld tot een waterconsumptie reductie van ca. 35% [Zang, 2005]. De behandeling voor de 16 woningen (40 bewoners) beslaat in totaal ongeveer 40 m² in de tuin (grotendeels ondergronds) met daarin de anaerobe vergistingsinstallatie, de opslag van slib/mest, en een membraanfilterzuivering voor het grijswater. Daarnaast is voor het vergistingssysteem een installatieruimte van 20 m² gereserveerd in de kelder met daarin de vacuümpomp en de opslag van biogas. De ruimte voor zwartwater-behandeling bedraagt 0,35 m² per persoonsequivalent.

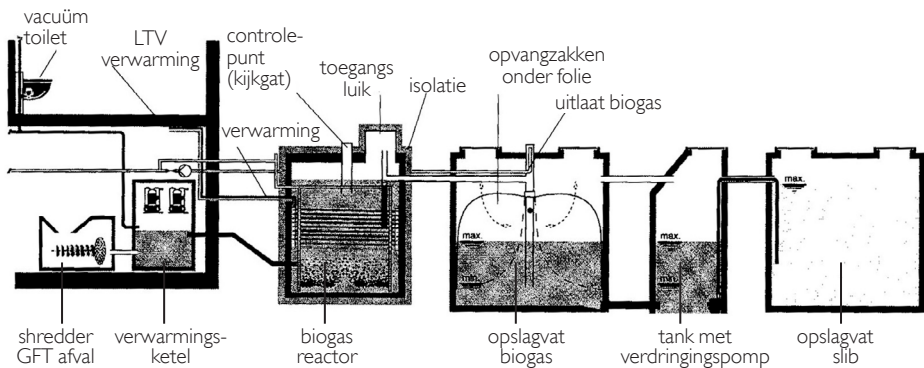
⁶⁷ In de zomer wordt 100% van het warmwater verbruik van de wijk Vauban door een aan het warmwaternet verbonden thermische zonnepanelen installatie verzorgd. In de winter wordt het door een co-generator (wkk op aardgas) aangevuld, die tevens voor 50% van het elektriciteitsverbruik zorgt. Daarnaast wordt 10% van het elektriciteitsverbruik met een pv-systeem opgewekt. De resterende 40% van het elektriciteitsgebruik wordt nog centraal geleverd. Het primair energieverbruik is door vergaande maatregelen (triple glass, 80% warmtstralingsverlies reductie, etc.) gereduceerd tot 20% van dat van conventionele huizen [Fraunhofer ISE, 2001].

⁶⁸ In de voorbereidingsfase van het project heeft ca. 6 maanden als proef een 'pilot-opstelling' gedraaid.

Het zwartwater is via een vacuüm toiletsysteem verbonden met een kleine (6 m^3) anaërobische vergister (digester), een gecombineerde gas/substraatopslag (3 m^3), een mestopslagtank (14 m^3) en gasopslag (9 m^3). In de vergister wordt het afvalwater omgezet in methaangas (ten behoeve van kookdoeleinden in 16 flatwoningen) en substraat, dat als nutriënt (meststof) in nabijgelegen landbouw wordt gebruikt⁶⁹ (Figuur 9.5 ; Figuur 9.7).

Figuur 9.5

Vauban project, Freiburg, Duitsland
Systeem configuratie anaërobie vergistingsinstallatie

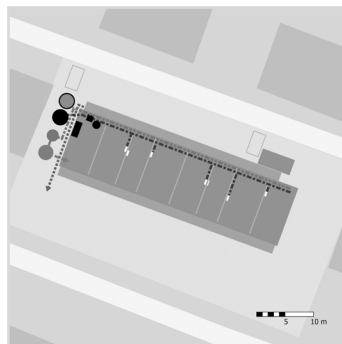


Het grijswater wordt (inmiddels) apart behandeld in een membraanfilter module, een zogenaamde ‘Ultra-Sept-Pendelmodule’⁷⁰ [Vauban, 2005].

Bij een uitgebreide analyse van het systeem en een vergelijking met conventionele systemen is gebleken dat naast vergaande emissiereducties het watergebruik is gehalveerd [Schneidmadl, 1999a; Schneidmadl et al., 1999b]. De combinatie en interconnectie van een gescheiden behandeling van grijs en zwart afvalwater met het opwekken van energie en het hergebruik van nutriënten in de landbouw, lijkt een energie-efficiënte lange termijn oplossing voor duurzaam waterbeheer [Panesar, 2001].

Figuur 9.6

Vauban project, Freiburg, Duitsland
Afwalwatersysteem en infrastructuur

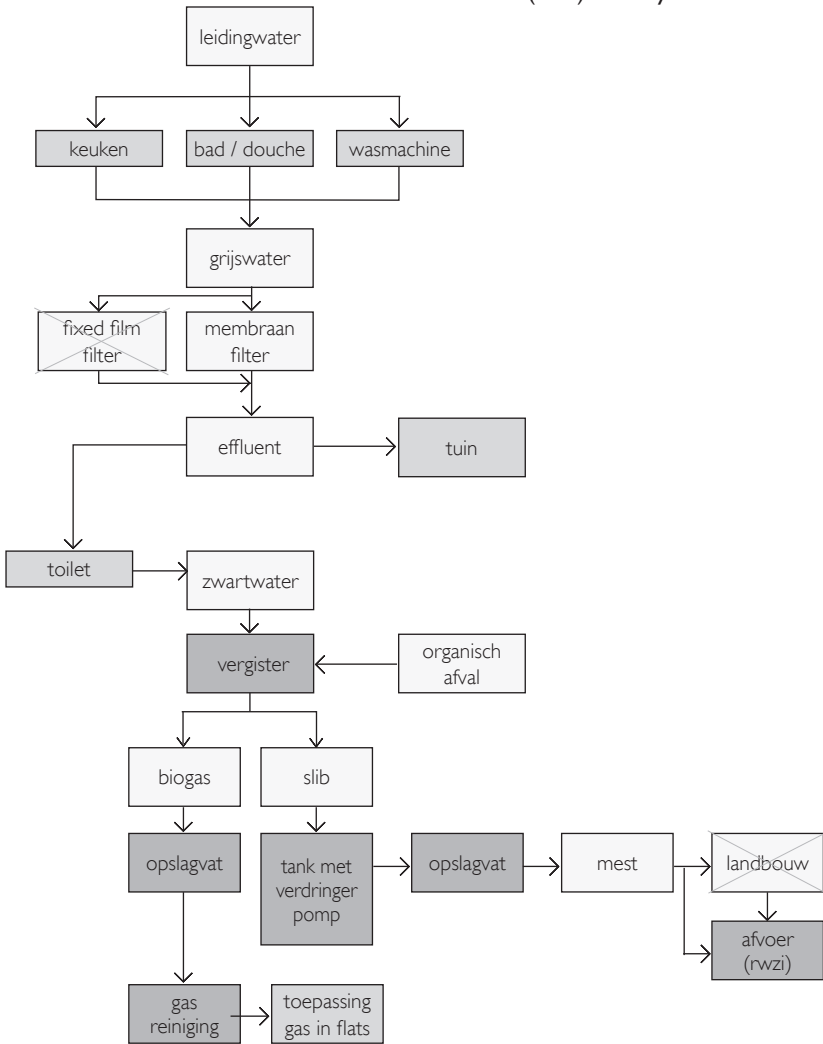


Besloten is het project langdurig te monitoren. Ook het nut van een capabel assemblage-team, reeds opgezet tijdens de initiatief- en ontwerpfasen, is aangetoond. Een dergelijk assemblage-team is nodig voor de integratie en engineering van zo'n complex systeem en

bestaat uit verschillende vertegenwoordigers van de betrokken stromen (energie, afvalwater, water, stedenbouw, etc.) tezamen met betrokken personen van de diverse toegepaste technologische componenten. Het vroegtijdig inschakelen ervan kan uitlopende realiseringstijd en oplopende kosten bij de uiteindelijke implementatie aanzienlijk beperken [Urbed, 2001].

Figuur 9.7

Vauban project, Freiburg, Duitsland
 Schema (afval)water systeem



⁶⁹ De tank met gescheiden slib wordt daartoe periodiek leeggezogen en per vrachtwagen (of gelijkwaardig agrarisch transport) vervoerd naar landerijen in de omgeving, waar het na verdere compostering wordt toegepast als bodemverbeteraar.

⁷⁰ In eerste instantie gebeurde dit in een zgn. 'Aerated sand filter'. Na drie jaren monitoring en enkele technische problemen is deze filter vervangen door de huidige membraan-filter module. Het benodigd ruimtegebruik voor de zuive-

ring bedraagt 12 m², ofwel 0.3 m² per persoon.

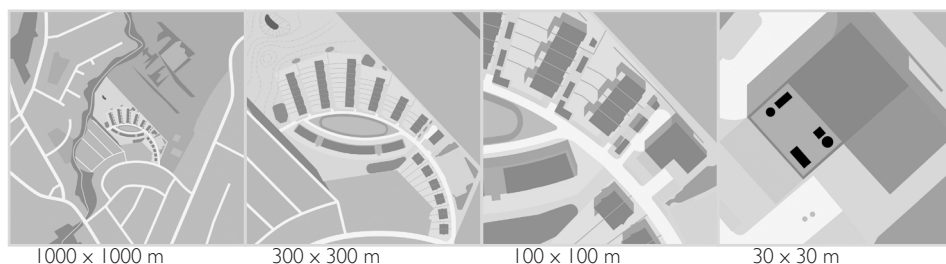
9.3.3

Woonbuurt Flintenbreit; Lübeck, Duitsland

In Flintenbreite is het principe van scheiding van de deelstromen aan de bron en deelstroom-afhankelijke behandeling verder doorgevoerd. Bovendien is het principe van interconnectie van de (afval)water, energie en nutriënten deelstroom toegepast op een schaal boven die van het afzonderlijke (appartementen)gebouw en de woning⁷¹.

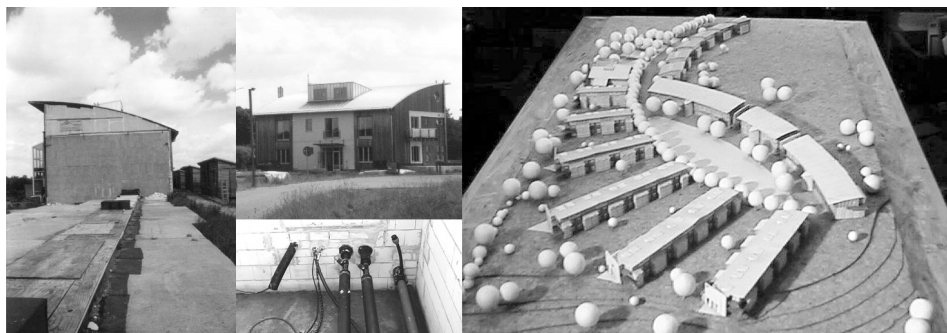
Figuur 9.8

Woonbuurt Flintenbreite; Lübeck, Duitsland
Verschillende schaalniveaus



Figuur 9.9

Woonbuurt Flintenbreite; Lübeck, Duitsland
Integrale leidingschacht



Men spreekt van een 'semi-centraal' systeem. In hoofdstuk 1 is dit als 'lokaal systeem' gedefinieerd. Dit lokale systeem, ontworpen voor ca. 350 bewoners, is te extrapoleren⁷² tot een systeem voor dichtbevolkte wijken met ca. 5000 inwoners [Wendland, 2003]. Het sanitatiesysteem maakt gebruik van een vacuüm toilet en transportsysteem en is vergelijkbaar met het systeem van Vauban. Belangrijkste verschil is dat tevens organisch keukenafval (via een shredder) wordt benut en dat het biogas niet ten behoeve van kookdoeleinden wordt gebruikt maar in een wkk-centrale wordt omgezet in warmte en elektriciteit (Figuur 9.12). Het grijswater wordt behandeld in 1200 m² helofytenfilter⁷³.

Door de grotere schaal van toepassing (meerdere woningen) is het systeem niet meer inpandig. Gekozen is voor de aanleg van een verbindende, grotendeels onder de (rijtjes)-huizen gelegen centrale 'infra-koker', waardoorheen de diverse toe- en afvoerleidingen met daarin de aan de bron gescheiden afval(water)stromen lopen (Figuur 9.9).

De 'infra-koker' leidt uiteindelijk naar de centrale technische ruimte waar de verschillende systemen⁷⁴ geïnstalleerd zijn. Deze technische ruimte bevindt zich in een, relatief slecht presentabel gemaakte (ontworpen), kelder onder het 'gemeenschapshuis'⁷⁵ (Figuur 9.10).

Figuur 9.10

Woonbuurt Flintenbreite; Lübeck, Duitsland
Installaties in kelder onder het gemeenschapsgebouw



Enkele van de technische componenten van het gekoppelde sanitatie/energie systeem geplaatst in de kelder van het gemeenschapsgebouw.

- koppeling vergister/wkk en samenkomst techn. infra (warm water; biogas, etc)
- stort c.q. unit voor handmatig inbrengen van keukenafval en vacuüminstallatie
- vergistingstanks

Het toegepaste vacuümtoilet-systeem wijkt af van het in Vauban gerealiseerde systeem. Door een tussenopslag in een cylinder, geïntegreerd achter de toilet-spoelwaterreservoir die minder vaak wordt gelegegd dan het aantal spoelingen, is het waterverbruik (0.7 liter) en energiegebruik lager.⁷⁶

Omdat nog maar een kwart van de wijk is bewoond, is de zwartwater vergister (al compleet geïnstalleerd), nog niet in gebruik genomen⁷⁷.

⁷¹ Flintenbreite bestrijkt een grondgebied van ongeveer 5,6 hectare (2,77 ha. Bebouwd, 2,87 ha. groen en waterfuncties). Uiteindelijk zal de woonbebouwing bestaan uit rijtjeshuizen, twee-onder-een-kap woningen en appartementen gebouwen (111 wooneenheden voor ca. 350 mensen: 45 rijtjeshuizen van tussen de 114 en 151 m², 12 twee-ondereenkap van 114 tot 151 m² en 56 huur en koop appartementen van tussen de 52 en 151 m² verdeeld over drie gebouwen van 12, 32 en 12 appartementen). Het project is in 1999 begonnen. Momenteel zijn er 28 huizen gerealiseerd en wonen er ca. 95 mensen. Niet alle woningen zijn anno 2004/2005 nog verkocht, waardoor het project stil ligt.

⁷² Vanwege het feit dat de componenten reeds gedurende meerdere jaren functioneren binnen de verschillende deelgebieden, en daardoor al redelijk goed beproefd zijn [Otterpohl, 1999].

⁷³ De totale ruimte voor waterzuivering per bewoner is 3,8 m² per pe

(waarvan 0,35 m² per pe voor zwartwaterbehandeling).

⁷⁴ De WKK-unit, het vacuümstation, de anaërobische vergister en alle controle- en distributie faciliteiten. De rijtjeshuizen hebben een energieverbruik van tussen de 48 en 52 Kwh/m², de tweeeondereenkap 48 Kwh/m².

⁷⁵ Het gemeenschapshuis wordt voor allerlei (sociale) doeleinden gebruikt. Voor het anaerobe vergistingssysteem voor 117 woningen (350 bewoners) is 120 m² installatieruimte gereserveerd in de kelder van het gemeenschapshuis (de ruimte is aanzienlijk overgedimensioneerd en de afmeting lijkt meer bepaald door het bovenliggende huis dan door de ruimtebehoefte).

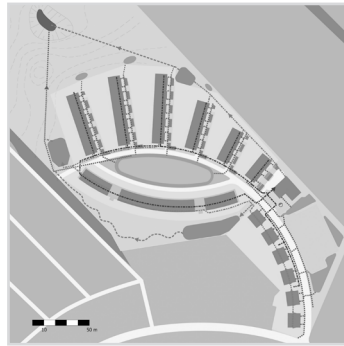
⁷⁶ De excreta worden niet bij elke 'doorspoeling' meteen naar de biogasinstallatie dan wel helofyten velden gestuurd maar eerst verzameld. Er is onderzoek gedaan onder de bewoners, het gebruik en de acceptatie. Deze blijken gelijk aan

die van conventionele systemen. Sommige bewoners stellen zelfs dat de toiletten hygiënischer zijn. Geluid wordt veelal als voornaamste probleem aangedragen voor bewoners. De moderne units die in Flintenbreite zijn geïnstalleerd geven een korter en ander, maar niet harder geluid. De bewoners gaven aan tevreden te zijn [Wendland, 2003].

⁷⁷ Voor het gistingsproces is continuïteit (van aanbod) van groot belang. Aangezien het systeem op 350 inwoners gedimensioneerd is, draait het nog niet efficiënt. Vooral de start van het proces is erg gevoelig [Wolff, 2000]. Er is op laboratorium-schaal wel een 'pilot-installatie' gemaakt die bestaat uit drie parallelle reactoren van elk 10 liter. Om de pathogenen te vernietigen wordt de organische afval- en zwartwaterstroom eerst 10 uur lang tot 55°C verhit en is een retentietijd gekozen van 20 dagen [Wendland, 2003].

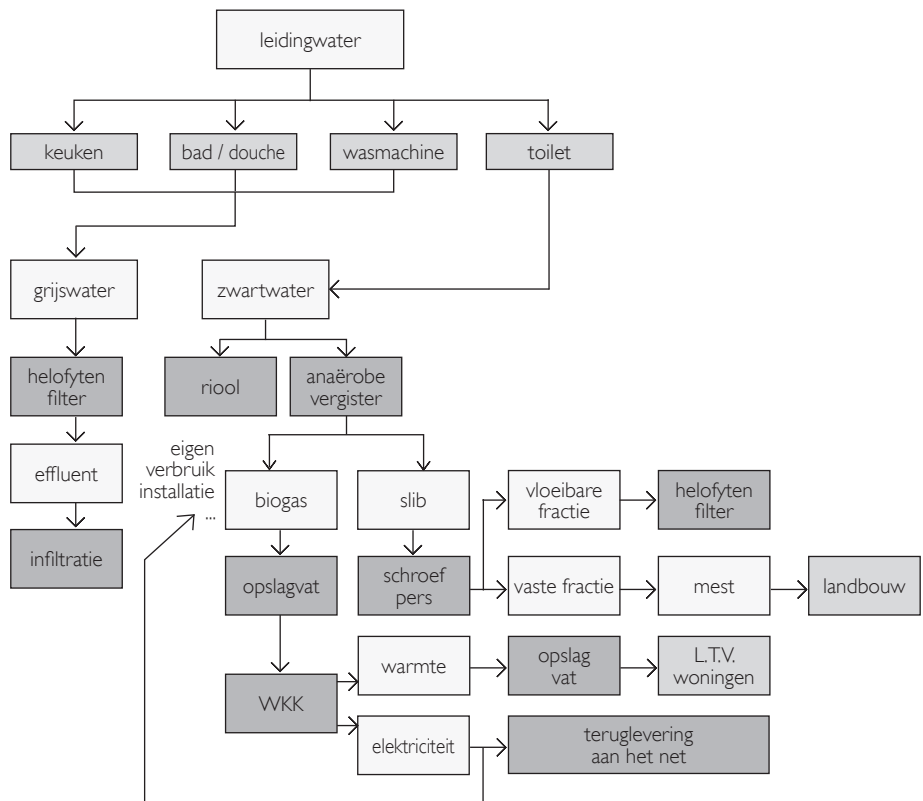
Figuur 9.11

Woonbuurt Flintenbreite; Lübeck, Duitsland
Afwalwatersysteem en infrastructuur



Figuur 9.12

Woonbuurt Flintenbreite; Lübeck, Duitsland
Schema energie- en afvalwatersysteem



Uitkomsten uit het laboratorium bevestigen dat de gasproductie overeenkomt met de bekende waarden (opwekking van biogas uit slechts organisch afval). Ook levert het systeem een grote waterbesparing en is sprake van een effectieve afval- en nutriëntenscheiding.

Het percentage van operationele problemen/storingen als gevolg van verkeerd gebruik van het systeem is erg laag. Bij storingen blijkt dat de problemen en oorzaken zeer snel gevonden kunnen worden vanwege z'n overzichtelijke omvang en de toegankelijke aanleg [Wendland, 2003].

9.3.4

Overige projecten

Het aantal gedecentraliseerde, al dan niet aan de energie en/of nutriëntenkringloop verbonden projecten, over de gehele wereld stijgt. Met name de projecten waar urine, feces en grijswater gescheiden worden aan de bron zijn haalbaar gebleken [Fröhlich, 2003; Johansson, 2001; Swedenviro, 2001]. In West-Europa zijn zo'n twintig meer of minder vergaande decentrale sanitatie projecten gerealiseerd, variërend van gecombineerde composterings- en separatiotoiletten tot en met vacuüm toiletsystemen met biogaswinning⁷⁸.

9.4

Gecombineerde ruimtelijk - ecologische functies

9.4.1

begripsbepaling

Een onderbelicht effect van decentrale en lokale afvalwater behandelingssystemen en energieopwekking zijn de educatieve aspect.

Bij zowel de energiestromen als bij de (afval)waterstromen worden decentrale concepten steeds vaker in het zicht gelaten en soms zelfs geïntegreerd in verkeers- of verblijfsruimten. Vooral water is daarbij esthetisch gezien (visueel, auditief en zelfs gevoel-gerelateerd) aantrekkelijk te maken. Bovendien kan het bij een goede toepassing, naast de oorspronkelijke functie van opslag of zuivering ook gebruikt worden voor het verbeteren van het klimaat in ruimten. Dit geldt zowel voor de toevoerstroam (bijvoorbeeld regenwatersystemen) als voor de afvoerstroam (afvalwaterbehandeling).

De kwaliteitseisen aan de (van oorsprong feitelijk) technische ruimte bepalen samen met eisen voor hygiëne en veiligheid of er mogelijkheden zijn voor integratie in bestaande ruimtes of dubbel ruimtegebruik met andere functies. Voor de energiestroom betreft het bijvoorbeeld de integratie van warmte-installaties of passieve- en actieve zonne- en wind-energie toepassingen. Geïntegreerde zuiveringsinstallaties in gemeenschappelijke ruimtes komen minder vaak voor, maar recente voorbeelden tonen de aantrekkelijke mogelijkheden tot synergie. Een voorbeeld is het universiteitscafé, in de kas van Aquacultuur Volksuniversiteit Stensund ontworpen door Bjorn Guterstam en Bengt Warne (Figuur 9.13), het 'Living Water Garden' project in China⁷⁹, en diverse voorbeelden van zuiveringsvelden die tevens dienst doen als (kijk)groen, piekwateropvang of (nieuwe) natuur.

⁷⁸ In Nederland is alleen nog sprake van plannen. Enerzijds het in dit boek (hoofdstuk 15) uitgewerkte project Lanxmeer, anderzijds een plan in Sneek..

⁷⁹ In dit project is het biologische

principe meer toegepast op integratie met aan oppervlaktewater gelieerde functies. Daarbij wordt water gehaald uit een vervuilde rivier, die door een dichtbevolkte stad loopt. Dit wordt vervolgens door verschillende zuiveringsvelden geleid. Na de

laatste zuiveringsstap loopt het weer terug de rivier in. De tuin is opgezet om mensen in de stad, die weinig tot niets van de natuurlijke, zuiverende systemen weten, te informeren (zie figuur 5.11) [Damon, 1999].

Figuur 9.13

Stensund Volksuniversiteit; Folehaven, Denemarken
Zuivering geïntegreerd in/met wasserette en café



Een ander voorbeeld is de integratie van een afvalwaterbehandelingsysteem in een wasserette en universiteitscafé in Folehaven (Denemarken) (Figuur 9.13).

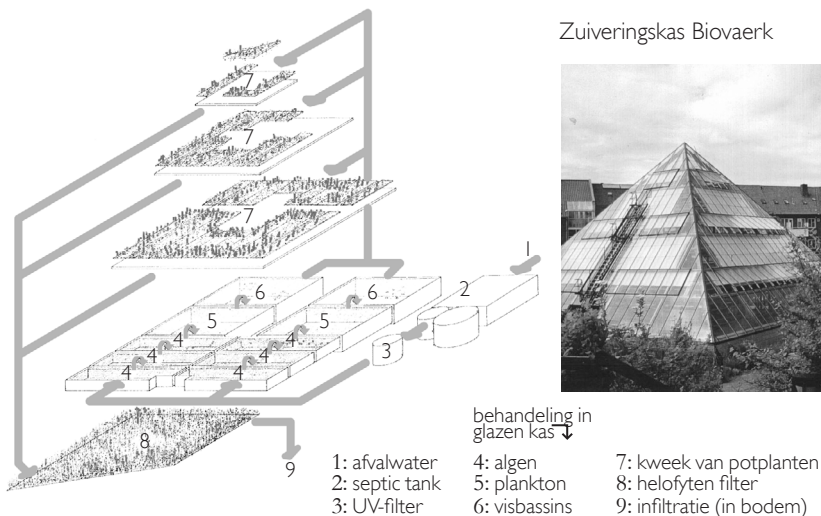
9.4.2

Biovaerk; Kolding, Denemarken

Het Biovaerk project in Kolding betreft een renovatieproject. Als onderdeel van een breder stadsvernieuwingsproject op basis van ecologische uitgangspunten is voor één bouwblok van 45 huishoudens voorzien in een decentrale afvalwaterzuivering in een 400 m² grote, glazen piramidevormige kas (Figuur 9.14).

Figuur 9.14

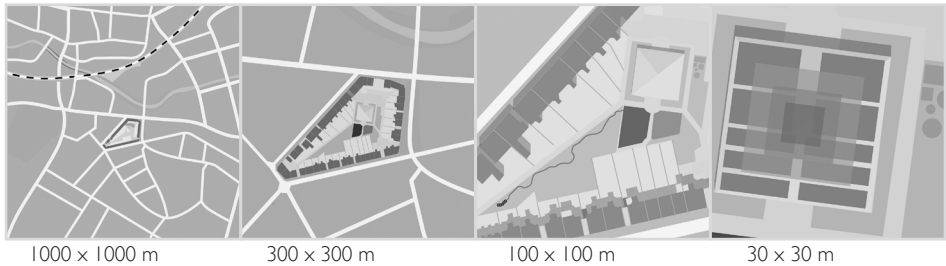
Zuiveringskas in woonblok; Kolding Denemarken
Schema opbouw afvalwaterbehandeling



Het systeem is te beschouwen als DESAR⁸⁰ systeem, en is geplaatst in de binnenruimten van het gesloten bouwblok⁸¹. De decentrale waterzuiveringvoorziening ligt ten dele onder de grond en deels in de glazen piramide.

Figuur 9.15

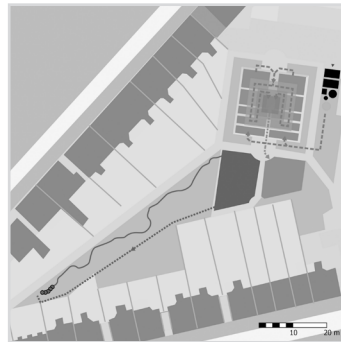
Zuiveringskas in woonblok; Kolding Denemarken
Verschillende schaalniveaus



Er is voor gekozen de eerste, meer omgevingsgevoelige zuiveringsstappen⁸² ondergronds te plaatsen en te scheiden van de meer op hergebruik gerichte nabehandeling (in de piramide)⁸³. Het water dat uit de piramide komt ondergaat een verdere zuivering in een ernaast gelegen helofytenfilter⁸⁴ (Figuur 9.15).

Figuur 9.16

Zuiveringskas in woonblok; Kolding Denemarken
Afwalwatersysteem en infrastructuur in binnentuin



⁸⁰ DEcentralised SAnitation and Reuse.

⁸¹ Voor de stadsvernieuwing bestond deze binnenruimte van het bouwblok uit privé tuinen. In overleg met de bewoners is iets meer dan de helft (ca. 4000 m²) van dit privé gebied (semi-) collectief gemaakt. De waterzuivering is in dit collectieve deel geïntegreerd. De piramide in het hof is 20 bij 20 meter en 12 meter hoog. De piramidevorm is volgens ontwerper Torben Gade gekozen omdat het een compacte vorm is die meerdere verdiepingen kan bevatten en toch voldoende licht binnen krijgt. Bovendien reflecteren de hellende glazen gevels het zonlicht volgens hem niet hinderlijk voor de bewoners rondom.

⁸² Het ondergrondse deel bestaat uit een septic tank, aërobe behandeling (active sludge installatie) en UV-filter (eis van de gemeente) en is herkenbaar aan een aantal putdeksels en een rooster over de aërobe behandelkamer in het gras en neemt ongeveer 45 m² in beslag in de tuin. Tijdens de initiële fase was de (door de gemeente additioneel geëiste) UV filter gedurende ca. 3 weken buiten bedrijf. Bij metingen bleek de waterkwaliteit volledig binnen de normen te blijven.

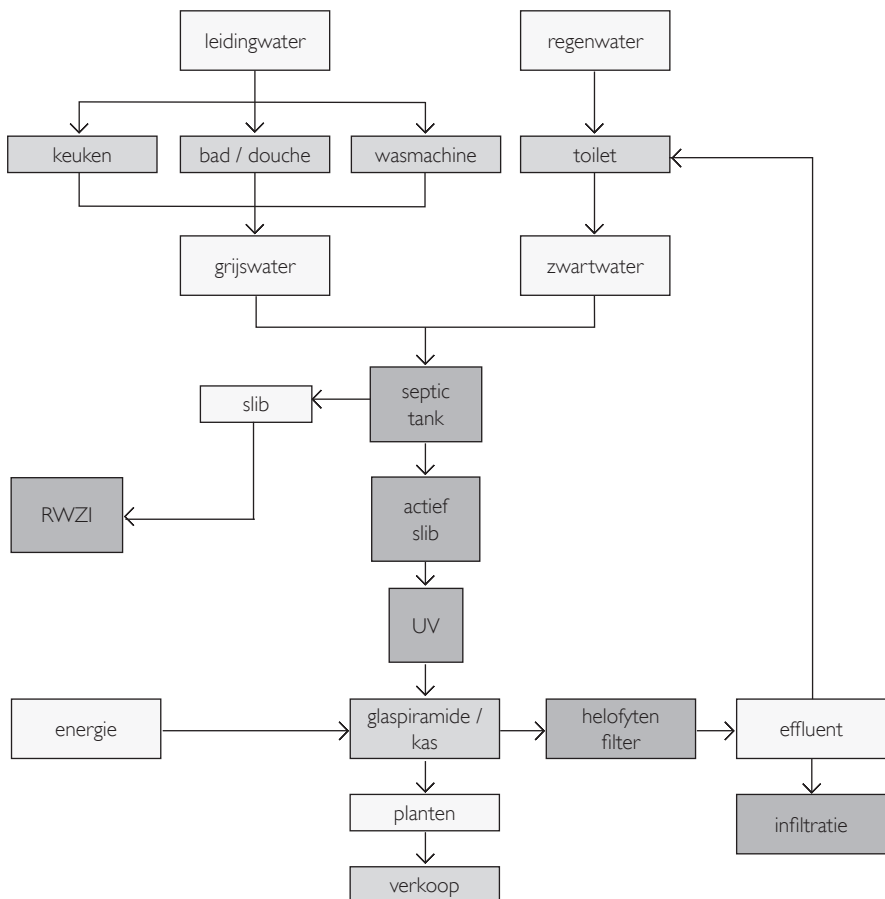
⁸³ De totale retentietijd bedraagt tussen de 5 en 7 dagen. De totale ruimte voor waterzuivering per bewoner is 0,66 m² per persoon equivalent (pe). Wordt de kas meegeteld als deel van het systeem dan wordt dit 2,26 m² per pe. De kosten zijn niet bekend.

⁸⁴ Het helofytenfilter van ongeveer 120 m² ziet er door het dichte riet aantrekkelijk uit. Ernaast ligt een retentievijver van ca. 175 m² voor regenwater dat wordt opgevangen van de daken van het bouwblok. Dit water wordt naar een flowform gepompt vanwaar het weer terugstroomt naar de vijver via een klein beekje. Het regenwater voorziet voor een derde in de speelwaterbehoefte van de toiletten binnen het complex. Recirculatie van het gezuiverde water met het regenwater als speelwater is wel overwogen en mogelijk geacht, maar stuitte op problemen bij de gemeente. De mensen binnen de gemeente die verantwoordelijk zijn voor de controle van het afvalwatersysteem vinden het 'Biovaerk' "maar een raar experiment" [Hasselaar et al., 2006].

De glazen piramide maakt de zuivering en het hergebruik van afvalwater zichtbaar en neemt een prominente plaats in de binnenplaats. De piramide bevat op de begane grond een combinatie van vissen, algen en zoöplankton⁸⁵ en op de verdiepingen een plantenkwekerij⁸⁶. De verschillende onderdelen van het regenwater en afvalwatersysteem zijn duidelijk in samenhang ontworpen en vormen een aantrekkelijk geheel. Er kunnen vraagtekens geplaatst worden bij de (milieutechnische) functie van de piramide binnen het totale zuiveringsproces⁸⁷. Toch geldt dat het een minstens zo interessante nieuwe functie toevoegt: een hergebruikstap in de vorm van de plantenkwekerij⁸⁸.

Figuur 9.17

Zuiveringskas in woonblok; Kolding Denemarken
Schema (afval)water systeem



Aanpassingen in de woningen met betrekking tot het (afval)waterzuiveringsysteem beperken zich tot de installatie van waterbesparende maatregelen en een tweede leidingnet voor het gebruik van regenwater als spoelwater (Figuur 9.17). Uit onderzoek onder bewoners van het bouwblok in Kolding bleek dat zij zich veel meer bewust zijn van hun waterverbruik [Kolding, 2004].

9.4.3

Living Machine; BedZED; London, Verenigd Koninkrijk

Steeds vaker wordt onderzoek gedaan en worden systemen ontwikkeld die de natuur als basis nemen (zie ook hoofdstuk 5.2.3). Uitgangspunt is vaak Lovelock's theorie, die stelt dat 'Gaia', de aarde, een zekere capaciteit heeft tot zelf-onderhoud en zelf-reparatie⁸⁹, hetgeen de basis zou moeten zijn van alle (levende) systemen. Deze principes worden vaak gehanteerd als streefwaarden voor de systemen op basis van natuurlijke componenten.

Figuur 9.18

'De Waterfabriek', Noorder Dierenpark; Emmen
(Afv)waterzuivering op basis van
Living Machine concept



Bekend is vooral het werk van de Amerikaan John Todd (Ocena Arks International, Living Technologies) die de "zelf-regulerende, zelf-onderhoudende, zelf-reparerende" en zelfs "zelf-ontwerpde systemen" tot uitgangspunt neemt bij wat hij noemt "ecological design van Living Machines" (zie ook hoofdstuk 8.2.3) (Figuur 9.18; Figuur 9.19) [Todd & Josephson, 1996]. Het Noorder Dierenpark in Emmen laat zien dat het verwerken van het eigen afvalwater economisch en esthetisch gezien aantrekkelijk kan zijn. De Living Machine is een systeem van waterzuivering in een (gedeeltelijk) geklimatiseerde ruimte⁹⁰.

⁸⁵ Op de begane grond waren deze in eerste instantie als drie opeenvolgende zuiveringsstappen gepland: algen, plankton en visbassins. In de praktijk bleken deze niet te scheiden. De verschillende bassins hebben nu allemaal een mix van algen, plankton en vissen. Dit blijkt goed te werken. Er is geëxperimenteerd met het toevoegen van hyacinten, maar daarvoor bleek het te koud.

⁸⁶ Hoewel de piramide toegankelijk is voor volwassen bewoners – zij bezitten een sleutel – is in de vormgeving van het interieur van de piramide geen ruimte gemaakt voor verblijfsfuncties. Dit is wel over-

wogen, maar werd in nauw overleg met de betrokken verantwoordelijke instanties als een stap te ver beschouwd.

⁸⁷ De zuivering van het afvalwater voordat het de kas in gaat, tezamen met de helofytenzuivering na de kas, zou voldoende zuivering moeten opleveren benodigd voor de uiteindelijke infiltratie in de bodem.

⁸⁸ De gemeente is verantwoordelijk voor het onderhoud van het systeem, maar heeft dit uitbesteed aan een tuinier met interesse in ecologie die ook de potplanten kweekt. In eerste instantie zouden de bewoners dit zelf ook doen, maar bleek niet

haalbaar. Het project is daarmee een innovatief voorbeeld van urban farming met planten en (gepland) eetbare vis als eindproducten.

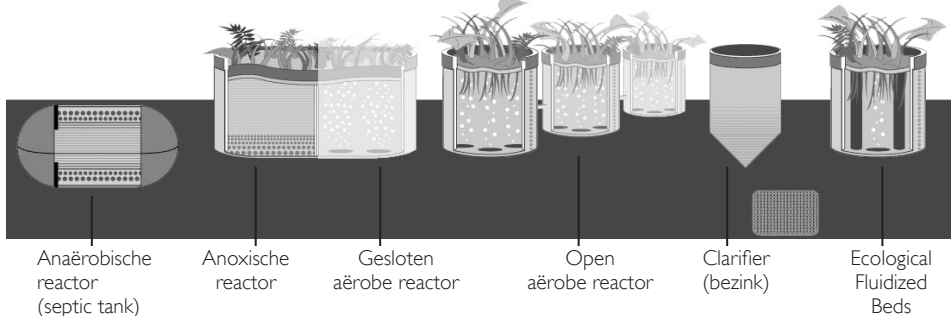
⁸⁹ Wat Lovelock niet vertelt met betrekking tot de beperkte capaciteit van de aarde is dat de mens niet noodzakelijkerwijs deel uit hoeft te maken van Gaia.

⁹⁰ Volgens Todd kan met behulp van deze Living Machines in "de komende 'age of ecology' de menselijke familie ten behoeve van z'n bestaan voorzien worden op ca. 1/10 van de 'ecologische voetafdruk' (zie hoofdstuk 4.3.2) van die van vandaag de dag" [Todd & Josephson, 1996].

Living Machines zijn meestal glazen kassen met daarin 'solar aquatic systems', waar zoveel mogelijk 'in het zicht', door middel van een combinatie van technieken⁹¹ afvalwater wordt gezuiverd in één of meer parallelle systemen van gesloten en open tanks (Figuur 9.19). In de open tanks is gevarieerde en veelal aansprekende begroeiing geplant. Soms worden er vissen gehouden, dan wel gekweekt.

Figuur 9.19

Living Machine, zuiveringsconcept
Processtappen

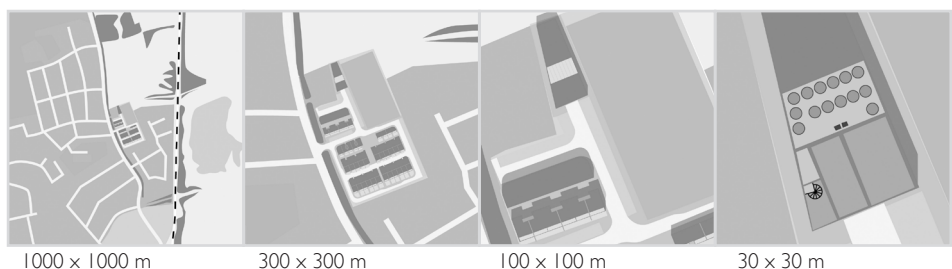


Er zijn over de gehele wereld inmiddels vele Living Machines gerealiseerd. Eén van de eerste en meest aansprekende was de Living Machine in het Ecovillage Findhorn (Schotland). De meeste Living Machines worden (nog) toegepast voor specifieke doelstellingen (geconcentreerde afvalwaters van bepaalde industrie, zoals de Mars chocolade fabrieken van Ethel M Chocolates in Las Vegas).

Er wordt steeds vaker gekozen voor op natuurlijke processen gebaseerde systemen die minder seizoensafhankelijk kunnen functioneren en waarbij (afval)waterbehandeling bouwkundig is te integreren met andere hoogwaardige functies en/of voorzieningen. Een recent voorbeeld van bouwkundige implementatie van een (interpretatie van de) Living Machine in een woonwijk, is die binnen het project BedZED in het Verenigd Koninkrijk.

Figuur 9.20

Woonbuurt 'BedZED'; Londen, Verenigd Koninkrijk
Verschillende schaalniveaus



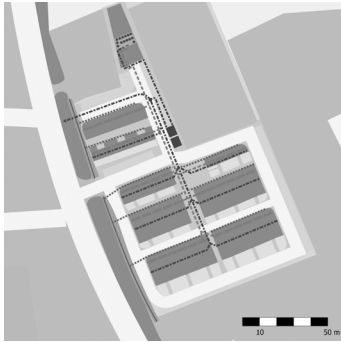
Het BedZED project is als project gerealiseerd ter demonstratie van ontwerpen met passieve systemen, het integreren van installaties en diensten in woningbouwprojecten, en het leggen van nadruk op de gemeenschap en voorzieningen die deze ondersteunen. Het project met voor ecologische wijken relatief hoge dichtheid⁹², ligt in het suburbane gebied van Greater London (Figuur 9.20).

Een belangrijke rol binnen het project is weggelegd voor de Living Machine⁹³, waarin het grijze- en zwarte afvalwater gecombineerd wordt gezuiverd.

De Living Machine is (tezamen met een wkk installatie voor de wijk) geplaatst naast de gemeenschappelijke ruimte om bewoners bewust te maken van het systeem. De onderdelen van het systeem bevinden zich grotendeels in een apart gemeenschappelijk gebouw⁹⁴ (Figuur 9.21). Grijs en zwart water komen daarbij samen in een septic tank, waaruit het

Figuur 9.21

Woonbuurt 'BedZED'; Londen, Verenigd Koninkrijk
Afvallwatersysteem en infrastructuur



water (na een retentietijd van 7 dagen) geleid wordt naar de Living Machine⁹⁵.

De toepassing in de woningen van de wijk beperkt zich tot waterbesparende toiletten en wasmachines. Het gezuiverde water wordt opgeslagen in bassins onder de woningen en hergebruikt voor toiletspoeling.

⁹¹ Dit gebeurt volgens op de natuur gebaseerde systemen die o.a. bestaan uit (water)planten, algen, bacteriën en andere kleine organismen.

⁹² Het project beslaat 1,7 hectare en bestaat uit 82 woningen met in totaal 244 bewoners, wat tezamen met een WKK installatie, werk- en gemeenschapsruimten neerkomt op 47 woningen per hectare. De kasruimte op de eerste verdieping van het gemeenschapshuis waarin de Living Machine staat beslaat 120 m². Buiten ligt een septic tank van 60 m² (ondergronds). De totale ruimte voor waterzuivering per bewoner is 0,74 m² per pe. Wordt de kas meegetrekkend als deel van het systeem dan wordt dit 2,26 m² per pe. De kosten voor het systeem bedroegen in 2001 €300.000 (£200.000) [Hasselaar et al., 2006].

⁹³ Binnen dit project is gekozen voor een afvalwaterzuivering

op basis van de Living Machine vanwege het relatief low-tech karakter met gering ruimtegebruik en een aantrekkelijke uitstraling.

⁹⁴ De Living Machine is geïntegreerd op de eerste verdieping van het verzamelgebouw waar het tussen de wkk en de gemeenschappelijke ruimte ligt. Op deze manier kon het gebouw compact blijven. Wel dient binnen een dergelijke opbouw opgepompt te worden en moest een constructie gerealiseerd worden die berekend is op de last van de bassins met water. De bassins met een diameter van 1,5 meter en hoogte van 2,4 meter staan op een betonnen vloer. Ten behoeve van de bereikbaarheid is een houten vloer op 1,2 meter onder de rand van de bassins gemaakt. In de praktijk blijkt een kwart van het effluent van de Living Machine benodigd te zijn voor de toiletspoeling. Het overige

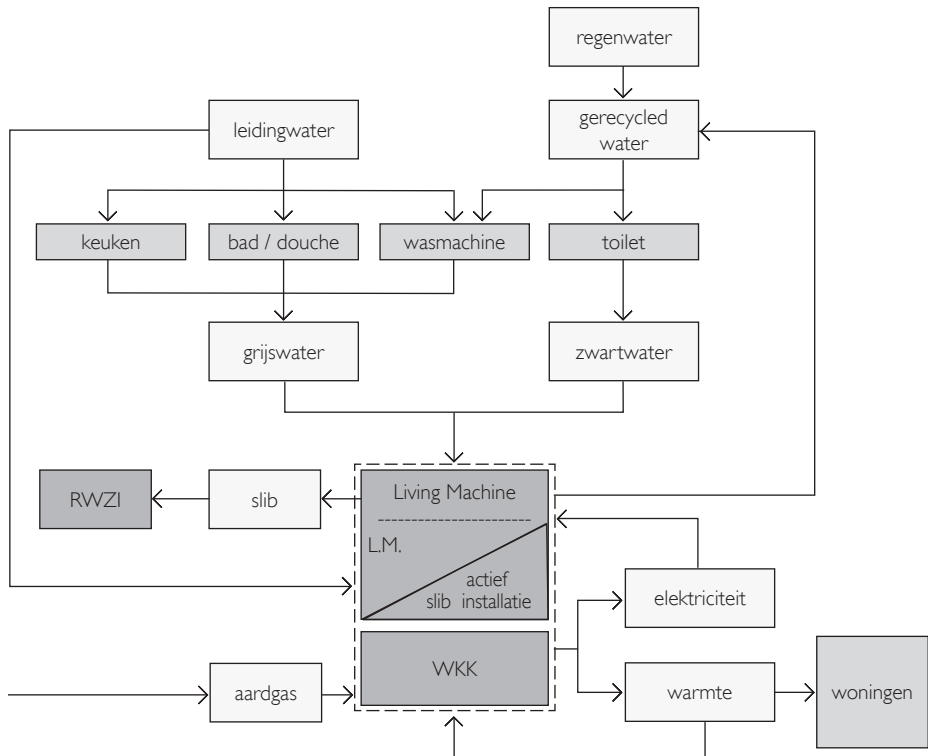
water infiltreert via een greppel aan de rand van het terrein de ondergrond.

⁹⁵ De Living Machine bestaat in dit project uit twee parallelle stromen van elk 7 tanks. Elke tank neemt een deel van de zuivering voor zijn rekening. De eerste tank bestaat uit een gesloten, aërobie tank met een kruidentuinbiofilter erop om eventuele stank tegen te gaan. De 6 daar op volgende tanks zijn open, aërobie tanks met drijvende planten die het water voldoende zuiveren om het in te zetten als spoelwater voor het toilet, of om de tuin mee te besproeien.

Drinkwater wordt in dit project nog gebruikt voor de meeste watervragende functies. Door gebruik van waterbesparende appendages is het drinkwater-verbruik wel van 102 liter teruggebracht tot 70 liter per persoon per dag⁹⁶.

Figuur 9.22

Woonbuurt 'BedZED'; Londen, Verenigd Koninkrijk
Schema (afval)water systeem



Het energiesysteem in dit project is niet autonoom. Het berust vooral op maximale benutting van passieve bronnen zoals serres, zonneshoorstenen in combinatie met warmte-terugwinning uit ventilatielucht, vergaande isolatie en gebruik van energie-efficiënte apparaten. Daarnaast is een p.v.systeem (mede voor het opladen van elektrische auto's) toegepast en wordt warmte opgeslagen in de grond.

Een centrale beheerder, bijgestaan door een assistent, beheert de verschillende (de)centrale systemen (wkk, Living Machine, vast afval beheer)⁹⁷.

Het BedZED project illustreert inmiddels het belang van een betrokken beheerder, waarbij betrokkenheid niet alleen bij het decentrale principe van het systeem en de bouwkundige entiteit moet zijn, maar vooral ook de persoonlijke betrokkenheid van de beheerder bij de specifieke invulling c.q. uitwerking van dit systeem⁹⁸.

9.4.4

Overige projecten

Er bestaan diverse projecten waar het principe van functie en/of procesintegratie in de praktijk (of in concept) is uitgewerkt. Bekend zijn de diverse gemeenschaps- en informatiecentra van eco-villages. De afgelopen decennia zijn verder diverse concepten uitgewerkt die de procesindustrie of de glastuinbouw koppelen met woningen en/of afvalwarmte van energiecentrales⁹⁹ [Kristinsson et al., 1994].

Een recent concept, dat het principe van urban agriculture oppakt en vanuit de Nederlandse situatie uitwerkt naar procesoptimalisatie en grootschalige toepassing van zonne-energie en productief gebruik van reststromen, is het 'Zonneterp' project van het Agrocluster binnen het innovatieplatform [Wortmann et al., 2005]. In dit concept wordt woningbouw gekoppeld aan kاستuinbouw (Figuur 9.23).

Figuur 9.23

Zonneterp-concept, Innovatie platform Agrocluster
Woningen met tuinen in/naast tuinbouwkas



Winning van de zonnewarmte gebeurt in een glastuinbouwkas, terwijl de kas nutriëntrijk gietwater, vruchtbaar substraat en (overdag) CO₂ benut¹⁰⁰. Door de kas gesloten te houden wordt de warmte maximaal vastgehouden. Condenswater en CO₂ moet ook afgevoerd, en de kas verwarmd en gekoeld worden.

⁹⁶ Door middel van gerecycled water bij de wasmachines wordt gesteld dat dit tot 20 liter reductie kan opleveren.

⁹⁷ Gemiddeld genomen besteedt de beheerder ca. een half uur per week aan de Living Machine, en de assistent een halve tot hele werkdag.

⁹⁸ Op dit moment functioneert één van de beide stromen als een (feitelijk conventioneel) actief slibstelsysteem, wat er op neer komt dat de

planten uit het systeem zijn gehaald, omdat de beheerder –vanuit zijn civiel technische achtergrond– dit systeem prefereert boven de Living Machine benadering. Tegelijkertijd wordt daarbij de resterende 'stroom' die volgens de Living Machine principes afvalwater behandelt minder tijd besteedt, wat de uitstraling niet ten goede komt.

⁹⁹ Achtergrond is een verhoging van de energieproductiviteit in de land-

bouw met een factor vijf à twintig en tegelijkertijd een forse terugdringing van de milieulast (warmte en CO₂ uitstoot, etc.) [Kristinsson et al., 1994].

¹⁰⁰ Een hoog productieve tuinbouwkas gebruikt overdag ca. 7 gram CO₂ per m² per uur [Wortmann et al., 2005].

Het project kent vier hoofdsystemen:

1. het warmtesysteem, waarbinnen de opslag van het warmteoverschot valt en de benutting voor de verwarming van de kas en van de omliggende bebouwing;
2. de koolstofkringloop is gebaseerd op biomassa (gft-afval en zwartwater) dat vergist wordt ten behoeve van warmte en elektriciteit, en tegelijkertijd CO₂-bemesting voor de tuinbouwkas;
3. het watersysteem, dat bestaat uit de verwerking van grijswater en vergistingseffluent ten behoeve van gietwater in de kas en winning van zuiver water; en
4. het nutriëntensysteem: nutriënten en digestaat uit de vergister ten behoeve van de teelt in de kas.

Het project gaat nog een stap verder dan de gestelde integratie tussen ‘open groenbeheer’ en –landbouw met (woon)bebouwing. Vandaar ook dat in het Zonneterp concept niet alleen de variant ‘Integratie’ (de kas is dienstbaar aan de woningen) is uitgewerkt, maar ook twee alternatieve varianten: ‘Segmentatie’ (zelfstandige exploitatie van de afgescheiden onderdelen van het kringloopproces; het glastuinbouwgebied levert warmte aan woningen) en ‘Coëxistentie’ (een wederzijds profijtelijke relatie tussen kas en omgeving, niet per definitie gesloten kringloop; bijvoorbeeld de tuinder als ‘warme’ buurman).

In alle drie varianten is sprake van koppeling aan de centrale nutsvoorzieningen, die nodig is voor opstart- en noodvoorziening¹⁰¹. Er gelden bepaalde gebruiksbeperkingen¹⁰².

De grootte van het Zonneterp concept is (in eerste instantie) afhankelijk gemaakt van de economische terugverdientijd van het warmtesysteem. Dit leidt tot een grootte van ca. 2 hectare kas ten behoeve van 200 inwonersequivalenten [Wortmann et al., 2005].

Dit relatief grote ruimtebeslag is het gevolg van de keuze voor het tevens willen sluiten van de andere drie deelsystemen (2, 3 en 4). Een directe koppeling met c.q. teruglevering van de biogas opwekking met Warmte-Kracht-Koppeling aan woningen zou het (verharde) ruimtebeslag kunnen doen afnemen. In dat geval moet meer externe biomassa (in het Zonneterp project betreft dit al 50%) toegevoegd worden in de vergister (covergisting).

De koolstofbalans wordt daarbij niet zoveel teruggebracht als in het Zonneterp concept, die is gebaseerd op CO₂ uit de levende kringloop.

9.5

Discussie

Binnen de beschreven referentieprojecten in het voorgaande en dit hoofdstuk zijn diverse projecten onderzocht waar op één of andere wijze het sluiten van kringlopen is gerealiseerd. Acht projecten (vier in hoofdstuk 8 en vier in hoofdstuk 9) zijn nader bestudeerd naar stroomafhankelijke deeloplossingen, schaal van toepassing, stedenbouwkundige inpassing en de relatie tussen deze aspecten¹⁰³. Het betreft de in hoofdstuk 1.4.3 aangekondigde projecten: Autonomous House (Southwell, Verenigd Koninkrijk), Sustainable House (Sydney, Australia), Healthy House (Ontario, Canada), Hockerton Housing Project (Hockerton, Nottinghamshire, Verenigd Koninkrijk), Vauban (Freiburg, Duitsland), Flintenbreite (Lübeck, Duitsland), Biovaerk (Kolding, Denemarken) en BedZED (Londen, Verenigd Koninkrijk). De projecten Autarkisch Huis (Hoek, Nederland), het Earthship concept (diverse plaatsen) en de eco-village Zegg in Duitsland zijn ook geanalyseerd naar toegepaste schaalniveaus, technieken en bijzonderheden. De uitkomsten van de tien genoemde projecten, gerelateerd naar schaalniveau, zijn met betrekking tot de oplossingen samengevat in Tabel 9.1 (water gerelateerde stromen) en Tabel 9.2 (energie gerelateerde stromen)¹⁰⁴.

Afhankelijk van de schaal waarop het project functioneert als gemeenschap worden verschillende oplossingen gekozen voor herkomst en gebruik van drinkwater, en hoe wordt omgegaan met afvalwater, grijs of zwart. Het dalende ambitieniveau bij grotere schaal van toepassing voor het sluiten van de lokale (afval)waterstroom heeft verschillende redenen¹⁰⁵. De betrokkenheid van bewoners blijkt groter wanneer systemen op woningschaal werken dan wanneer dit op wijkniveau gebeurt¹⁰⁶. Zoals besproken in hoofdstuk 7 en 8 biedt het laagste schaalniveau echter weinig perspectief. Zelfvoorziening brengt dan forse meerkosten met zich mee, de technische mogelijkheden zijn beperkt en de relatie met c.q. de inbedding in het landschap is gering of kan zelfs volledig ontbreken.

Naarmate de schaalgrootte toeneemt, wordt de toevoer en afvoer van zaken als afval(water) steeds anoniemer en minder geïntegreerd, met als gevolg dat de betrokkenheid afneemt. Uit de onderzochte projecten blijkt dat in geval van wijken of woonblokken waarvan de bewoners al in een vroeg stadium zijn samengekomen en hebben besloten gezamenlijk, vaak uit ideële overwegingen, een woonvorm c.q. leefgemeenschap op te zetten met nadruk op milieubewustzijn, hierop de uitzondering vormen.

Op het gebied van drinkwatervoorziening blijkt het gebruiken van regenwater alleen op kleine schaal toegepast. Bij gebruik op grotere schaal blijkt het risico op tekorten, de gelegenheid tot opslag, of de infrastructuur voor opvang en zuivering dusdanig ingewikkeld, dat de voordelen niet voldoende opwegen tegen de nadelen. Op woonblokniveau blijkt de toepassing van regenwater of behandeld grijswater als huishoudwater wel mogelijk¹⁰⁷ (BedZED).

De deelvraag in hoeverre het decentraal oplossen van verschillende stromen op andere schaalniveaus kan bijdragen aan verdere verduurzaming hangt vooral samen met de gevolgen van het al dan niet geheel sluiten van de kringlopen, en de garantie ervan voor onbepaalde tijd, voor de bovenliggende infrastructures. Opnieuw blijkt dat de fundamentele behoefte 'bescherming'¹⁰⁸ als onderdeel van algemeen belang sturend wordt.

Dit heeft vooral te maken met het aspect van garantiestelling in geval van disfunctioneren en is daarmee zeer stroom- en systeemafhankelijk.

¹⁰¹ In het ideale scenario kan voor de gehele Zonneterp met één centrale aansluiting (per nutsdienst) worden volstaan.

¹⁰² Piekmomenten in het stroomverbruik moeten vermeden worden. Daarnaast kan in de kassen niet verneveld worden. Diverse chemische stoffen zijn niet te gebruiken in verband met de natuurlijke processen en fragiele dynamische evenwichten binnen de kringlopen. In het concept is uitgegaan van de toepassing van Zeer Lage Temperatuur Verwarming (ZLTV), waar niet alle bebouwing, installaties en constructies geschikt voor zijn. Dit brengt (gevoelsmatig) comfort beperkende aspecten met zich mee (bebouwing mag maar beperkt 'open' zijn vanwege de noodzakelijke balansventilatie).

¹⁰³ Voor de keuze van de projecten

zijn de variabelen gehanteerd zoals toegelicht in hoofdstuk 1.4.3. Binnen de projecten zijn onderzocht: stroomafhankelijke deeloplossingen, schaal van toepassing, (steden)bouwkundige inpassing, toegepaste deeltechnieken en infrastructures, organisatie & beheer, financiering, en casusspecifieke gebruikers- c.q. bewonersgerelateerde aspecten. Deze variabelen zijn, voor zover beschikbaar, getoetst aan de in hoofdstuk 12 samengevatte milieutechnische-, ruimtelijke- en sociale criteria.

¹⁰⁴ Gearceerd zijn de toegepaste systeemcomponenten.

¹⁰⁵ In verschillende landen is het juridisch gezien moeilijker om bijvoorbeeld een huishoudwaterleidingnet aan te leggen op wijkniveau vanwege veiligheidseisen (met name hygiëne) en het grote aantal mensen

waarop dat betrekking heeft. Op individuele woningschaal is toestemming voor dergelijke voorzieningen vaak nog wel te krijgen.

¹⁰⁶ De gevolgen van een bepaalde handeling op individuele schaal zijn immers direct zichtbaar, en de verantwoordelijke voor die gevolgen is direct aan te wijzen [Hasselaar et al., 2006].

¹⁰⁷ In een dergelijk geval is er in de ontwerpfase al mee rekening gehouden, en wordt al het grijs of regenwater opgevangen en naar een centraal punt geleid waar het wordt behandeld. Dit water wordt vervolgens ingezet om de toiletten door te spoelen of de tuin te sproeien.

¹⁰⁸ Dit heeft betrekking op aspecten als bedrijfszekerheid, betrouwbaarheid, veiligheid, gezondheid, en dergelijke.

Tabel 9.1

Referentieprojecten ingedeeld naar schaalniveau
Oplossingen (afval)water voorziening

	woningschaal				cluster / woonblok-schaal			buurtschaal		
	Sustainable House	Autarkisch Huis, Hoek	Healthy House	Earthship(s)	Hockerton	Vauban	Kolding	BedZed	Zegg	Flintenbreite
drinkwater										
openb. leidingnet		1								
regenwater										
huishoudwater										
gerecycled water										
regenwater										
geen huishoudwater										
zwart water										
riool		1	3:		3					5
helofyten		2		4	2				2	
septic tank										
aerobe behandeling										
anaerobe vergisting										6
living machine										
fixed bed filter										
omzetten in grijs water										
productie meststoffen									7	6
grijs water										
'gravel pit'										
helofyten										
septic tank										
living machine										
fixed bed filter							8			
membraanfilter							9			
regenwater										
gebruik										
wadi										

1: verplicht

3: slib

5: huidig

7: gedeeltelijk

9: nieuw

2: effluent

4: vloekas

6: toekomst

8: defect

Tabel 9.2

Referentieprojecten ingedeeld naar schaalniveau
Oplossingen energievoorziening

	woningschaal				cluster / woonblok-schaal			buurtschaal		
	Sustainable House	Autarkisch Huis, Hoek	Healthy House	Earthship(s)	Hockerton	Vauban	Kolding	BedZed	Zegg	Flintenbreite
elektriciteit										
openb. elektriciteitsnet		1	6							
windenergie		2		3					5	
zon (PV)										
WKK										
warmte										
warmtepomp					3				3	
zon (thermisch)										
WKK										
warmte opslag (actief)										
LTV systeem (& htk)									3	
actieve terugwinning										
(ventilatie)lucht										
afvalwater (indirect)										
afvalwater (biogas,e.d.)										
passieve maatregelen										
extra isolatie (R>4)										
HR-beglazing										
serre(s) / bufferzone(s)										
zonneshoorsteen / wand				3						
exergie / cascadering										
warmte accumulatie (mat.)										
grondmassa (e.a.)										
opp. water t.b.v. koeling										
bladverliez. zonwering									3	
instelb. buiten zonwering										
oriëntatie / zonering										
besparende apendages										
natuurlijke ventilatie										
nachtventilatie (zomer)				4	4				4	
vegetatiedak		7						7	7	

1: verplicht

3: variabel

5: t.b.v. watercirculatie

7: gedeeltelijk

2: geen vergunning

4: serre

6: 1²

Van de behandelmethoden om grijs water te zuiveren is het helofytenfilter de meest toegepaste. Vanwege de relatieve eenvoud van een dergelijk systeem zijn geen grote problemen te verwachten en lijkt het de beste oplossing. Een pomp zorgt voor bevloeiing van een rietveld, wat vervolgens op natuurlijke wijze het water zuivert. Nadeel is wel het ruimtebeslag wat een dergelijk systeem vergt.

Bij alle projecten is de afvoer van regenwater afgekoppeld van het riool. Bij projecten waarbij regenwater niet wordt gebruikt wordt het afgevoerd naar wadi's waar het de grond kan infiltreren. Uit de beperkt beschikbare gegevens met betrekking tot de onderzochte referentieprojecten is gebleken dat in de projecten waar sprake is van verdergaande verbinding van de oplossingen van de verschillende deelstromen, dit het ultieme doel van volledige verzelfstandiging van de infrastructuren beter mogelijk maakt. De in Duitsland gerealiseerde projecten Vauban (Freiburg) en Flintenbreite, (Lübeck) kunnen als pioniersprojecten aangemerkt worden. Door een geïntegreerd energieopwekkings- en afgiftesysteem te ontwerpen en die te koppelen aan een afvalwaterbehandelingsysteem, dat verbonden is met een nutriëntenrecycling, blijken met decentrale systemen efficiëntievoordelen ten opzichte van volledig centrale systemen te behalen¹⁰⁹. Het vergisten van zwart water gebeurt in beide gevallen na bijmenging van gft-afval¹¹⁰. Het residu dat overblijft na vergisting is door een milieubewuste omgang met het gft geschikt als meststof. In beide projecten waar met een anaërobe vergister wordt gewerkt is de noodzaak van een beschermde ontwikkelingsomgeving wel aangetoond: één systeem is nog niet operationeel (Flintenbreite), terwijl de andere ook pas na aanvangsproblemen en enkele veranderingen functioneert.

In Flintenbreite ligt de oorzaak buiten het systeem zelf: het hele systeem is al aangelegd en in principe operationeel, maar de toevoer van zwart water is nog onvoldoende om in werking stelling te rechtvaardigen. Dit komt doordat de woningen in de wijk nog niet allemaal verkocht en bewoond zijn, waardoor de stroom van zwart water zo klein is dat het financieel niet te rechtvaardigen is een persoon in te huren die de installatie bedient en onderhoudt. Toch lijkt het toepassen van een biogas installatie om het zwarte water (met gft-afval) te behandelen een aantrekkelijke optie.

Specifieke lokale omstandigheden vormen een sterke stimulans voor de implementatie van decentrale systemen voor het lokaal sluiten van kringlopen. Decentrale sanitatie systemen bieden vaak een oplossing op plekken waar een traditionele riolering niet mogelijk is door bodem, waterhuishouding of de regelgeving die daarmee samenhangt.

In combinatie met andere maatregelen gericht op duurzame ontwikkeling, kan de toepassing van decentrale oplossingen ter plaatse een rol spelen bij het verkrijgen van een bouwvergunning in ecologisch kwetsbare gebieden, zoals de projecten in Hockerton en Flintenbreite laten zien¹¹¹.

Bij het Healthy House maakte de rotsachtige bodem traditionele riolering zo duur dat een lokale oplossing economisch aantrekkelijk is als alternatief voor de daar gangbare toe- en afvoer van water / afval(water) per vrachtwagen.

De flexibiliteit van de decentrale oplossingen optimaal gebruik te maken van lokale omstandigheden blijkt uit de wijze waarop de decentrale navigatiesystemen aangesloten zijn op de waterhuishouding in de omgeving¹¹².

De lokale oplossing c.q. sluiten van de kringlopen blijkt in meerdere projecten aanleiding voor een vernieuwende ruimtelijke integratie van systeem en bijbehorende infrastructuur¹¹³. In de architectonische vormgeving van decentrale sanitatie systemen kan onderscheid gemaakt worden tussen een high-tech en low-tech benaderingswijze. Gemiddeld hebben

de low-tech systemen een groter ruimtebeslag en zijn ze veelal daglichtafhankelijk. Daarom worden ze gesitueerd in de open lucht of in een kas, op een goed bezonde plek. Over het algemeen zijn de low-tech oplossingen zowel fysiek als visueel meer toegankelijk. High-tech systemen worden beschouwd en behandeld als technische installaties. Daarbij worden ze uit het zicht gesitueerd in een afgesloten installatieruimte, kelder of ingegraven in tuin of park. Gevolg is dat de systemen niet of slechts indirect deel uitmaken van de dagelijkse beleving van de gebruiker¹¹⁴. High-tech en low-tech kunnen ook gecombineerd worden door de nabehandeling van het zwart afvalwater en/of de behandeling van grijswater en de inzameling en hergebruik van regenwater zichtbaar te maken. Het ontwerp van de tuin van het ‘Sustainable House’ is bepaald door het toegepaste (afval)watersysteem: een wadi en een houten terras waaronder zich de waterzuiveringstank en de regenwater opslagtank bevinden.

Er is slechts in beperkte mate sprake van meervoudig ruimtegebruik. Installatieruimtes combineren vaak diverse apparaten voor water, warmte en elektriciteit (Vauban, Healthy House) en zijn soms functioneel gekoppeld (Flintenbreite). De helofytenfilters in Hockerton en Flintenbreite kunnen worden beschouwd als een vorm van functioneel groen, geïntegreerd in park en/of tuin¹¹⁵. De ‘Biovaerk’ in Kolding introduceert een directe koppeling tussen (agraris) ondernemen en lokaal afvalwater zuiveren. De kas is voor bewoners met een sleutel toegankelijk, maar doet geen dienst als gemeenschapsruimte¹¹⁶. Om dezelfde reden is de BedZED Living Machine, op de eerste verdieping van het gemeenschapshuis, zichtbaar van buitenaf, maar niet toegankelijk voor publiek en bewoners.

9.6

Conclusies & Aanleiding Hoofdstuk 10

9.6.1

conclusies hoofdstuk 9

- Decentrale systemen betreffen nog grotendeels oplossingen die aan te merken zijn als een combinatie van verschillende oplossingen gericht op verduurzaming van de afzonderlijke deelstromen. Van integratie op basis van een interconnectie van de stromen is zelden sprake.
- Doordat er voor decentrale systemen niet verder gekomen wordt dan ideeën en /of pilot-projecten, is maar weinig sprake van ‘economies of scale’ in de productie van componenten en het beheer van de installaties.

¹⁰⁹ Voorwaarde is dat rekening gehouden wordt met zowel de kwantiteit als de kwaliteit van verschillende energie- en (afval)waterstromen.

¹¹⁰ Voordeel hiervan is dat het koolstofgehalte van het zwarte water verhoogd wordt waardoor het mengsel beter vergist en meer biogas ontstaat.

¹¹¹ In Hockerton hoeft bijvoorbeeld geen nieuwe rioolverbinding naar het buiten de bebouwde kom gelegen gebied te worden aangelegd.

In Flintenbreite is het decentrale (afval)watersysteem onderdeel van de strategie om het grondwater en een naastgelegen riviertje schoon te houden.

¹¹² Waar mogelijk wordt natuurlijk hoogteverschil gebruikt voor de opvang van regenwater en afvoer van effluent.

¹¹³ Voorbeeld is de leidingenschacht in Flintenbreite die alle technische infrastructuur bundelt en gelegen is onder de woningen in plaats van onder de straat. De leidingkoker

verbind daarmee de diverse meterkasten met de installatieruimte in de kelder van het gemeenschapshuis.

¹¹⁴ Een voorbeeld van een indirecte beleving is door aanwezigheid van vacuüm toiletten in de woningen.

¹¹⁵ Met name in Hockerton vormt het een integraal onderdeel van de door de bewoners onderhouden groene buitenruimte.

¹¹⁶ Dit werd door de ontwerpers wel overwogen, maar uit strategische overwegingen, zoals regelgeving, niet uitgevoerd.

- De ecologische en ruimtelijke condities van de open gebieden in en om steden verliezen aan kwaliteit en staan onder toenemende druk; voor de 'gebruiker' heeft dit negatieve consequenties.
- Gebruik van energie en ecologische sanitatie dient te veranderen: Het gegeven dat afval nutriënten bevat wordt niet uitgebuit. Dit kan door zo dicht mogelijk bij de bron hergebruik mogelijk te maken. Binnen de ruimtelijke ordening vindt hier de transformatie plaats van lineaire verbanden tussen bronnen en putten naar oplossingen die kringlopen nastreven.
- Zoveel mogelijk nagestreefde 'volhoudbare kringlopen' bieden mogelijkheden voor het bereiken van (ecologische) zelfvoorziening op kleine(re) schaalniveaus. De laterale fundamentele behoeften worden beter vervuld dan nu binnen de gangbare ontwikkelingen gebeurt.
- Voor de vertaling van het principe van onderling verbonden knopen die autonomie voor de essentiële deelstromen energie en sanitatie nastreven vormt het polycentrisch netwerk gebaseerd op compacte en verdichte knopen een goede basis. Leidend voor de uitwerking zijn een volhoudbare infrastructuur, transport en een andere invulling van verschillende aspecten van heteronomie, zoals een grotere flexibiliteit voor het structureel verduurzamen van de essentiële stromen in of nabij de ruimtelijke omgeving. Een dergelijke uitwerking verschaft concrete randvoorwaarden voor stadsecologie.
- Interconnectie van de essentiële deelstromen biedt mogelijkheden voor duurzame landbouw en duurzame transportconcepten. Verbeterd hergebruik, (na)bij de bron, van water, energie en nutriënten wordt zo mogelijk, en afval wordt benut als product.
- Integratie van agrarisch landschap gekoppeld aan hergebruik van nutriënten en het beheren van al dan niet gedeeltelijk op natuur gebaseerde decentrale of autonome systemen biedt als integraal concept interessante mogelijkheden tot synergie als vorm van 'Urban Agriculture'.
- Optimaliseren naar duurzame ontwikkeling van het polycentrische model vraagt om het vervlechten van activiteiten en structuurdragers. Vormgeven van processen moet zorgvuldig. De gemeenten hebben een verantwoordelijke rol als regisseur van de ondergrond.
- Een op 'permacultuur' gebaseerde uitwerking, waarbij mensen directer betrokken worden bij de nutriëntenkringloop, biedt een methode om leefomgevingen te ontwerpen, die diversiteit, stabiliteit en veerkracht van natuurlijke ecosystemen vertonen.
- Het optimaliseren van het daglichtgebruik en de mogelijkheden van verschillende vormen van functie integratie zijn bij decentrale systemen en concepten op basis van natuurlijke technologie als belangrijke bouwkundige aandachtsgebieden c.q. verbetertrajecten aan te merken.

9.6.2

aanleiding hoofdstuk 10

De in de probleemstelling gestelde paradigma volgende ontwikkelingen binnen de oplossing c.q. verduurzaming van de essentiële stromen in de gebouwde omgeving en de bijbehorende infrastructuur, hebben het belang van een meer structureel herontwerp onderstreept.

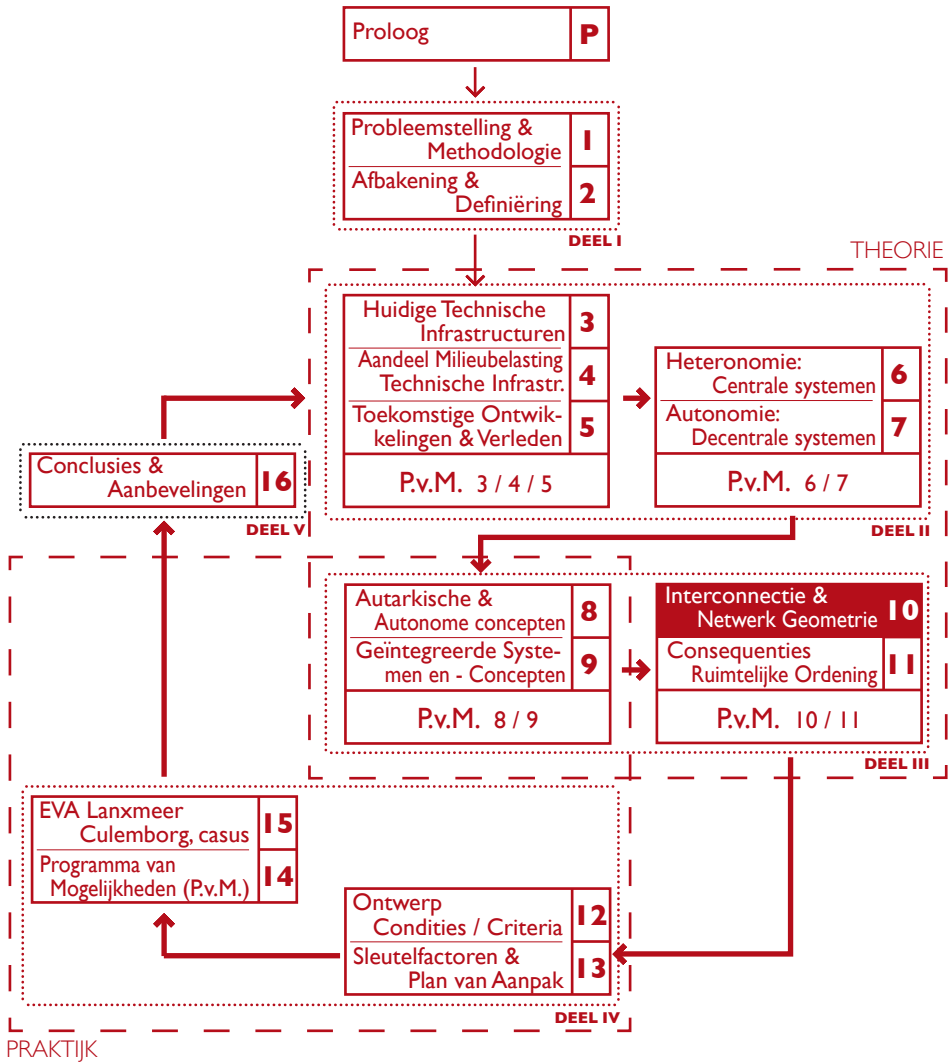
Een dergelijke oplossing omvat dan de in de hoofdstukken 6 en 7 geanalyseerde voornaamste ontwikkelingspaden: centralisatie en heteronomie naast decentralisatie en autonomie. In de diagnosestelling is naar voren gekomen dat de meest verstandige basis van een op duurzaamheid gerichte combinatie van beide ontwikkelingspaden ligt bij het streven naar autonomie op schaalniveaus lager dan de huidig gangbare. Vanuit de in hoofdstuk 8 en 9 onderzochte voorbeeldprojecten bleek het belang van ‘interconnectie’, vooral bij het realiseren van projecten op gemeenschapsniveau.

Het te ontwikkelen gidsprincipe moet zich richten op de vraag of autonomie niet alleen mogelijk is op basis van geïsoleerde concepten voor enkelvoudige woningen en kleine leefgemeenschappen, maar ook in hoeverre dergelijke systemen en principes bij extrapolatie naar hogere schaalniveaus en verdergaande interconnectie nog steeds overeind blijven.

Vraag is in hoeverre de interconnectie van infrastructuren een voor- dan wel nadeel vormt voor de verschillende criteria met betrekking tot de technische deelsystemen en technische infrastructuren, en in hoeverre dit de reeds aanwezige complexiteit van de netwerken beïnvloedt. Centraal staan de meest recente ontwikkelingen en bijkomende eisen met betrekking tot moeilijk definieerbare, continue transformatie. Uit de probleemanalyse in hoofdstuk 1 is naar voren gekomen dat het kunnen incorporeren van continue verandering nodig lijkt om de complexe structuren van maatschappij, de beschouwde ‘stromen’ en de natuur(lijke processen) op elkaar af te stemmen. Relevant lijkt de invloed van het proces van transformatie die is ingegeven door veranderingen in het milieu, het gebruik ervan, de toegepaste technologie, de markt op de (gewenste) (de)centrale systemen en technische infrastructuur. Vraag is op welke wijze systemen, netwerken en infrastructuur beter voorbereid kunnen worden op de negatieve en positieve gevolgen van dergelijke veranderingen.

Meer algemeen gesteld: In hoeverre kunnen, met betrekking tot de deductieve samenhang tussen termen en de wetmatige status van bepaalde uitspraken en keuzes, alsnog ‘tijdloze’ criteria worden opgespoord; en in hoeverre zijn problemen rondom complexiteit en subjectiviteit van ingrepen en processen hanteerbaar te maken.

Het is van belang te onderzoeken in hoeverre een al dan niet hiërarchische structuur een voor- dan wel nadeel vormt voor netwerken, die volgens deze nieuwe netwerkgeometrie wordt vormgegeven.



Interconnectie en Netwerk Geometrie

10.1

Inleiding

10.2

Integratie en innovatie binnen netwerken

10.3

Interconnectie en integratie van lokale clusters binnen
essentiële netwerken

10.4

Conclusies & Aanleiding Hoofdstuk II

h 10

“Geef me een hefboom die lang genoeg is
en ik kan met één hand
de hele wereld in beweging brengen.”

Archimedes, ca. 250 BC

10.1

Inleiding

In dit hoofdstuk worden de aspecten onderzocht die samenhangen met de alternatieve configuratie binnen (infra)structuren zoals deze in de voorgaande hoofdstukken als gewenst naar voren is gekomen: op basis van interconnectie van meer decentrale, op autonomie gerichte subsystemen c.q. clusters die onderling verweven zijn door een ondersteunende structuur.

In vervolg op het voorgaande hoofdstuk richt dit hoofdstuk zich op de uitwerking van het tweede deel van de tweede achtergrondvraag in relatie tot deze alternatieve configuratie. Achtergrondvraag II gaat over de verschillen die voortkomen uit de schaal van toepassing van oplossingen met betrekking tot de verduurzaming van de essentiële, technische (infra)structuren en de mogelijke consequenties op andere schaalniveaus.

Achtergrondvraag II:

Kan het centraal dan wel decentraal oplossen van de essentiële stromen verdere processen van verduurzaming genereren op een hoger schaalniveau?¹

In hoofdstuk 3 is geconstateerd dat de huidige oplossingen de processen van verduurzaming nog te vaak in de weg staan. In aansluiting hierop en in aansluiting op de in hoofdstuk 8 en 9 naar voren gekomen gewenste configuratie, richt dit hoofdstuk zich op de vraag: hoe deze processen van verduurzaming al dan niet beter te faciliteren. Daartoe is het van belang de onderlinge relatie van centrale en decentrale schaalniveaus binnen of tussen netwerken te beschouwen. Indirect is opnieuw achtergrondvraag III aan de orde, zij het vanuit de tegenovergesteld oogpunt van systeemoptimalisatie.

Achtergrondvraag III:

Is er een optimale schaal voor autonomie per stroom, en zo ja, wat is de optimale schaal?²

Het hoofdstuk tracht een basis te vormen voor tijdloze criteria voor de invulling en geometrie van de essentiële netwerken op basis van introductie van lokale autonomie. Deze vormt vervolgens de basis voor de invulling c.q. ontwikkeling van een meer volhoudbare ruimtelijke ordening (hoofdstuk 11).

¹ Toelichting bij achtergrondvraag II (overgenomen uit hoofdstuk 1.3.2): 'Het is van belang te bepalen of de optelsom van meerdere kleine duurzame 'cellen' automatisch leidt tot een duurzaam systeem, en waaraan moet worden voldaan. Leidt schaalverkleining inderdaad tot een groter 'elastisch vermogen van het ontwerp' en dus een grotere flexibiliteit van de onderdelen en van het geheel,

qua realisatie- en gebruiksmogelijkheden. Onderzocht moet worden of duurzame deelsystemen verdere 'duurzame ontwikkeling' kunnen genereren op een hoger schaalniveau via het al dan niet integreren van educatieve- of andere gebruikersgerelateerde aspecten'.

² Toelichting bij achtergrondvraag III (ten dele overgenomen uit hoofdstuk 1.3.2): 'Los van het bepalen van

een optimale schaal van toepassing voor de aan de verduurzaming van het totaal van de stromen gerelateerde technieken is het van belang om per deelstroom te kijken naar optimale schaal, beredeneerd vanuit de milieutechnische-, ruimtelijke- en gebruikerscriteria'.

10.2

Integratie en innovatie binnen netwerken

10.2.1

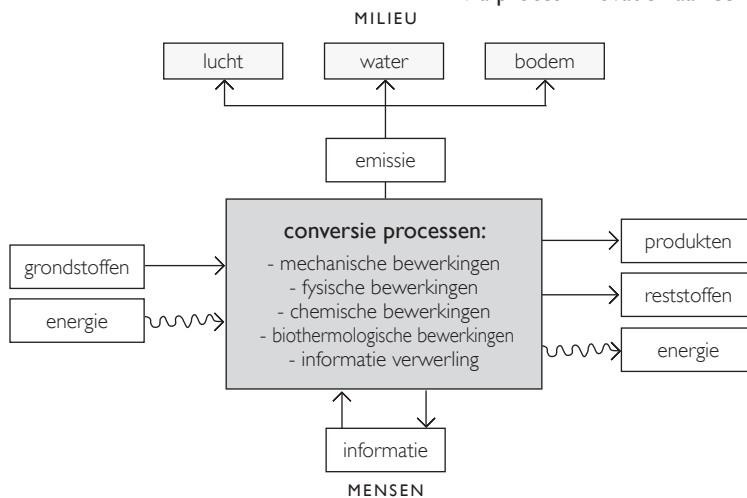
begripsbepaling

Binnen de naar voren gekomen wens tot een alternatieve netwerkbenadering met betrekking tot het bereiken van verdergaande verduurzaming, autonomie en eventueel autarkie, is een centrale rol weggelegd voor clustering. Het aspect 'regionale clusters' is tot voor kort met name onderzocht binnen de economische geografie in relatie tot regionale wetenschappen [o.a. Krugman, 1991; Porter, 1990].

Een basis voor de alternatieve netwerkbenadering binnen de essentiële infrastructuren kan het aan het begin van de 20^e eeuw ontwikkelde denkbeeld van 'external economies of scale'³ zijn [Marshall, 1920] (zie ook hoofdstuk 6). Marshall onderscheidt de 'pecuniary external economies' en de 'technological external economies'. Basis voor beide is de verdergaande globalisering en bijkomende specialisatie. Tegenover de stijging van de kosten voor transport staan de voordelen door gezamenlijke specialisatie binnen lokaliteiten. Vooral het principe van 'groepering' (clustering) van specialisten draagt bij aan een verbetering van de gemeenschappelijke specialiteit, die daarmee andere meerkosten overstijgt [Hanson, 2001].

Figuur 10.1

Via proces innovatie naar een beter milieu



Over het algemeen wordt gesteld dat de bouw een technologie- en innovatievolgende, niet-creërende sector is [Jacobs et al., 1992]. Toch geldt dat het principe van 'technological external economies' een goede opstap vormt voor een meer directe koppeling van milieu en economie in de bouw. Een verdergaande verduurzaming van de ruimtelijke ordening, gebaseerd op innovaties⁴ voortkomend uit clustering van ontwikkelingen is daardoor mogelijk. Veelal wordt dit vertaald naar de afzonderlijke vakgebieden of de verschillende stromen. Het principe van 'technological external economies' zou ook gekoppeld kunnen worden aan specifieke schaalniveaus, zoals het clusteren van ontwikkelingen voor decentrale technische deelsystemen⁵. Het sluit aan op de andere ontwikkeling (naast globalisering): regionalisering⁶. Een bijkomend voordeel is dat het voortbouwt op het proces van verder-

gaande specialisatie, mits sprake is van goede coördinatie [McCarthy, 2003]. Bovendien zijn er nog de indirecte voordelen van clustering, die voortkomen uit ruimtelijke nabijheid, ook wel ‘agglomeration economies’⁷ genoemd [Saxenian, 1994]. Van belang is de onderkenning van de noodzaak van (inter)connectie met netwerken op bovenliggende schaalniveaus. Het nastreven van een autarkie werkt het principe van de ‘external economies of scale’ in feite tegen, zoals eerder geconcludeerd. Daarentegen kan de invulling van het cluster binnen het grotere netwerk wel inspelen op een wens van zelfvoorziening, door middel van het creëren van een vorm van ‘quasi autarkie’, mogelijk als terugvalscenario van de stijgende afhankelijkheid van andere gebieden, landen of zelfs continenten.

Het alternatieve netwerk principe kan de historisch gegroeide relaties tussen de interne organisatie binnen de organisaties zelf en de verbindingen naar elkaar en naar de meer algemene sociale structuren in de specifieke lokaliteiten, helpen doorbreken [Nohria & Eccles, 1992; Powell, 1987]. Een vanzelfsprekende-, paradigmabevestigende rol van de dominante actoren wordt daarmee voorkomen.

Het idee achter regionale clustering is verder het versterken van de horizontale communicatie⁸ ter voorkoming van het bouwen op geldende paradigma, en om de ontwikkeling en implementatie van (systeem)innovaties⁹ te versnellen¹⁰. De gebruikte argumentatie voor de implementatie van zeer geavanceerde technologie komt vandaag de dag vrijwel altijd neer op het realiseren van een hogere efficiëntie, lagere arbeidsintensiviteit door middel van automatisering, betere controle en eenvoudiger regelbaarheid¹¹.

³ De benadering komt voort uit Marshall's beschrijving van 19^e eeuwse industriële districten. Sommige onderzoekers verbinden dit met het principe van ‘cumulatively self-reinforcing agglomerations’ [Piore, 1984; Marshall, 1920]. Voorbeelden zijn Silicon Valley en Route 128 in de V.S. [Saxenian, 1984].

⁴ Met name functie innovatie (het vervangen van producten door andere producten of product-dienst combinaties) en systeem innovatie, die naast technologische, ook culturele en sociale veranderingen vergen. Product- en functie innovatie zijn vaak onderdeel van systeeminnovatie [Hemel & Brezet, 1997]. Functie innovatie kan bijdragen aan dematerialisatie. In geval van functie innovatie d.m.v. het vervangen van producten door service hoeft dit niet altijd in te houden dat de milieubelasting daarmee verminderd [Goedkoop et al., 1999]. Innovaties scheppen nieuwe producten of processen, maar vernietigen vaak de ‘verouderde generatie’. Dit houdt in dat innovaties niet te allen tijde leiden tot milieuverbetering [Hoyng, 2004].

⁵ Insteek is de erkenning dat bij toepassing van het principe van

‘technological external economies of scale’ de cognitieve aspecten van informatiestromen, ideeën en knowhow een belangrijke rol spelen binnen het noodzakelijk geachte proces van verdergaande verduurzaming en innovatie.

⁶ Een nieuwe vorm van lokaal bewustzijn is aan het ontstaan, terwijl men tegelijkertijd geografisch ongebonden(er) leeft in de ‘global village’. [Moet et al., 2005].

⁷ Voordelen voortvloeiend op het gebied van bijvoorbeeld (milieu)technologie, deling van risicokapitaal, nabijheid van gespecialiseerde input, toeleveranciers of beheerders en services, bijzondere infrastructuur en dergelijke. Eenmaal gerealiseerd wordt het, als gevolg van een dynamisch proces van toenemende opbrengsten ook wel een ‘zich zelf cumulatief versterkend’ voordeel genoemd [Krugman, 1991; Arthur, 1990].

⁸ Horizontale communicatie is vanwege de grotere flexibiliteit en aanpassing (adaptation) op veranderingen van groter belang dan, of ten minste voorwaarde voor, horizontale integratie. Het is dan ook beter om te spreken van de noodzaak van regionale economie als netwerk van relaties.

⁹ De essentie van systeeminnovatie is dat niet een onderdeel van het systeem wordt vernieuwd, maar het systeem als geheel. Binnen deze context vallen daarom technologische systemen, d.w.z. systemen die in hoge mate technologie bevatten. Een betere omschrijving is ‘socio-technische systemen, omdat dit soort systemen een naadloze samenhang vormt tussen technologische en sociaalculturele elementen [Vergragt, 1999].

¹⁰ Bekendste voorbeeld is de Silicon Valley waar, in tegenstelling tot de Route 128, sprake is van een op regionaal netwerk gebaseerd industrieel systeem dat onderlinge communicatie en afstemming via leerprocessen en gezamenlijke experimenten stimuleert. De structuur van het volledig vergelijkbare regionale cluster Route 128, is daarentegen eerder te omschrijven als één die gedomineerd wordt door autarkische organisaties die een breed pakket aan productie activiteiten internaliseren. Dit laatste wordt gekenmerkt door nadruk op stabiliteit en ‘self-reliance’, met als gevolg dat ‘informatie voornamelijk vertikaal stroomt’ [Saxenian, 1984].

¹¹ Lettinga, emiritus hoogleraar ‘anaërobie zuiveringstechnieken’ aan

Ten aanzien van onze primaire en essentiële levensbehoeften zoals voedsel-, energie-, drinkwatervoorziening en een gezond leefmilieu, is het noodzakelijk dat ook in noodsituaties één en ander is veiliggesteld. Kan een mogelijk geleidelijke implementatie van qua grootte minder kwetsbare alternatieve systemen leiden tot een grotere robuustheid en verdergaande duurzame ontwikkeling van de samenleving als geheel?

De koppeling van robuustheid, als vorm van 'durability', aan duurzaamheid, in de betekenis van 'sustainability', levert een andere opstap voor transformaties van huidige technieken, systemen en netwerken. Voor de afnemers is dit mogelijk een extra keuzeoptie, waardoor een geconstateerd 'gevoel van gedwongen gebondenheid' kan leiden tot een gevoel van 'minder afhankelijk zijn van gespecialiseerde instituties'. Ook kan dit, zoals geconcludeerd in de voorgaande twee hoofdstukken, de participatie van bewoners bij het omringende leefmilieu helpen bevorderen. Gebleken is het belang enerzijds voor een goede bouwkundige, gebruiksvriendelijke en esthetische inpassing in de gebouwde omgeving te zorgen, en anderzijds om de betrokkenen c.q. belanghebbenden te organiseren. Integraal ontwerpen is bij dit soort decentrale en gecombineerde systemen een noodzaak [Kristinsson et al., 1996]. Volgens David Nixon¹² zullen de grenzen van ontwerpen uiteindelijk niet worden bepaald door de beperkte capaciteiten van technologie, maar door de grenzen van het creatieve vermogen van ontwerpers¹³, om toepassing van (de juiste) technologie op de juiste wijze te integreren [Crompton, 1998] en daarmee milieubewust gebruik optimaal te faciliteren. Een structurele aanpak is onontbeerlijk voor een milieuveilige toekomst¹⁴.

Er zijn twee soorten integraliteit: de fysieke integraliteit, waarbij integraal aangeeft dat verschillende milieucomponenten een geordende samenhang vertonen, en de bestuurlijk-organisatorische integraliteit, waarbij integraal aangeeft dat oplossingen alleen gevonden kunnen worden door alle problemen in één keer en gezamenlijk aan te pakken. Daarbij zijn er twee vormen van integratie: sociale integratie en systeemintegratie. Wanneer de interactie van betrokkenen plaatsvindt door middel van taal, is sprake van sociale integratie. Wanneer de betrokkenen door middel van stuurmedia hun handelingen op elkaar afstemmen is sprake van systeemintegratie¹⁵ [Habermas, 1981].

De bestuurlijk-organisatorische integraliteit leidt vrijwel altijd tot complexe systemen¹⁶ die 'weinig open' te noemen zijn door het logge, bureaucratische karakter en een veelal interne belangenafweging met betrekking tot de risico's van mismanagement¹⁷. Vaak is sprake van een 'ingewikkelde situatie' [Baas, 1998]. Deze valt te karakteriseren door:

- onduidelijke en/of omstreden doelstellingen;
- onzekerheid over de benodigde instrumenten en/of twijfel aan hun effectiviteit;
- een wisselend patroon van deelnemers aan de besluitvorming;
- meerdere actoren met uiteenlopende doelstellingen;
- onderlinge afhankelijkheid in het bereiken van doelen;
- onderlinge onafhankelijkheid (autonomie) in het bepalen van het eigen gedrag.

Binnen het proces van systeemintegratie bestaat noodzaak tot handelingscoördinatie. Habermas onderscheidt vijf vormen van handelingscoördinatie¹⁸, met vier afstemmingsmechanismen: de taal, de leefwereld, het geldmedium en het (staats)machtsmedium¹⁹ [Linden, 2003]. De handelingscoördinatie komt volgens Elias [1971; Linden, 2003 p.27] en Habermas [1989] functioneel tot stand op het moment dat de handelingsplannen van individuen (of actoren) ten behoeve van het realiseren van hun eigen intenties, samenkomen²⁰. De afstemming van handelingen verloopt volgens functionele rationaliteit²¹.

Bij systeemintegratie kan sprake zijn van horizontale en verticale integratie. Horizontale integratie bij de essentiële stromen is integratie met andersoortige, maar tot op zekere

hoogte gelijkwaardige ‘stromen’ of actoren, zoals de integratie van elektriciteitsactiviteiten met gasactiviteiten. Verticale integratie beperkt zich tot de eigen stroom en houdt integratie van verschillende ketenonderdelen in, zoals productie en transport²². Kristinsson probeert in het verlengde van Wiliam Rees de betekenis van integraliteit²³ (‘ecological holism’), ofwel integraal ontwerpen als voorwaarde van duurzame ontwikkeling, lateraal uit te breiden²⁴ (Figuur 10.2) [Kristinsson, 2002b].

de LU Wageningen, stelt ten aanzien van sanitatiesystemen “dat men niet schroomt –hoe krampachtig dit soms ook moet gebeuren– er allerlei duurzaamheidsoverwegingen met de oren bij te slepen”. Hij constateert dat sprake is van “een stilzwijgende acceptatie door nagenoeg alle (belangrijke) actoren binnen het betreffende belangenconsortium, van een te dramatische voorstelling van zaken, en pleit voor een analyse van de enorme risico’s, die een high-tech maatschappij inherent in zich bergt [Lettinga, 1997].

¹² David Nixon is één van de architecten binnen het Archigram.

¹³ Volgens Gunnar Daan moet het origineel en integrerend creatief denken “de lobby voor grootschalige systeembouw en modulaire coördinatie (de algemene hang naar ‘international style’ en serieproductie) weerstaan. Marktgericht, maar autonoom; in staat om de vraag naar een prototypische oplossing te pareren met een eventueel volkomen onverwacht ontwerp” [Daan, 1991].

¹⁴ Het betekent een “volver al origin” (“terug naar het begin”), van Gaudi [Daan, 1991]; of -het beginnen bij de oorsprong, onbevooroordeeld, ongeroutineerd, blanco als voorwaarde van de juiste vraagstelling om uiteindelijk te komen tot het doel van een volhoudbare ontwikkeling van de samenleving.

¹⁵ Bij systeemintegratie ontstaat een dynamiek die “ontsnapt aan de invloed van de leefwereld, zodat ze talige afstemmingsprocessen kan verdringen; er ontstaan steeds ingewikkelder netwerken van systematisch geïntegreerde handelingen die niet meer te overzien zijn en niet verantwoord kunnen worden” [Habermas, 1981 II, p.275].

¹⁶ Complexe systemen zijn systemen met veel ingewikkelde, circulaire (niet-lineaire) en onvoorspelbare interacties en veelal weinig speel-

ruimte als gevolg van zogenaamde ‘strakke koppeling’ [Leeuw, 1992; Hengeveld, 1993].

¹⁷ Dit leidt zelfs tot stellingen als van Manish Tiwari [2000] op de Global Water Forum in Den Haag (2000): “there is no water scarcity, only mismanagement”, hetgeen hij vervolgens onderbouwt met succesvolle regenwatergebruiksprojecten voor de (droge) Indische situatie.

¹⁸ Handelingscoördinatie door middel van het stuurmedium geld, handelingscoördinatie d.m.v. het stuurmedium macht, handelingscoördinatie d.m.v. wederzijds begripgeoriënteerde taalhandelingen, handelingscoördinatie d.m.v. strategische taalhandelingen en handelingscoördinatie d.m.v. “de coördinerende kracht van de leefwereld” [Martens, 2003].

¹⁹ Drie kunnen als ‘communicatie’ worden aangemerkt: alleen voor ‘de leefwereld’ gaat dit minder op, al speelt deze altijd een rol als achtergrond van de communicatie. Van belang zijn de zgn. ‘werkelijkheidsdefinities van de actoren, die als vanzelfsprekend worden aangemerkt en zo een ‘stilzwijgend’ handelingscoördinerend effect hebben [Linden, 2003].

²⁰ Het belang gaat verder dan samenwerken alleen: het betekent ook samen verantwoordelijkheid dragen.

²¹ Functionele afstemming heeft invloed op de leefwereld van actoren, waardoor afstemming door middel van een deelsysteem kan helpen de leefwereld van deze actoren te actualiseren. Ook wel bekend als Elias’ ‘figuratietheorie’. Systemen kunnen daarbij niet onafhankelijk van de leefwereld functioneren [Linden, 2003; Martens, 2003].

²² Beleidsmatig gezien dient de interne integratie niet uit het oog verloren te worden. Bij het opstellen van integrale plannen is, naast het nastreven van de interne samenhang

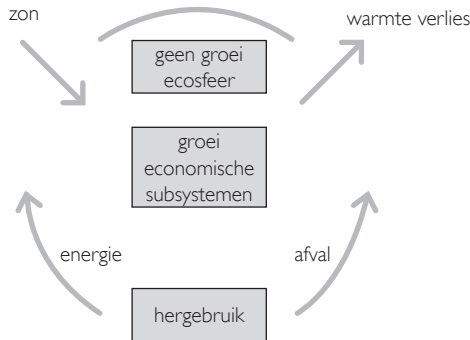
tussen kwantiteitsbeheer en kwaliteitsbeheer, een bijkomend voordeel dat de participanten gezamenlijk een intensief leerproces doormaken richting “brede kijk” [Lambregts & Kwaadsteniet, 1992].

²³ Inmiddels is de term integraal ontwerpen gemeengoed geworden en wordt soms zelfs verkeerd geïnterpreteerd. Recent is de term ‘integraal ontwerpen’ opgepakt binnen een onderzoekssamenwerking van de T.V.V.L. (Ned. technische vereniging voor installaties in gebouwen), OBOM (Onderzoeksgroep Faculteit Bouwkunde, Delft) en de B.N.A.. De nadruk wordt daarbij verlegd van duurzaamheid naar gelijkwaardige integraliteit. Gesteld wordt dat het ‘integrale ontwerp’ “de toekomst is, waarbij de vormgeving, de functionaliteit, de leefbaarheid en de harmonie met de omgeving in balans zijn ontworpen en uitgewerkt” [Quanjel & Zeiler, 2003]. Binnen Integraal Ontwerpen werken de verschillende bouwdisciplines vanaf het begin in een project samen in het ontwerpproces en de realisering van gezonde en intelligente gebouwen, duurzaam, met een verantwoorde architectonische uitstraling en met hoge eisen aan het gebruik” [Quanjel & Zeiler, 2003].

²⁴ Hij verwijst naar de aanwezigheid van een Cartesiaans dualisme dat leidt tot de noodzaak van ‘ecologisch holisme’, geïntroduceerd door William Rees. Van belang is om te melden dat de achtergrond van ‘holisme’ binnen de context van de AngelSaksische term ‘Holistic Design’ gezien dient te worden. Kristinsson [2002b] introduceerde in 1994 de term ‘integraal ontwerpen’: “integraal ontwerpen is een holistisch natuurkundige benadering van ecologisch bouwen, (...) als brug tussen architectuur en natuur, beginnend bij de zon en eindigend in het magma”.

Figuur 10.2

Ecologisch holisme



Het principe van bestuurlijk-organisatorische integraliteit wordt de laatste jaren op verschillende deelgebieden uitgewerkt, toegepast en onderzocht. In de energie- en afval-sector geeft de verdergaande liberalisering een opstap naar een bredere kijk op integraliteit. Gesteld moet worden dat het een geforceerde, en door andere, mogelijk conflicterende doelen gestuurd proces inhoudt.

Het gewenste effect van het bereiken van kwaliteit door integratie gaat in de regel op voor processen naar mate een hoger plan van integratie wordt bereikt. Bij producten, waaronder gebouwen en infrastructures, is dit minder snel het geval. Er is een limiet aan de toegevoegde waarde als functie van het aantal geïntegreerde functies²⁵ [Smook, 1997].

Met betrekking tot het principe van fysieke integraliteit is het zogenaamde 'integraal ruimtegebruik' het meest actueel en bekend²⁶. Integraal waterbeheer is een voorbeeld van integratie van het procesniveau, wat soms ook leidt tot een integraal product. Met het 'integraal waterbeheer'²⁷ lijkt daarmee als één van de eerste vakgebieden een voorzichtige opstap²⁸ gemaakt te zijn op weg naar een gecombineerde verticale, horizontale integraliteit en uiteindelijk mogelijk zelfs tot een interactief en volhoudbaar 'omgevingsbeheer'. Toch kan ook hier een grens aan het aantal geïntegreerde functies worden bereikt²⁹. De belangrijkste knelpunten bij het integraal waterbeheer liggen op het bestuurlijk-organisatorisch gebied van het management (de aansturing) en de onderlinge afstemming³⁰ [Vliet, 1992]. Vooral de externe integratie van integraal waterbeheer (de samenhang tussen de verschillende beleidsvelden) laat nog te wensen over³¹. Ook verloopt de stap van planvorming naar operationeel niveau vaak nog moeilijk³².

Gesteld kan worden dat door het functioneren van integrale systemen en concepten gericht op duurzaamheid, de ruimtelijke segregatie een probleem kan vormen. Bovendien lijkt bij het doorbreken van deze ruimtelijke segregatie juist de stijgende complexiteit, en inzichtelijkheid weer een struikelblok te zijn, en te duiden op een vicieuze cirkel. Dit is te verklaren aan de hand van de relatie tussen onzekerheden en complexiteit [Geldof, 1995]. Geen onzekerheden accepteren is weinig complex, en leidt niet tot innovaties, terwijl het negeren van onzekerheden ook als te simpel kan worden opgevat. In dat geval worden allerlei maatregelen geprobeerd en in het plan geïmplementeerd, zonder nadrukkelijk rekening te houden met de onzekerheden. De problemen worden dan meestal doorgeschoven naar de beheersfase c.q. beheerders. De ware mate van complexiteit ligt ergens in het midden³³, en kan leiden tot nuttige, en de in de probleemanalyse als noodzakelijk gestelde innovaties.

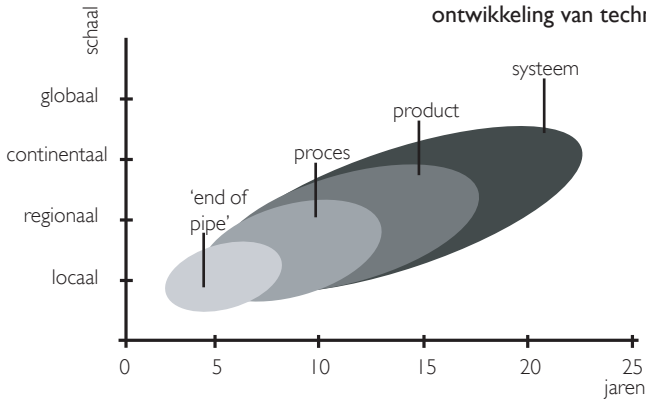
10.2.2

innovatie bij complexe systemen

Er zijn diverse beleidsinstrumenten (zogenaamde tweede generatie instrumenten) en beleidstrategieën ontwikkeld die inspelen op het verschijnsel van toenemende complexiteit³⁴ [Bruijns & Heuvelhof, 1991] als gevolg van integratie en convergentie.

Figuur 10.3

Tijd en schaal i.n relatie tot exogeen ingegeven ontwikkeling van technologie



²⁵ Alhoewel het integreren en verbinden van verschillende systemen kan leiden tot vormen voor compensatie van het uitvallen van één onderdeel door een ander, steeds vaker geldt verlies van grip op processen door over-integratie [Hinte et al., 2003].

²⁶ In de meerjarenvisie 1996 van de RMNO wordt integraal ruimtegebruik gedefinieerd als: “het zorgvuldig gebruikmaken van de ruimte als resultaat van een afwegingsproces waar natuur- en milieubelangen een volwaardige plaats hebben. Hiervoor moet o.a. gezocht worden naar mogelijkheden om functies op creatieve wijze met elkaar te combineren (...)”. Dat dit slechts een beperkte interpretatie van integraliteit betreft is duidelijk: Integraal heeft in de definitie van de RMNO vooral betrekking op de combinatie van maatschappelijke functies. Hierbij worden drie vormen van combinatie van functies binnen een bepaalde ruimte onderscheiden: (a) functies die elkaar niet beïnvloeden; (b) functies die elkaar wel beïnvloeden (positief dan wel negatief); en (c) functies die geïntegreerd zijn door elkaars doelen te dienen [Bouwer, 1998]. Dit laatste wordt ook wel aangeduid met

ruimtelijke en functionele verweving [Gersie, 1995].

²⁷ De Vries & Heerema [2003] constateren een duidelijk verschil in de breedte, c.q. mate van ‘integraliteit’ van infrastructuur gerealiseerde projecten van zgn. ‘natte’ versus die van de droge tak van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Verondersteld wordt dat dit kan liggen aan: de aanwezigheid van verschillende disciplines, van meet af aan; omdat water zich gewoonlijk niets aantrekt van hekken; of omdat de fase in de beleidscyclus, waarin nat een voorsprong heeft op droog omdat deze eerder tegen de grenzen van het oude beleid is aangelopen.

²⁸ Van Egmond [et al., 1992] constateert met betrekking tot integraal waterbeheer dat verschillende rijksnota’s voor de fysieke omgeving op verschillende punten tegenstrijdig zijn. Hij concludeert dat het beleid door een gebrekkige operationalisering leidt tot legio interpretatiemogelijkheden.

²⁹ Op een gegeven moment neemt het aantal te integreren functies zo toe dat het proces onbestuurbaar wordt.

³⁰ Van der Vliet onderkent twee methoden om de belemmeringen

weg te nemen. De eerste richt zich op de korte termijn en noemt hij de pragmatische visie, terwijl de tweede theoretisch en op de lange termijn gericht is: trachten een zodanige organisatiestructuur te scheppen, dat de problemen en tegenstrijdigheden die nu optreden worden weggenomen [Vliet, 1992].

³¹ De beleidsdoelen van de eerste nationale waterbeleidsplannen worden onvoldoende en onvoldoende snel gerealiseerd. Oorzaken zijn inhoudelijke problemen, financiële problemen en organisatorische problemen [Egmond et al., 1992].

³² De planstructuur met vier niveaus is te complex; de belangenafweging te diffuus; er zijn teveel overheidsplannen en er is sprake van overlap tussen provinciale en regionale plannen [Hengeveld, 1993].

³³ Te koppelen aan de drie trajecten van Aristoteles: laf, dapper en overmoedig, ‘waarbij het doel wordt het dappere pad te betreden’ [Geldof, 1995].

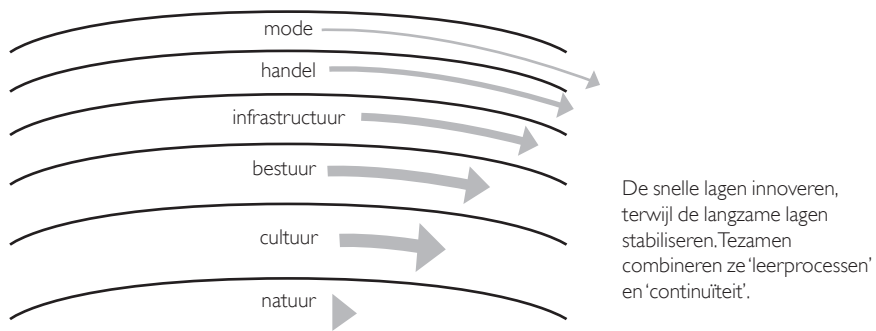
³⁴ Er zijn meerdere opties: door over het beleid te onderhandelen (meerzijdige sturing), centraal beleid te beperken tot kaders en in de uitvoering op grond van praktijkervaringen verder te detailleren

Met name de principes van 'netwerkmanagement' en 'netwerkconstituering' worden bij complexe systemen c.q. netwerken noodzakelijker. Ze beïnvloeden bewust de verhoudingen binnen de uitvoerings- en beleidsgebieden die een stroom of systeem raken [Baas, 1998]. Bij het zoeken naar een optimum tussen 'onzekerheid' en 'complexiteit'³⁵ is het besef van de factor 'tijd' van belang. Bij systeeminnovaties is het tijdsbeslag, maar ook de schaalgrootte groter dan bij de gangbare product-en/of procesoptimalisatie c.q. innovatie (Figuur 10.3).

De mate waarin verandering of innovatie is op te nemen, dan wel af te remmen, hangt nauw samen met de laag binnen de maatschappij waarop ze betrekking heeft [Brand, 1999] (Figuur 10.4). Brand onderscheidt snelle lagen die innovatie dragen, en langzame lagen die stabiliserend werken. Het groeiende belang van culturele waarden en de daarmee samenhangende gewenste veranderingssnelheid in relatie tot ondersteunende systemen en infrastructuren, leidt steeds vaker tot problemen dan wel complexe oplossingen.

Figuur 10.4

Opbouw van samenleving volgens Brand



Het is mogelijk de transformatiesnelheid te veranderen, maar dit heeft altijd een uitstraling naar de belendende onderdelen binnen de ruimtelijke ordening, het product of de dienst. Het lijkt daarom voor de hand te liggen dat gekozen moet worden voor oplossingen die vallen binnen de gangbare omlooptijd van deze transformaties [Dobbelsteen, 2004a].

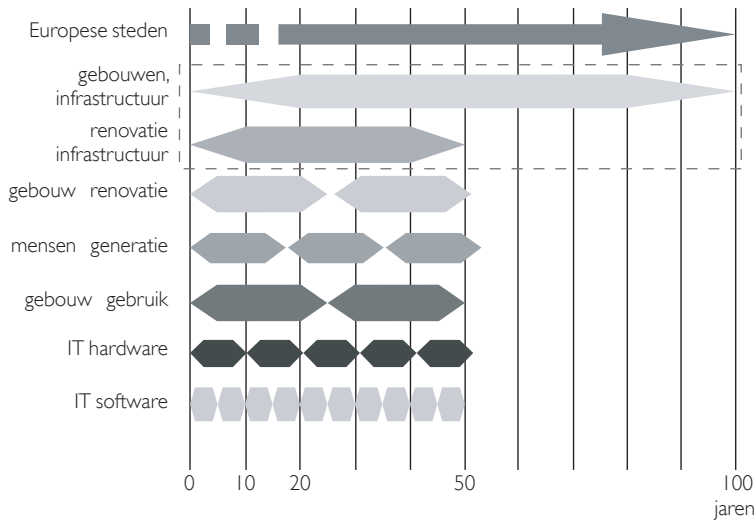
Voor de binnen dit onderzoek nagestreefde, meer structurele verandering moet bekeken worden hoe verdergaande aanpassingen te realiseren zijn. Zo leidt de stijgende complexiteit van de markt, en het willen incorporeren van duurzaamheidsgaranties en zekerheidsgaranties voor gebruikers, tot de ontwikkeling van innovatieve producten en diensten³⁶, die (alleen) gevolgd door een succesvolle marktintroductie, aan consumenten een (volhoudbaar) alternatief kunnen bieden binnen een geheel andere laag [Meijkamp, 2000; Plug et al., 2002].

Innovatie³⁷ kan leiden tot een andere wijze van behoeftevervulling, waarbij op een nieuwe wijze producten, grondstoffen, energie en menselijke arbeid kunnen worden ingezet³⁸. Vooral nieuwe product/diensten relaties kunnen hierbij een belangrijke rol spelen³⁹ [Bras-Klapwijk & Knot, 2000].

Om deze noodzakelijk geachte innovatie te begrenzen vormt de door Merton [1957] ontwikkelde opdeling van aanpassingstypologieën in relatie tot ontwikkelgedrag vanuit geïnstitutionaliseerde instanties, een goede leidraad.

Figuur 10.5

Transformatie cycli volgens Brandon



Hij onderscheidt vijf manieren van aanpassing:

1. innovatie;
2. ritualisme;
3. afsluiting / onttrekking;
4. rebellie; en
5. conformisme.

Innovatie wijkt in deze indeling af van 'ritualisme' in de zin dat bij ritualisme nieuwe doelen worden verworpen en dat men zich op oude, meer traditionele wijzen van handelen fixeert⁴⁰. Bij afsluiting wordt naast de verwerping van het gestelde doel ook de mogelijkheid tot handelen verworpen of als niet zinvol geacht. Het uit zich in apathie, en soms, al dan niet voortkomend uit religieus extremisme, tot vormen van fatalisme, escapisme en isolatie.

(verfijnde afstemming), door gebruik te maken van de macht van anderen (indirecte sturing en netwerkmanagement), en door gebruik te maken van kennis die in het veld aanwezig is (interactieve beleidsontwikkeling [Baas, 1998; Bruijn, 1991]).

³⁵ De afweging tussen onzekerheid en complexiteit is niet één op één te vertalen naar respectievelijk autonomie en heteronomie (voor bepaalde doelgroepen levert autonomie complexe situaties op en heteronomie onzekerheid).

³⁶ Innovatie kan betrekking hebben op de toepassing- en aanvaarding van nieuwe technologie, en al dan niet wettelijke redistributie van toegang tot activa en macht.

³⁷ Innovatie wordt door Røling [1970] gedefinieerd als 'de aanpassing van handelingen of van de mogelijkheid tot handelen ten behoeve van veranderde doelen'. Voor dit onderzoek is het nuttig om van behoeften te spreken: innovatie als 'het heroverwegen of het optimaliseren van de wijze waarop een zekere behoefte wordt vervuld' [Meijkamp, 2000]. Het bevorderen van een goede samenwerking tussen mensen en hun middelen en materialen is niet de enige, maar wel een belangrijke pijler voor vernieuwing.

³⁸ Verschillende economen hebben onderzoek gedaan naar de relaties tussen economie, technologische innovaties en radicale veranderingen. Het blijkt dat de zogenaamde lange

golven in de economie samenhangen met fundamentele doorbraken in de technologie, wat leidt tot veranderingen in de techno-economische paradigma's [Freeman & Perez, 1988].

³⁹ Concepten zoals 'leasen', diensten c.q. dienstproducten (niet het kopen van een product maar alleen de dienst) en 'sharing' (samen gebruikmaken van diensten/functies en/of het delen van producten) van diensten en/of producten).

⁴⁰ Volgens N. Røling is ritualisme als 'extreme vorm van traditionalisme of zelfs fundamentalisme vaak het gevolg van frustratie' [Røling, 2000].

Bepaalde vormen van autonomie en quasi-autarkie zijn hiervan voorbeelden. Bij rebellie is sprake van een verwerping van de door de institutionele instanties aangedragen oplossing, maar wordt de mogelijkheid tot (zelf) handelen wel onderkent en uitgevoerd. Een voorbeeld is de kunstenaarsnederzetting Ruigoord in Amsterdam. Op een bepaalde manier is rebellie daarmee, in eerste instantie als niche, een vorm van innovatie. Dit is ook het geval bij de doorontwikkeling van achterliggende principes zoals 'Lichte stedenbouw' en 'het Wilde Wonen'. Bij conformisme worden zowel het nieuwe doel als de mogelijkheid tot zelf handelen onderschreven [vrij naar Merton, 1957 & -Röling, 2000b]. Ecovillages en -gemeenschappen zijn een voorbeeld van deze vorm van verandering of aanpassing, al worden ze door geïstitutionaliseerde instanties vaak als rebellie of zelfs onttrekking (afsluiting) beschouwd⁴¹.

Tabel 10.1

Gevolgen c.q. aanpassingen van cognitieve verandering

wijze van aanpassing	effect op nieuwe culturele doel(stelling)	effect op geïstitutionaliseerde middelen
innovatie	+	--
ritualisme	--	+
afsluiting (isolatie)	--	--
rebelie	+/-	+/-
conformisme	+	+

De betekenis van een meer op structurele verandering gerichte procesbenadering bij het innoveren is reeds in het begin van de jaren negentig in de Verenigde Staten ontdekt [Bikker, 1995]. Tot die tijd ligt het accent op de kwaliteitszorg, wat in eerste instantie vaak tot de vereiste incrementele verbeteringen⁴² leidt, maar slechts bij uitzondering komt tot een structureel nieuw ontwerp van de processen. Het geldende paradigma blijft over het algemeen sturend.

In de organisatie van de processen ontstaan midden jaren negentig stromingen die een structurele verandering ondersteunen. De belangrijkste stromingen zijn de zogenaamde 'Empowerment', ook wel 'Revitalisatie' genoemd, en 'Business Process Re-engineering'. De Revitalisatie beoogt het functioneren van het primaire proces van een industrieel, dienstverlenend- of overheidsbedrijf gedegen af te stemmen op een klantgerichte benadering van de markt. Kenmerkend voor Process Re-engineering is het streven een nadrukkelijk meer productstroomgerichte organisatie te introduceren [Bikker, 1995]. Het komt neer op het topdown nieuw ontwerpen van grote delen van het primaire proces, als noodzaak om structurele verbeteringen te realiseren.

Beide stromingen zijn goed vertaalbaar naar de geïndustrialiseerde opwekkings en behandelings methoden, transport en infrastructuur systemen voor de essentiële stromen in de gebouwde omgeving. De twee meest bekende oplossingsrichtingen in de industrie zijn 'Lean Production' en 'Concurrent Engineering'⁴³. De uitgangspunten van deze processen en de doorwerking van vooral de visie 'Lean' op de aan essentiële stromen gekoppelde systemen en netwerken zijn zeer actueel.

Een structureel herontwerp van het totale primaire proces moet dan ook hoog op de innovatieagenda worden geplaatst. Enerzijds bepleit het een meer marktgericht organiseren, waarvoor als gevolg van liberaliseringprocessen in de energie en (vaste) afvalsector veel aandacht bestaat, anderzijds is er de steeds actueler wordende vraag van afstemming op

de vraag van gebruikers, de noodzaak tot meer lokaal, omgevingsgericht organiseren. Dit laatste komt voort uit de groeiende vraag naar gebruikers specifieke ‘on-site’ oplossingen⁴⁴. Binnen de energiesector worden twee hoofdrichtingen voor innovaties verwacht: de inpassing van decentrale elektriciteitsopwekking en de inpassing van nieuwe (gasvormige) energiedragers (zie hoofdstuk 5.4.2) [AER, 2003a]. De laatste uit noodzaak te komen tot voldoende snel regelbaar vermogen (opslagtechnieken⁴⁵) in verband met het moeten compenseren van een steeds groter deel niet-stuurbare energie (wind/zon). Dit anticipeert op de verwachte omvorming van de samenleving in een samenleving gebaseerd op de ‘waterstof economie’, met waterstof als energie drager [Rifkin, 2002]. Binnen de sanitatiesector worden innovaties verwacht op het gebied van integrale concepten en integraal management, adaptieve modules, zoals Real Time Control⁴⁶ en andere soorten randvoorzieningen [Hartman, 2000; Vries, 2002a].

10.2.3

integratie van ketenonderdelen bij de essentiële netwerken

Om tot autonome systemen voor de energie- en/of watervoorziening te komen zijn verschillende combinaties van technieken mogelijk. Hoewel zowel naar energie uit hernieuwbare bronnen als naar duurzame watersystemen veel onderzoek wordt gedaan, is het vanwege de complexiteit van het probleem (het realiseren van volhoudbare autonomie) niet mogelijk om over één systeem als beste variant te spreken. Niet alleen is elke specifieke situatie anders qua vraag, aanbod, ruimte, budget en niet te vergeten ‘welwillendheid’ van de verschillende actoren, ook geldt dat de keuze voor bepaalde technieken de inzet van andere technieken minder nuttig of zelfs overbodig maakt.

Soms kunnen verschillende technieken elkaar versterken om het vraagstuk eenvoudiger op te lossen. Door de ingewikkeldheid wordt verder de logistiek en beheer tijdens en na de ontwikkeling en realisatie van belang. Twee onderlinge samenhangen zijn te onderscheiden: die tussen klimaat, flexibiliteit en duurzaamheid (met name ‘energetische duurzaamheid’) en die tussen logistiek, flexibiliteit en duurzaamheid (met name ‘aanpasbaarheid’, ofwel materiële duurzaamheid). Dit is omschreven als het ORBIS ambitie model [Luscuere, 2004]. Voor beide samenhangen kan de Trias-energetica worden toegepast: vermijden, verduurzamen en optimaliseren. Bij de eerste samenhang, waar de nadruk vaak op energie ligt, houdt dit een ‘exergetische benadering’ in⁴⁷. Bij de tweede samenhang, met de nadruk op materialisatie, betreft dit het reduceren op materiaalgebruik, ofwel ‘dematerialisatie’ of ‘rematerialisatie’ (Figuur 10.6).

⁴¹ Dat is het gevolg van het afwijken van het geldende paradigma dat deze instanties uitdragen en uitvoeren. Meestal zijn deze instanties te beschouwen als zogenaamde dominante actoren.

⁴² Kleine-, stapsgewijze verbeteringen, veelal slechts op onderdelen.

⁴³ Een voorbeeld van de ‘Process Re-engineering’ is de automobielenindustrie waar onder de visie ‘Lean- Production’ getracht wordt de productie met zo weinig mogelijk buffers, haperingen en discon-

tinuïteiten in stroomsnelheid te laten verlopen. De integratie van bewerken, regelen, onderhouden en leren verbeteren zijn hier zeer intensief doordacht evenals de koppeling van de bewerkingsystemen en meer omvattende deelsystemen in de richting van de productiestroom [Bikker, 1995].

⁴⁴ Het Vauban project (Freiburg, Duitsland) illustreert het belang van het managen van het innovatieproces door middel van een gedegen analyse van de verschillende schalen van

innovatie in samenhang met vooral ook het lokaal managen van de organisaties [Urbed, 2001] (zie ook hoofdstuk 3.4.3 referenties voor gecombineerde autonome deelstromen).

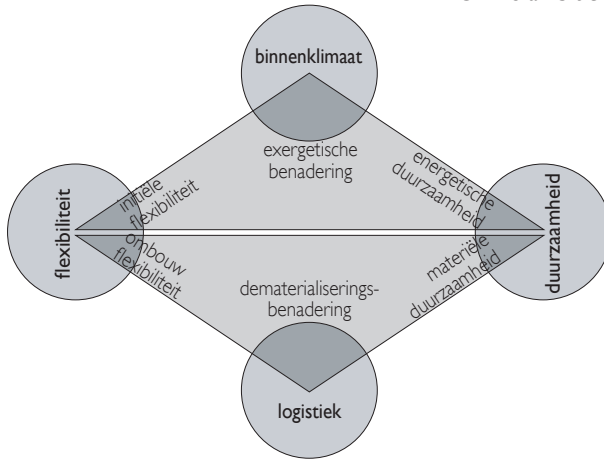
⁴⁵ Een andere oplossing die aangedragen wordt is de strategische inpassing van snel inzetbare of uitschakelbare afnemers.

⁴⁶ Zie hoofdstuk 2.3.6.

⁴⁷ Voor watergerelateerde stromen te vertalen als: ‘cascadering naar kwaliteit’.

Figuur 10.6

ORBIS ambitiemodel



Behalve het gestelde probleem van flexibiliteit in relatie tot veranderingen lijkt ook de roep om oplossingen, gebaseerd op een integrale aanpak met behulp van een brongericht en preventief beleid, de kern van het probleem te missen⁴⁸.

Om de begripsvorming en achtergronden (doelen) bij de essentiële netwerken helder te krijgen moet integraal denken aangescherpt te worden. Dit kan door de technische en natuurlijke infrastructuur tezamen met de ruimtelijke ordening als één geïntegreerd systeem te bezien: als 'Ruimtelijke Infrastructuur'. De infrastructuur wordt dan een ontwerp component, waarmee op eenvoudiger wijze de eerder besproken milieutechnische, sociale en ruimtelijke kwaliteitsaspecten aan de technische infrastructuur gekoppeld kunnen worden⁴⁹. Integratie bestaat dan niet uit de nauwe interpretatie van integraal management alleen. Het betreft enerzijds het technisch en ruimtelijk integreren van verschillende infrastructuren boven- en ondergronds, anderzijds de bestuurlijk organisatorische integratie. De dienstverlening moet meer op de vanuit eindgebruikers als gewenst aangegeven schaalniveaus plaats vinden.

De processen van verticale integratie, die vooral actueel zijn binnen de energieketen, zijn te vertalen naar andere sectoren. Voordeel is dat de zogenaamde 'retailers' (verkoop), met eigen productie in een markt met hoge prijzen een minder groot prijsrisico lopen dan retailers zonder eigen productie. Het in eigen beheer hebben van netwerken is een stabiele financieringsbasis voor andere bedrijfsactiviteiten. Ook geeft het een groot 'vast' klantenbestand, wat leidt tot lagere kosten per klant en een hogere potentie voor klantenbinding, ook al is dit 'uit te buiten' ten behoeve van andere doelen⁵⁰. De horizontale integratie levert, naast voordelen door synergie in netwerken (beheer), vooral voordelen op als daarmee een breder segment van de vraag, van bijvoorbeeld energie (de retailkant), kan worden afgedekt. Los daarvan zijn aan de aanbodzijde prijsfluctuaties beter op te vangen⁵¹.

De rioleringssystemen zijn in de loop van de jaren (vooral de afgelopen twintig jaar) gecompliceerder in structuur geworden, vooral van het beheer⁵² [Voorhoeve, 2002]. Het gemeentelijk rioolbedrijf lijkt, binnen het algemeen geldende proces van schaalvergroting, centralisatie en de groter wordende complexiteit van beheer, een anachronisme. Over het algemeen wordt daarom aangestuurd op verdergaande schaalvergroting van deze laatste (technische) infrastructuurgerelateerde taak van de lagere overheid⁵³. Dit komt neer op

de roep om de zorgplicht volledig bij de gemeentelijke overheid weg te halen, of om te komen tot horizontale integratie, in de zin van een gemeenschappelijke regeling of een intergemeentelijk samenwerkingsverband [Voorhoeve, 2002]. De optie van het schaaligen oplossen van deze sanitatie infrastructuur, bijvoorbeeld in de vorm van IBA -systemen (Individuele Behandeling van Afvalwater) wordt vaak niet overwogen. Het nadeel dat uitvoerende ambtenaren in hun vakgebied niet- of moeilijk up-to-date kunnen zijn, is op te vangen, aangezien de kennis op een geheel andere, meer ingekaderde, beheersbare wijze ontwikkeling behoeft. Er kan bovendien veel meer aangestuurd worden op verticale integratie.

Aanknopingspunten voor integratie bij de essentiële stromen zijn:

- systeemgerichte benadering bij de behandeling van energie-, water- en stofstromen,
- brongerichte aanpak van de vervuiling van huishoudelijk afvalwater (zware metalen, organische microverontreinigingen) en energieopwekking,
- differentiëren naar (gebruik)kwaliteit, ofwel toepassing van exergie principes en cascadering van de gebruikskwaliteit gericht op verschillende functies,
- nuttig gebruik van lokale, natuurlijke bronnen, zoals (regen)water, wind, zon en bodem,
- integratie van afval en afvalwaterbehandeling bij terugwinning en hergebruik van afvalstoffen c.q. eindproducten,
- integratie afval(water)behandeling en energieopwekking,
- integratie afvalwaterbehandeling en drinkwatervoorziening,
- meer decentrale aanpak van afvalwaterinzameling en –behandeling t.b.v. besparing in kosten voor aanleg en onderhoud van het centrale rioolstelsel,
- meer acceptabele kosten van de sanitatie systemen in relatie tot hun doelmatigheid en zo, op termijn, lagere kosten dan bij nu gangbare systemen.

De omzetting van de belangrijkste energie-, vast afval- en afvalwaterstromen in de deelstromen elektriciteit en/of warmte lijkt te leiden tot ver(der)gaande interconnectie⁵⁴.

⁴⁸ Het woord ‘integraal’ wordt, net als ‘duurzaam’, een containerbegrip zonder vaste waarde of processturende dan wel -volgende invulling. Het begin van een leeg paradigma.

⁴⁹ Een (re)integratie van de vakgebieden stedenbouw en (delen van de) civiele techniek lijkt een vereiste. Dit geldt voor de technische aspecten van duurzaam waterbeheer en integrale energie en exergie concepten. Deze re-integratie zou kunnen beginnen bij de onderwijsinstellingen (stedenbouw en civiele techniek) en gemeentelijke diensten (Publieke Werken en Ruimtelijke Ordening).

⁵⁰ Uit onderzoek blijkt dat klanten pas bij een bepaald prijsverschil switchen tussen aanbieders. Het reeds ‘in beheer hebben’ van de klanten biedt een goede uitgangspositie. Het biedt ook mogelijkheden tot het benutten van zogenaamde ‘oneigenlijke’ voor- delen. Voorbeelden van dit oneigen-

lijke gebruik zijn het manipuleren van het aanbod van productiecapaciteit, het vragen van hoge netwerktarieven of het opwerpen van nettoegangbelemmeringen voor potentiële concurrenten en het verlenen van ‘voorrang’ van eigen productiecapaciteit bij congestiepunten in het net [AER, 2003d].

⁵¹ Door het bezitten van productiecapaciteit in de vorm van gasgestookte (el.) centrales naast een positie op de gas(aanbod)markt kan voordeel behaald worden uit prijsfluctuaties.

⁵² Voor de gemeenteambtenaar van een kleine gemeente bijvoorbeeld wordt het steeds moeilijker om bij te blijven op het vakgebied riolerings, als hij tegelijkertijd ook verantwoordelijk is voor de infrastructuur van wegen, openbare verlichting, soms het groen, de markt, de begraaftplaats en de gladheidbestrijding [Voorhoeve, 2002]. Ook moet hij

op de hoogte zijn van wet- en regelgeving, een waterplan mee kunnen helpen opstellen en aanbestedingen organiseren.

⁵³ Een minimum grootte van 40.000 tot 50.000 inwoners wordt genoemd om een adequate rioleringsafdeling op te zetten, waarbij specifieke werkzaamheden, zoals het herberekenen dan alsnog uitbesteed moet worden aan ingenieursbureaus en rioolreiniging aan daarvoor gespecialiseerde bedrijven [Voorhoeve, 2002].

⁵⁴ Met warmtenetten kunnen nieuwe diensten worden gerealiseerd, eventueel gekoppeld aan andere deelstromen. Zo kan een warmtenet ingezet worden bij aquaculturen, koeldiensten en droogprocessen. Consequentie van omzetting in warmte of koude is dat de schaal van implementatie beperkt is, gezien de relatief grotere verliezen bij transport.

10.3

Interconnectie en integratie van lokale clusters binnen essentiële infrastructuren

10.3.1

begripsbepaling

De in voorgaande hoofdstukken geconstateerde noodzakelijke en betere integratie van ruimtelijke ordening en stromengerelateerde infrastructuur (transport) toont dat het onjuist is te blijven denken in afzonderlijke systemen. De verschillende structuren moeten beschouwd worden als netwerken met een nauwe onderlinge afhankelijkheid en interconnectie. Hoewel deze constatering in de praktijk al breed wordt onderkend is de invulling ervan nog beperkt. Wel spreekt de huidige praktijk al vaker van ‘integrale gebiedsontwikkeling’. Dit komt dan vooral neer op de integrale ontwikkeling van gehele stadsdelen in één keer, in een beperkt aantal jaren, en is dus geen voorbeeld van de dynamiek van ‘ongelijktijdige langzame transformatie’ [Arthur, 1999] die nodig lijkt om de complexe structuren van maatschappij, de ‘stromen’ en de natuur(lijke processen) op elkaar af te stemmen. Er moet, voor het verder verduurzamen van de verschillende structuren meer gekeken worden naar de wijze hoe systemen, netwerken en infrastructuren beter voor te bereiden op de negatieve (en positieve) gevolgen van groei.

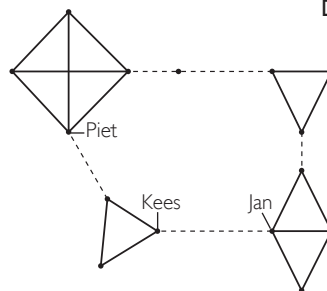
10.3.2

verbindingen en structuren in complexe netwerken

De kern van de oplossing voor het onderling afstemmen en het volhoudbaar koppelen van de verschillende complexe structuren in de gebouwde omgeving ligt bij de belangrijkste gemeenschappelijke overeenkomst: de zogenaamde netwerkgeografie of –architectuur. Uit onderzoeken⁵⁵ naar complexe adaptieve structuren en netwerken⁵⁶ die onder verschillende condities gegroeid en soms zelfs ontworpen zijn, blijkt dat deze ongeacht de specifieke componenten bijna gelijk zijn qua ‘netwerkarchitectuur’⁵⁷ [Buchanan, 2002].

Figuur 10.7

Driehoeksverbindingen in complexe (sociale) systemen



Geconcludeerd kan worden dat het niet de componenten van de verschillende structuren zijn die van belang zijn, maar de wijze waarop deze onderling zijn georganiseerd als intelligente⁵⁸ structuren. De mate van interconnectie gaat verder dan de simpele grafische voorstelling van een al dan niet geordend⁵⁹ netwerk van punten verbonden via lijnen c.q. lijnvormige infrastructuur.

In de sociale, fysieke en zelfs natuurlijke wereld is nagenoeg altijd sprake van bepaalde vormen van clustering⁶⁰. Het zijn geen volledig willekeurige structuren. Bovendien zijn er sterkere en zwakkere (meer of minder belangrijke) verbindingen tussen de verschillende onderdelen van de netwerken of structuren (mensen, ecosystemen, voedselketens, woningen, opwekkingscentrales, etcetera) [Milgram, 1967; Buchanan, 2002]. In het geval van sociale netwerken blijkt dat sterke verbindingen nagenoeg niet apart staan, maar dat ze binnen zogenaamde driehoeken vallen (Figuur 10.7). Sociologisch onderzoek door Granovetter [1973] leidde tot de conclusie dat er vrijwel geen effect is op 'de onderlinge afstand' tussen willekeurige punten, of personen binnen een sociaal netwerk, als een zogenaamde 'sterke verbinding' wordt weggehaald. De cruciale verbindingen binnen sociale netwerken blijken volgens Granovetter de 'zwakke verbindingen'⁶¹ te zijn. Bij andere, niet sociale-, maar wel geordende (transport)netwerken blijkt dat ze, zoals sociale netwerken, veelal ook bestaan uit clusters, maar dat tegelijkertijd 'de onderlinge afstand' relatief groot is⁶². Bij distributienetwerken worden vier systemen onderscheiden (Figuur 10.8).

⁵⁵ Het betreft onderzoeken in de wiskunde en fysica [o.a. Watts & Strogatz, 1998; Erdős & Grossman, nd], psychologie en sociale wetenschappen [o.a. Milgram, 1967; Klodahl, nd; Granovetter, 1973/1983], en ecologie en biologie [o.a. Yodzis, 2000; Mirollo & Strogatz, 1990] [Buchanan, 2002]. Basis van het onderzoek naar de complexiteit van systemen is het wiskundige onderzoek dat bouwt op de chaostheorie, waarbij is aangetoond dat eenvoudige systemen complex gedrag kunnen voortbrengen [Gleick, 1989]. Binnen de complexiteitswetenschap is aansluitend geconstateerd dat complexe systemen eenvoudig gedrag kunnen voortbrengen [Gell-Mann, 1994]. Gedurende een lange tijd (ca. 40 jaar, tot eind jaren negentig) werd de topologie van complexe netwerken nog gemodelleerd als volledig aselect. De genoemde recente onderzoeken tonen aan dat ze algemene, ofwel generieke, niet willekeurige kenmerken bezitten, die bepaalde verschalingswetten volgen [Bianconi & Barabási, 2001].

⁵⁶ Complexe adaptieve systemen staan in continue wisselwerking met hun omgeving en hebben als bijzondere eigenschap dat ze hun structuur aanpassen als in die omgeving veranderingen optreden [Geldof, 2002]. Integrale systemen hebben alle kenmerken van een complex adaptief systeem.

⁵⁷ Steeds meer onderzoek naar structuren in de natuur onderschrijft deze stelling [Buchanan, 2002]. Aan

de ene kant is de natuur onuitputtelijk in z'n vormen en verassend in z'n veelvormigheid, aan de andere kant evenzeer opmerkelijk in het gebruik van dezelfde vorm en structuur voor zo verschillende zaken. [vrij naar Röling, 1995].

⁵⁸ Centraal bij dit soort intelligente, complexe structuren staat het begrip adaptatie, waarbij het niet alleen gaat om de beperkte interpretatie van 'volgende aanpassing', maar ook om het betrekken van de context. Het complexe proces van adaptatie houdt het midden tussen 'starheid' (onveranderbaarheid) en 'opportunisme', waarbij de oplossing veelal zonder veel draagvlak, en door het gebrek aan een visie, alle kanten uit gaat [Geldof, 2002].

⁵⁹ Uit onderzoek naar de efficiëntie van structuren door de wiskundige Paul Erdős [Grossman, nd] blijkt dat het plaatsen van willekeurige verbindingen tussen de aanwezige 'punten' in een netwerk niet inefficiënt is. Ongeacht hoeveel punten er zijn, een klein percentage van willekeurige verbindingen is altijd genoeg voor het 'samenbinden' van een netwerk in een min of meer volledig gekoppeld geheel. Als het netwerk groter wordt blijkt het percentage benodigde verbindingen zelfs sterk af te nemen: bij een netwerk bestaande uit 300 punten (en ca. 5000 mogelijke verbindingen) blijkt slechts 2% benodigd voor een hecht netwerk, bij een netwerk van 1000 punten 1% en bij 10 miljoen: 16^{-7} %.

⁶⁰ Het begrip cluster moet gelezen worden als een verzameling van

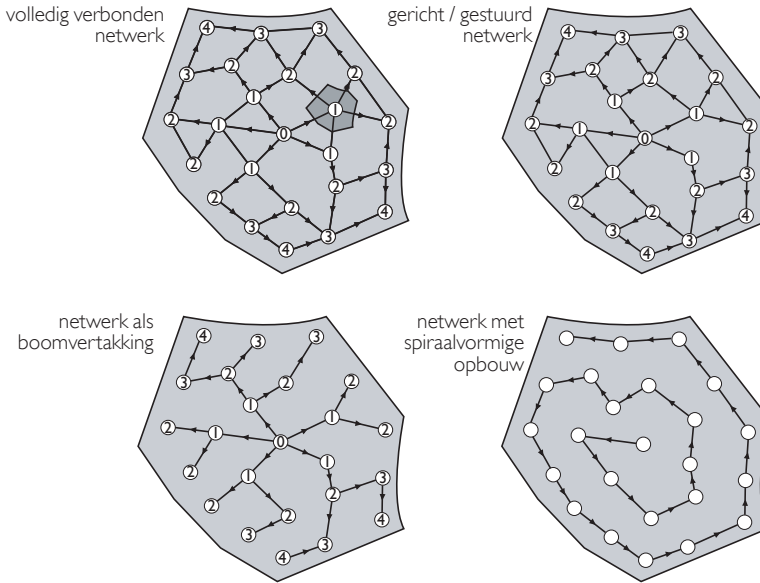
samenwerkende eenheden, ontstaan door het principe van 'voorkeursverbinding' (preferential attachment) binnen (grote) complexe systemen, inclusief zakelijke netwerken, sociale netwerken en transportnetwerken. Dit principe komt neer op het proces dat bij groeiende netwerken (nagenoeg alle) het netwerk uitbreidt door de toevoeging van nieuwe vertices die zijn verbonden met de vertices die reeds aanwezig zijn in het systeem. Bij de meeste netwerken gebeurt dit volgens voorkeursverbinding, afhankelijk van de mate van verbondenheid van de reeds aanwezige vertices, de zogenaamde 'effectieve verbondenheid' [Barabási et al., 1999; Banavar et al., 1999]: hoe groter de verbondenheid hoe groter de kans op een nieuwe verbinding.

⁶¹ Granovetter spreekt over 'sociale bruggen' die, in het geval ze worden verwijderd het netwerk in stukken zouden doen breken [Granovetter, 1983]. Onderzoek door Latora en Marchiori naar de hersen-schors van makaken leidde tot een soortgelijke conclusie: als één hersendeel verbonden is met twee andere delen, dan blijken deze twee andere delen nagenoeg altijd onderling verbonden, en zijn ze elk sterk geclusterd. Ook hier is sprake van driehoeksgewijze clustering [Latora & Marchiori, 2001].

⁶² Bij geordende netwerken is de mate van clustering relatief groot, terwijl ook de gemiddelde afstand, het gemiddelde aantal stappen tussen twee willekeurige punten in het netwerk groot is [Watts & Strogatz, 1998].

Figuur 10.8

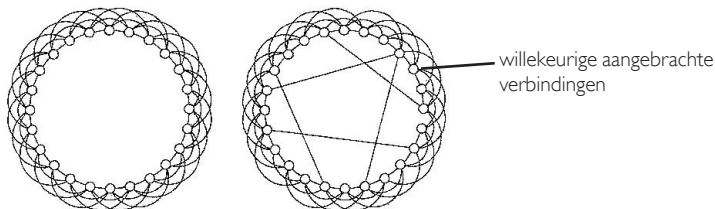
Distributienetwerkstructuren



Ook uit onderzoek naar verschillende ecosystemen blijkt dat de stabiliteit, of veerkracht ervan, direct verbonden is aan de complexiteit. Dit geldt vooral voor ecosystemen, waar zwakke verbindingen van cruciaal belang zijn⁶³ [Tilman & Downing, 1994; McCann et al., 1998]. Dit soort zwakke verbindingen worden dan ook aangeduid als cruciale verbinders, of ‘connectors’. Vooral door de voortschrijdende globalisering en mondiale interconnectie ontstaan er steeds meer connectors (zie ook hoofdstuk 6). Door de verdergaande wereldwijde interconnectie op allerlei gebied geldt inmiddels dat de veerkracht van ‘het gehele, wereldwijde menselijke systeem’ afhangt van de bekwaamheid tot doelbewust om te gaan met-, of in te spelen op verandering [Röling, 2000b] van de verschillende systemen en netwerken. De verschillende sociale- en met name fysieke ‘connectors’ hebben, als kritische verbindingen binnen de onderliggende fysieke structuren, tezamen met de beherende instituties, een centrale rol bij het faciliteren van de veranderingsprocessen⁶⁴.

Figuur 10.9

Geclusterd netwerk en verbindingen



De wiskundigen Watts & Strogatz [1998] doen onderzoek naar de effecten van het combineren of kruisen van de principes van willekeurige, gegroeide netwerken met die van geordende (ontworpen) netwerken⁶⁵. Ze monitoren ondermeer in hoeverre een netwerk geclusterd is en hoe groot de gemiddelde onderlinge afstand is, in de zin van het aantal verbindingen.

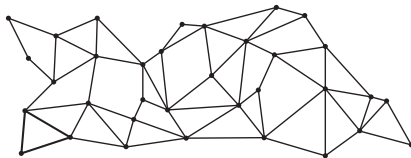
Uit de bevindingen blijkt dat de geringste toevoeging van willekeurige verbindingen binnen een geordend netwerk leidt tot de voordelen die bekend zijn uit de beschreven ‘sociale netwerken’ (Figuur 10.9). Dit wordt het zogenaamde ‘small world’ principe⁶⁶ genoemd [Buchanan, 2002]. Het belang van clustering is, zoals gesteld, ook naar niet-sociale netwerken te vertalen. In een geclusterd netwerk brengt het verlies van één element geen dramatische fragmentatie van het netwerk in ontkoppelde subsystemen teweeg.

Eerder onderzoek naar de gevoeligheid van verschillende vereenvoudigde distributienetwerken toont aan dat netwerken die als ‘visnetstructuur’ omschreven zouden kunnen worden, in vergelijking met meer hiërarchisch georganiseerde ‘samengestelde decentrale netwerken’ (Figuur 10.10), minder gevoelig zijn voor ontworping⁶⁷ [Baran, 1964].

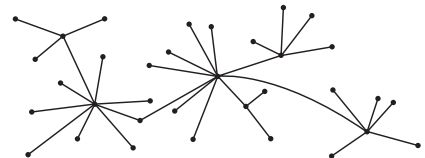
Recent hebben verschillende onderzoeken naar de structuur, de groei en de stabiliteit van het Internet en het world wide web, aangetoond dat er binnen hiërarchisch georganiseerde ‘samengestelde decentrale netwerken’ een ander kenmerk is dat van groter belang is voor de volhoudbaarheid van groeiende netwerken^{68 69}.

Figuur 10.10

Organisatie structuren



visnet structuren



hiërarchisch georganiseerde structuren

⁶³ Belangrijkste conclusie van het onderzoek is dat meer complexe netwerken minder fluctueren en stabiel zijn dan simpele netwerken [Tilman & Downing, 1994]. Uit ander onderzoek blijkt dat juist de zwakke verbindingen in dit soort ecosystemen ‘levens kunnen redden’ in geval van extreme fluctuaties. Deze verbindingen werken als de (nood)ventielen van een ecologische gemeenschap [McCann et al., 1998].

⁶⁴ Dit faciliteren van de veranderingsprocessen (change management) is, vooral in relatie tot natuurlijke bronnen en ecosystemen, een relatief jonge wetenschap [Groot & Maarleveld, 2000; Rölling, 2000].

⁶⁵ De studie komt neer op het vermengen van orde en chaos: door het geleidelijk aanbrengen van steeds meer willekeurige, (lange)afstand verbindingen tussen punten in een geordend netwerk. Bij het aanbrengen van slechts 1% willekeurige verbindingen bleek de mate van clustering nauwelijks af te

nemen (van 0.67 naar 0.65). De zgn. ‘typische afstand’ tussen willekeurige punten nam echter af van bijna 50 naar slechts 7 [Watts & Strogatz, 1998].

⁶⁶ Het ‘small-world’ principe of -geometrie komt neer op het zich altijd (zeer) dicht bij elkaar bevinden, in de zin van weinig tussenstappen of -verbindingen, van twee willekeurige punten in een netwerk, ongeacht hoe groot deze laatste is. Het fenomeen is het meest bekend uit sociologische onderzoeken [Buchanan, 2002]. Bekendste voorbeeld is het principe van ‘six degrees of separation’ [Milgram, 1967].

⁶⁷ Dit is het natuurlijke gevolg van het feit dat slechts enkele elementen binnen zo’n netwerk een relatief belangrijke rol spelen in het onderling verbinden van alle elementen tot een netwerk.

⁶⁸ Uit onderzoek naar het aantal links dat een bundel normaliter moet doorkruisen om van een willekeurig punt een ander willekeurig punt in het internet te bereiken, blijkt dat

dit ongeacht de enorme grootte van het internet vrijwel altijd slechts vier betreft [Faloutsos et al., 1999].

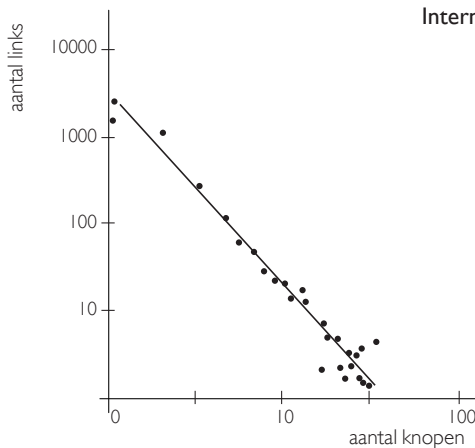
⁶⁹ De weergave van de mate van clustering door Watts en Strogatz is als volgt te verklaren: Stel een willekeurig punt binnen een netwerk, noem dit X, en denk aan al de andere punten waarmee X direct is verbonden. In principe, kunnen al deze andere punten met elkaar verbonden zijn. Als elk (laatste) koppel verbonden zou zijn, dan is het gebied rondom X te beschouwen als maximaal geclusterd. In werkelijkheid, is in de meeste netwerken slechts een deel van de directe ‘buren’ van X verbonden met elkaar. Dit deel, een nummer tussen 0 en 1, biedt een geschikte maat van hoe ‘geclusterd dit gebied rondom X is. Om de mate van clustering van een geheel netwerk te weten, dient de berekening slechts herhaald te worden voor elk punt binnen het netwerk, waarna het gemiddelde bepaald wordt [Buchanan, 2002; Watts & Strogatz, 1998].

Het Internet is te beschouwen als een aselekt groeiend netwerk dat ondanks de enorme groei en verandering relatief uitstekend presteert en daarom binnen dit onderzoek interessant is als voorbeeld netwerkstructuur.

De mate van clustering van computers blijkt bij het internet meer dan honderd maal groter dan verwacht mag worden van een willekeurig samengesteld netwerk [Réka & Barabási, 2003]. Binnen de netwerkarchitectuur van het internet blijken enkele knopen beduidend meer links hebben dan de overige knopen: er is sprake van een netwerkstructuur met 'hubs'⁷⁰, die domineren in de netwerkactiviteiten. In het internet bestaat een vaste relatie tussen het totaal aantal verbindingen (links) en het totaal aantal knopen⁷¹ (Figuur 10.11) [Buchanan, 2002].

Figuur 10.11

Internet verdeling van aantal 'knopen' en 'links'



Het combineren van het belang van deze 'hubs' met eerdere constatering ten aanzien van de zwakke verbindingen, of 'connectors' leidt tot de conclusie dat de knopen met (zeer) veel verbindingen zo veel mogelijk verbonden moeten worden met andere knopen via zwakke verbindingen, terwijl de knopen met weinig verbindingen juist via sterke verbindingen moeten worden verbonden.

Dit principe lijkt voor meerdere onderzochte ecosystemen overeen te komen met de werkelijkheid waar sprake is van een overwicht van zwakke verbindingen binnen de aristocratische structuren [Solé & Montoya, 2000]. Uit onderzoekingen naar andere netwerken (van geheel verschillende- tot meer vergelijkbare aard, zoals het world wide web) blijkt eenzelfde wiskundig patroon te komen. Ook hier is de 'typische diameter' van de netwerken telkens klein⁷². Watts en Strogatz hebben in samenwerking met andere onderzoekers over de hele wereld verschillende bestaande, al dan niet fysieke netwerken onderzocht⁷³. Onderzoek naar het Noordamerikaanse elektriciteitsnetwerk is in het kader van dit onderzoek het meest relevant. Het bestaat uit drie subnetwerken die 'interconnections' genoemd worden, bewijst dat het 'small-world principe' nagenoeg opgaat, ofschoon het netwerk niet bewust als zodanig ontworpen is, noch door willekeur is ontstaan⁷⁴.

Er zijn twee soorten small-world netwerken te onderscheiden, het homogene, egalitaire netwerk, waar alle elementen nagenoeg de zelfde hoeveelheid verbindingen hebben en het aristocratische netwerk, gekarakteriseerd door duidelijke ongelijkheid qua hoeveelheid verbindingen⁷⁵ [Albert et al., 2000a]. Het (Noordamerikaanse) elektriciteitsnetwerk is te typeren als 'egalitair': elke generator, transformator of substituuut is grofweg verbonden met drie anderen⁷⁶, terwijl er (nagenoeg) geen sprake is van 'connectors' die naar verhouding aanzienlijk meer verbindingen hebben, en als 'hub' binnen het netwerk functioneren⁷⁷.

10.3.3

vertaling netwerkgeometrie naar
fysieke en sociale structuren

Relevant zijn de in de jaren zestig door Christopher Alexander geïntroduceerde opponente structuren die hij als onderlegger van de mogelijke conceptie van steden beschouwt. Hij onderscheidt de boomaxioma en het halfroosteraxioma⁷⁸ (Figuur 10.12) [Alexander, 1966]. Belangrijkste verschil is de overlapping bij het halfrooster-axioma versus de grotere beperkingen binnen de boomaxioma. Het halfrooster heeft een veel ingewikkelder en meer subtiele structuur⁷⁹.

⁷⁰ Hub staat voor 'naaf' of 'middenpunt': een knooppunt met een (fink) meer dan gemiddeld aantal verbindingen in een netwerk. In de luchtvaart geïntroduceerd als onderdeel van een 'hub' en 'spoke' luchttransport systeem.

⁷¹ Wiskundigen hebben een zogenaamde 'power-law' (ook wel bekend als 'Pareto' of 'Zipf') aangetoond, dat neerkomt op een vorm van zelf-organisatie: het zeer gewoon zijn van kleine groottes, terwijl binnen de netwerkstructuur grote 'voorkomens' juist zeer zeldzaam zijn. De power-law komt neer op een rechtlijnige relatie van het principe 'the rich get richer'. In geval van het internet bleek bijv. dat bij elke verdubbeling van het aantal links het aantal knopen ongeveer vijfvoudig vermindert [Adamic et al., 2002; Faloutsos et al., 1999].

⁷² De 'typische afstand tussen documenten', of in het geval van het world wide web: het aantal muisklikken tussen twee willekeurig gekozen documenten [Barabási et al., 2003]. Bij het World Wide Web is de diameter 19, die bij de verwachte 1000% groei in de komende jaren, slechts toeneemt tot 21. Ook bij onderzoek naar de netwerken bij biochemische reacties binnen 'cellular metabolisms' van 43 verschillende soorten bleek een zelfde wiskundige relatie tussen het aantal knopen en verbindingen als bij het internet en het world wide web. Telkens een uiterst geringe 'diameter' [Jeong et al., 2000].

⁷³ Ondermeer het netwerk van verbindingen tussen de cellen van een wormsoort, de structuur van cruciale proteïnen bij mensen, voedselketens binnen ons ecosysteem, het

amerikaanse elektriciteits-netwerk en verbindingen tussen woorden in grammatica- en taalgebruik.

⁷⁴ Het elektriciteitsnet blijkt tien keer meer geclusterd dan dat het zou zijn als het netwerk willekeurig was opgebouwd, terwijl gemiddeld maar 18,7 transmissieverbindingen gevolgd worden om van één element naar een andere te komen, tegen 12 transmissieverbindingen in geval van een werkelijk willekeurig netwerk [Watts & Strogatz, 1998]. Door de vele, schijnbaar willekeurige toevoegingen en groei benadert de structuur die van willekeurige structuren, ontstaan volgens het principe van diffusion-limited aggregation (DLA). In dit geval lijkt de in de loop der jaren gegroeide chaotische-, als negatief aangeduide structuur van het Noordamerikaanse elektriciteitsnet langzamerhand te transformeren naar een netwerk met een grotere robuustheid. De relatief snelle oplossing van de grote stroomuitval halverwege 2003 in grote delen van het Noordoosten van de Verenigde Staten lijkt dit te bevestigen. Na de grote stroomuitval (ca. 30 miljoen mensen) op 9 november 1965 en in augustus 1995 (4 miljoen mensen) is het de derde grote stroomuitval in het Noordamerikaanse elektriciteitsnet geweest. Als aspect staat dit geheel los van het relatief grote gebrek aan onderhoud van (onderdelen) van het Noordamerikaanse elektriciteitsnet. Verder investeren in de interdependentie van de hoogspanningsnet(ten) van de verschillende delen van Noord Amerika, zoals in 2003 door Bush aangekondigd, vergroot de kans op grootschalige stroomuitval [Morris, 2003].

⁷⁵ De onderverdeling egalitair - aristocratisch (hiërarchisch) dient niet geplaatst te worden binnen eenzelfde indeling zoals deze in de jaren tachtig van de 20^e eeuw is geïntroduceerd binnen de 'Cultural Theory' [Thompson et al., 1989], al is ze wel relevant. Binnen de 'Cultural Theory' werd voor het eerst een duidelijke basis gelegd voor het begrijpen van complexe samenlevingen en de relatie met het milieu. Met betrekking tot de achterliggende redenen van verandering worden vier wereldbeelden, culturele gezichtspunten onderscheiden.

⁷⁶ Het logische gevolg van het feit dat het technisch gezien steeds moeilijker en vooral duurder wordt om meer verbindingen te maken met één elektrisch substation, zodat het eenvoudiger (en efficiënter) is ergens anders de verbinding te maken.

⁷⁷ De grote stroomuitval halverwege 2003 in grote delen van het noordoosten van de Verenigde Staten toonde de gevolgen van het egalitaire karakter van het netwerk.

⁷⁸ De beeldspraak is enigszins verwarrend aangezien het halfroosteraxioma niet gelijk te stellen is met egalitaire visnetstructuren en de boomaxioma niet met aristocratische structuren. Als je de tekenwijze van 'omsluitende verzamelingen' in een knopen-verbindingen structuur verandert, blijkt het halfroosteraxioma overeen te komen met die van aristocratische structuren.

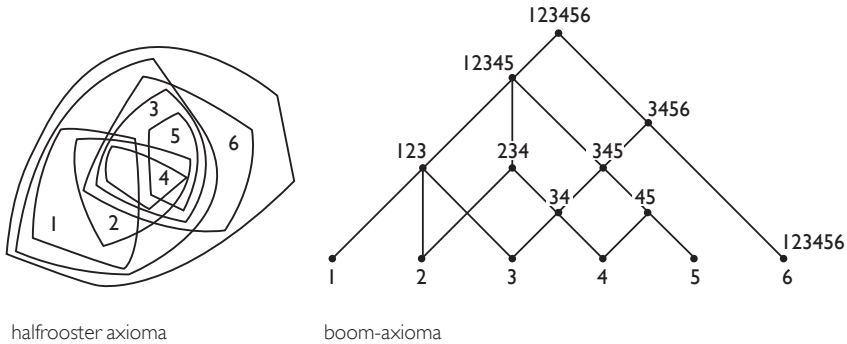
⁷⁹ Een boom gebaseerd op 20 elementen kan hoogstens 19 van de 20 subverzamelingen hebben, terwijl het halfrooster, op dezelfde 20 elementen gebaseerd meer dan een miljoen subverzamelingen kan omvatten.

Gevolg is een “grotere structurele samengesteldheid” waardoor complexe sociale structuren binnen concepties van het schema van het halfrooster beter te omvatten zijn.

Veel van de gegroeide bestaande steden en structuren worden gekenmerkt door een structuur die dit halfroosteraxioma benadert, terwijl nagenoeg alle ontworpen steden en stadsdelen als boomaxioma omschreven kunnen worden⁸⁰ (Figuur 10.13) [Alexander, 1966].

Figuur 10.12

Axioma structuren



Het onderkennen van het soort netwerk is van belang bij verdergaande groei⁸¹ en al dan niet gewenste krimp⁸². Bij dit soort complexe vraagstukken verlopen oorzaak en gevolg niet-lineair.

Complexe processen laten een patroon zien van stabiliteit en instabiliteit waarin zogenaamde ‘attractoren’⁸³ actief zijn [Geldof, 2002]. Het vormt de leidraad voor ontwerpen die beter aansluiten bij transformatieprocessen en de ermee samenhangende problemen⁸⁴ sneller oplossen. De voornaamste problemen doen zich voor bij het wegvallen van belangrijke delen van het netwerk in combinatie met een te geringe veerkracht⁸⁵. Aristocratische- en egalitaire netwerken verschillen sterk van elkaar.

Uit onderzoek blijkt dat willekeurige, egalitaire netwerken vrij snel uiteen vallen bij willekeurige c.q. ongecoördineerde uitval⁸⁶. In een identieke uitvalsimulatie bij een aristocratisch netwerk blijkt dat als meer dan de helft van de knopen verwijderd wordt, het restant van het netwerk nog integraal blijft functioneren. Bij een gecoördineerde, goed gerichte uitval blijkt het aristocratische netwerk veel gevoeliger⁸⁷. Er is bij structuren sprake van een omslagpunt, waar een goed functionerend, min of meer statische structuur uiteen valt in een ongeordende, soms zelfs veranderende dynamiek.

Bij aristocratische netwerken is door de relatief geringe diameter (weinig benodigde tussenstappen tussen twee willekeurige punten binnen het netwerk) amper sprake van één omslagpunt. Bij schade door uitval van één of meer delen is een deel te isoleren, waardoor uitval van het gehele netwerk vermeden kan worden⁸⁸. Aangezien de interconnectie van verschillende netwerken steeds meer ondersteund wordt door communicatiesystemen die een dergelijke inhomogene topologie hebben, lijkt dit aspect van gevoeligheid voor gerichte aantasting van het zekerheidsbeginsel van de essentiële netwerken, waaraan een publiek belang verbonden is, van waarde. Er bestaan dus twee regimes van complexe netwerken: een exponentieel regime dat leidt tot homogene structuren en een schaalvrij regime dat leidt tot een aristocratische structuur [Albert et al., 1999; Albert et al., 2000a].

Als een netwerk(structuur) mathematisch gezien volledig volgens de belangrijkste kenmerken van het ‘small-world’ principe zou worden ontwikkeld of aangepast⁸⁹, wordt

deze schaalvrij⁹⁰ [Barabási et al., 1999]. Deze zogenoemde ‘schaal invariantie’ houdt in dat het een vorm van zelforganisatie is, zoals eerder al geconstateerd bij veel van de werkelijke natuurlijke (en ‘oudere’, ontwikkelde) netwerken⁹¹. De twee belangrijke voorwaarden voor een duurzame (in de zin van ‘durable’) zelforganisatie zijn:

1. het netwerk moet (continu) groeien door de toevoeging van nieuwe ‘vertices’, of verbindingen, en
2. nieuwe vertices moeten aan het netwerk verbonden worden met zgn. ‘veelverbonden’ vertices volgens het principe van de ‘voorkeursverbinding’.

⁸⁰ Alexander [1966] analyseert meerdere ontworpen steden en stadsdelen, zoals meerdere tuinsteden in Groot-Brittannië en de Verenigde Staten, de ‘Greater London Plan’ (1943) van Abercrombie en Forshaw, het ‘Tokyo Plan’ door Kenzo Tange, Chandigarh (1951) door Le Corbusier, Brasilia door Lucio Costa en zelfs de halfroosteraxioma gelijkende ‘Mesa City, door Paolo Soleri. Deze plannen zijn, ongeacht hun organieke vormen, en gesuggereerde overlappende structuren, geanalyseerd als voorbeelden van de boomaxioma.

⁸¹ Watts en Strogatz zijn de eersten geweest die de transitie van een lokaal geordend systeem naar een willekeurig groot-, en verbonden netwerk, wiskundig gemodelleerd hebben [Barabási et al., 1999].

⁸² Dit is een understatement voor de sterker wordende dreiging van sabotage van (onderdelen van) de kritische infrastructuur. “Door de steeds grotere interdependentie en afhankelijkheid van” (relatief eenvoudige toegankelijke, kwetsbare) aan de essentiële infrastructuur gekoppelde- of zelfs geïntegreerde- computer-netwerken worden de risico’s steeds groter“ [Presidential decision directive, 1998]. Amerikaanse defensie specialisten constateren in diverse onderzoeken dat gecoördineerde aanvallen op verbindende informatiesystemen tot enorme consequenties voor diverse onderdelen van de samenleving en de samenleving als geheel kunnen leiden [Deutch, 1996; Busby, 1999].

⁸³ Attractoren worden gedefinieerd als ‘preferentietoestanden’. Inzicht in het patroon van attractoren, en achterliggende mechanismen en de werking van weerstanden tegen verandering kan helpen bij het op de

juiste wijze adapteren van het proces of –systeem [Geldof, 2002].

⁸⁴ Een voorbeeld is de –vooral (tot 9-11 2001) in de Verenigde Staten en Engeland- geldende capaciteitscrisis in de luchtvaart; de congestie in de lucht. Het luchttransport is een aristocratisch netwerk. Uit een recente studie blijkt dat dit niet (meer) geheel opgaat. Het aantal ‘superverbonden’ hubs is klein, als gevolg van een proces dat met ‘voorkeurs verbinding’ wordt aangeduid [Buchanan, 2002]. Ten tijde van groei zal binnen aristocratische netwerken de groei zich concentreren bij de hubs. In de loop van de tijd verliezen de meest verbonden hubs echter hun voordeel, waardoor minder verbonden knooppunten sneller groeien en het netwerk als geheel meer egalitair van karakter wordt. Door bijv. economische beperkingen kunnen aristocratische netwerken dus in egalitaire netwerken transformeren, met alle consequenties van dien [Nunes Amaral et al., 2000].

⁸⁵ De veerkracht houdt in dat tot op zekere hoogte sprake moet zijn van ‘overbodigheid’; dat bepaalde elementen binnen een netwerk dezelfde basistaken kunnen uitvoeren, zodat bij het wegvallen van willekeurige elementen andere het kunnen overnemen volgens het principe van de ‘by pass’.

⁸⁶ Meerdere systeemonderdelen kunnen nog wel functioneren, maar doen dit –zo mogelijk- los van elkaar binnen een gefragmenteerd netwerk [Albert et al., 2000a].

⁸⁷ Dit is het gevolg van het belang van hubs binnen deze netwerken. Voor het internet bijvoorbeeld is maar gerichte uitval van 18% van de elementen nodig voor een volledige versplintering [Albert, 2000a]. Gezien het belang van de

informatiesystemen binnen veel kritische (aristocratische) netwerken in de samenleving bepleiten diverse onderzoekers extra versterking, veerkracht, snel herstel of andersoortige bescherming van sommige informatie-infrastructuren [Buchanan, 2002; Anderson & Douglas Marcouiller, 2001]. Steeds vaker wordt naar natuurlijke verdedigingsmechanismen gekeken om (veelvoorkomende aristocratische) netwerken te beschermen tegen deze vorm van uitval door aanval. De stapsgewijze, cognitieve aanpak komt neer op het snel herkennen van een aanval van buitenaf en het direct tegenaanvallen dan wel isoleren zodat de schade beperkt wordt tot een klein deel van het netwerk zodat tegelijkertijd de stromen omgeleid kunnen worden.

⁸⁸ Afhankelijk van de grootte van dit geïsoleerde deel zou dit zelfs kunnen leiden tot een transformatie van een aristocratisch netwerk naar een egalitair netwerk.

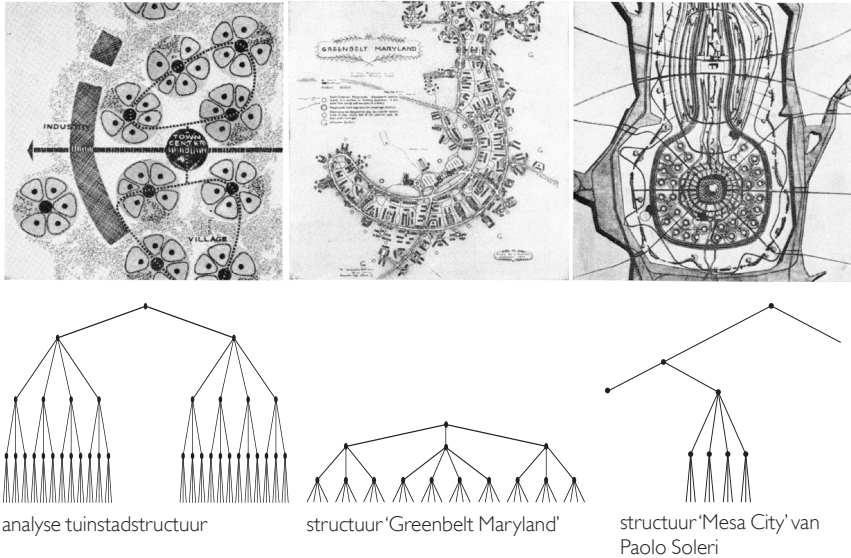
⁸⁹ Dit komt neer op het maken van clusters, het aanbrengen van enkele zwakke-, lange afstand verbindingen binnen een verder relatief geordende structuur en interconnectie tussen de verschillende schaalniveaus. Te overwegen valt een mogelijke aristocratische structuur met hubs (met de mogelijkheid terug te vallen naar een egalitair netwerk).

⁹⁰ Maar niet schaalonafhankelijk, aangezien dit afhankelijk is van het beoordelingskader, ook wel omschreven als de schaal-paradox [Jong et al., 1997].

⁹¹ De eerder genoemde (willekeurige-) aanvalstolerantie van complexe netwerken blijkt alleen van toepassing op dit soort ‘schaalvrije’, zgn. ‘inhomogeen verbonden netwerken [Albert et al., 2000a].

Figuur 10.13

Boom-axioma voorbeelden



Deze combinatie van groei en 'voorkeursverbinding' is uiteindelijk verantwoordelijk voor de schaalvrije distributie en de mogelijkheid van 'power-law' verscaling zoals ze geobserveerd zijn in werkelijke (bijv. natuurlijke-) netwerken. Bianconi & Barabási [2001] toonden binnen zogenaamde competitieve netwerken en dit zogenoemde 'rich-get-richer' beginsel het principe van de 'fitter-gets-richer' aan. Een knoop kan in dit soort systemen alleen verder verbinden ten koste van andere knopen: het (theoretisch) competitieve karakter van dit soort netwerken is het gevolg van het feit dat knopen die al binnen een systeem bestaan in het continue groeiproces van het systeem moeten concurreren met een (aangetoond lineair) toenemend aantal andere knopen.

Het aspect 'fitheid' is voor de verschillende netwerken afzonderlijk te definiëren. Zoals in voorgaande hoofdstukken geanalyseerd, komt het, voor de essentiële stromen en bijbehorende infrastructuren neer op een combinatie van de mate van flexibiliteit, uniformiteit, consistentie en optimalisatie van de opwekking, inzameling en transport. Zekerheid van levering door kwaliteitsafstemming en geoptimaliseerde (omloop)tijd, is naast duurzaamheid (in de dubbele betekenis) het sleutelbegrip.

Verwacht wordt dat, ongeacht de dynamische dan wel geometrische aannames van de structuur van de netwerken [Banavar, 1999], het schaalvrije karakter een principe is, generiek c.q. universeel voor complexe netwerken [Barabási et al., 1999; Banavar et al., 1999]. De schaalvrije heterogeniteit van transformerende en competitieve complexe netwerken is een direct gevolg van het principe van zelforganisatie door lokale beslissingen, gemaakt door individuele 'vertices' en gebaseerd op informatie dat via de communicatiesystemen is geleid naar de meer zichtbare 'rijkere-', meer verbonden 'vertices', ongeacht de aard en de bron van deze zichtbaarheid [Barabási et al., 1999; Albert et al., 1999; Albert & Barabási, 2000b].

Dit kan er toe bijdragen dat overheden en beheerders van (publieke) netwerken kunnen afstappen van beleid dat een vast einddoel nastreeft. Door de lange procedures is op het moment van realisatie de visie al weer achterhaald door de getransformeerde werkelijkheid⁹² [Arthur, 1999]. Het idee hierachter is dat economische structuren in dat geval niet

hoeven te kristalliseren rondom kleine, afgebakende beleidsdoelen waarbij een gewenst eindbeeld via dwangmatige regelgeving wordt nagestreefd, maar mee kunnen evolueren naar (mee)groeïende structuren⁹³. Het leidt tot een nieuwe focus die de basis kan vormen tot structurele wijzigingen in de topologie van ontworpen en/of verbonden complexe netwerken.

Centrale vraag is hoe, gegeven een bepaalde topologie van een netwerk, op een dynamische manier optimaal extra verbindingen kunnen worden toegevoegd of weggenomen aan complexe netwerken, om volhoudbaar te functioneren⁹⁴.

Op het moment dat netwerken evolueren naar complexe systemen, met een structuur die op de besproken wijze gekenmerkt wordt, is het geen vraagstuk van een optimale schaal meer. Groei of krimp is binnen de aristocratische structuur van dit soort complexe netwerken eenvoudiger op te vangen volgens de principes van voorkeurstoevoeging, 'power-law' afhankelijk. Dit houdt in dat de koppeling van centrale netwerken aan decentrale netwerken, en vice versa, strategisch dan wel aselekt, beide systemen versterkt. Het biedt bovendien een mogelijk eenvoudige opstap voor een snellere introductie van decentrale technieken en systemen die gebruik maken van hernieuwbare bronnen zonder reeds gedane investeringen over boord te zetten.

Beide ontwikkelingsrichtingen, de interconnectie en de autonomie c.q. de 'scale-economy' en de 'economy of scales', lijken elkaar meer nodig te hebben dan tot nu toe verondersteld. Oplossingen moeten dus niet slechts gezocht worden in het creëren van sterk geordende systemen dan wel in ongeordende of willekeurige, naar 'chaos' neigende, al dan niet zo gegroeide netwerken.

10.3.4

nut en noodzaak interconnectie en integratie van lokale clusters binnen essentiële infrastructuren

Steeds vaker wordt gesproken over de noodzaak van het opdelen van stedelijke structuren en de (energie)infrastructuren in lokale, dat wil zeggen gemeentelijke of nog kleinere netwerken [DOE, 2004]. Dit al dan niet als onderdeel van de grotere (centrale) netwerken. Bedoeld wordt dat daarmee de (leverings)zekerheid beter te garanderen is, een meer eenvoudige implementatie en onderlinge afstemming van hernieuwbare bronnen mogelijk is, en daarmee een groter effect qua emissiereducties kan worden behaald.

Een ander argument dat steeds vaker wordt genoemd is dat het de opstap naar een op de waterstof economie en verdergaande combinatie van warmte en kracht (wkk) gesteelde ruimtelijke ordening beter faciliteert. De argumentatie is niet geheel kloppend. Gestelde voordelen doen zich alleen voor als er tevens schaalvoordelen zijn, daar waar het gaat om het afstemmen van pieken en dalen. Daarvoor is onderlinge verbondenheid van dergelijke

⁹² Zie hiervoor de probleemanalyse in hoofdstuk 1.3 en hoofdstuk 3.2 /3.3.

⁹³ Yook [et al., 2001] verbindt dit principe aan verschillende transport-systemen in de natuur, variërend van cardiovasculaire- tot luchtweg-systemen, die gekenmerkt worden door gedefinieerde stroomgroottes

of -snelheden, bepaald door de afzonderlijke verbindingen, waarvan de grootte bepaald wordt door de netwerktopologie [Banavar et al., 1999].

⁹⁴ Gedacht wordt aan het introduceren van cognitieve functies binnen het door communicatie-infrastructuur ondersteunde deel, zoals patroonherkenning [Banavar et al.,

1999; Yook et al., 2001].

⁹⁵ In het Verenigd Koninkrijk zijn door de Watford City Council plannen uitgewerkt voor micronetten voor elektriciteit en daaraan gekoppelde brandstofcellen gecombineerd met uitgebreide energiemaatregelen in de stad en de regio Hertfordshire [Roaf & Viljoen, 2004].

lokale netten al snel noodzakelijk. Deze noodzaak tot onderlinge verbondenheid is ook naar voren gekomen uit de principes van netwerkgeometrie in relatie tot zekerheids garanties bij al dan niet geforceerde uitval van (delen van) het netwerk.

Figuur 10.14

'Interconnector' tussen Zeebrugge (B) en Bacton (UK)



De zogenaamde 'Interconnector' vormt een belangrijke schakel in het net van hoofdtransportleidingen voor aardgas in Europa. De verbinding komt vooral voort uit economische achtergrond.

Een dergelijke netwerkgeometrie heeft betrekking op de verschillende sociale, en fysieke netwerken. Gezien de aard en relatieve eenvoud van interconnectie is het principe goed toepasbaar voor de energiestroom gerelateerde infrastructures, vooral voor elektriciteit. Een uitwerking van dit principe is dat 'power gates' [Roaf & Viljoen, 2004] worden gerealiseerd tussen de verschillende lokale netwerken om energie zekerheid in de toekomst te garanderen, maar tegelijkertijd de mogelijke voordelen van betere afstemming en het op lagere schaalniveaus oplossen van energie aanbod en –vraag afstemming open houden. Dit zou dan plaats moeten vinden tezamen met het opzetten van een eigen 'Energy Use Plan' door de afzonderlijke eenheden, bijvoorbeeld steden of stedelijke regio's⁹⁵. Een dergelijk plan wordt bij lokale netwerken van groter belang in verband met opbrengst/gebruik afstemming en met te verwachten groter grondgebruik bij toepassing van hernieuwbare bronnen. Dit grotere grondgebruik moet door vormen van meervoudig ruimtegebruik geoptimaliseerd worden.

Ook voor aan de afvalwaterstroom gerelateerde systemen en netwerken is het principe van interconnectie en integratie van lokale clusters, en een aangepaste netwerkgeometrie goed toepasbaar. Het kan de mogelijkheden, om zowel de horizontale als verticale integratie binnen de afvalwaterketen te verkrijgen, bevorderen. De ontwikkeling van (afval)waterketenbedrijven, die het operationele beheer van de riolering van gemeenten overnemen wordt sterker⁹⁶. Dit kan een gemeenschappelijke doelfweging, met procedurele- en kostenvoordelen opleveren. Het leidt tot berging op zuivering, sturing tussen de afvoer van verschillende 'kernen' naar één of meer RWZI's of IBA's, en ketenondersteunende middelen kunnen gezamenlijk worden ingezet. Bovenal wordt het mogelijk één geïntegreerd afvalwater systeembenadering te krijgen; totaal uitworp van het rioolstelsel en RWZI⁹⁷. In de voorgaande paragraaf hebben we gezien dat genoemde principes schaalvrij zijn, maar tegelijkertijd niet schaalafhankelijk. Dit betekent dat de kernoplossingen voor de

verschillende essentiële stromen op een ander schaalniveau kunnen liggen, maar dat het oplossingsprincipe wel vergelijkbaar is⁹⁸.

De integratie van sterker geclusterde, al dan niet als ‘decentraal’ te beschouwen deeltjes en/of systemen die in principe meer gericht zijn op zelfvoorziening en die tevens gedurende een bepaalde tijd kunnen functioneren zonder de noodzaak van transport, dan wel ‘verbondenheid’, vormen een belangrijke basis van de besproken, en als gewenst beschouwde complexe groeiende netwerken op grotere schaalniveaus.

De laatste zijn voorwaarde voor het accuraat kunnen inspelen op de dynamiek van ongelijktijdige transformatie. Bovendien bieden zij een gelijkwaardige of betere leveringszekerheid voor elk deel van het netwerk, en vooral ook voor het verbonden geheel.

Uiteindelijk wordt een basis geboden voor een meer radicale verduurzaming (in de dubbele betekenis) van het gehele netwerk, inclusief de eraan gekoppelde voorzieningen. Ook zijn ze beter aan te sluiten op (individuele) gebruikerswensen. Het zal leiden tot grotere autonomie van delen en aansluitend –mits gewenst– van het gehele netwerk. Bovendien zorgt het voor een minder kwetsbare afhankelijkheidspositie van niet meer aanstuurbare technische, sociale, politieke en markttechnische processen en van sociaal geografisch gezien onstabiele gebieden. Het voorziet in een steeds meer noodzakelijk geachte ‘terugval’-optie binnen de in gang gezette processen van liberalisering en centralisering van netwerken.

10.4

Conclusies & Aanleiding Hoofdstuk 10

10.4.1

conclusies hoofdstuk 10

- Een structureel herontwerp van de voorziening(en) voor de essentiële stromen moet hoog op de innovatieagenda worden geplaatst.
- De actuele vraag van afstemming op de wensen van gebruikers voor de essentiële netwerken zorgt voor een meer lokaal, omgevingsgericht organiseren en een nadruk op innovatiemanagement. De aandacht moet uitgaan naar ontwikkelingen die minder pad-afhankelijk zijn.
- Binnen de energiesector zijn er twee hoofdrichtingen voor innovaties. Enerzijds de inpassing van decentrale elektriciteitsopwekking, en anderzijds de inpassing van nieuwe (gasvormige) energiedragers.

⁹⁶ Zie hoofdstuk 5.4.3.

⁹⁷ Daarnaast zijn er ontwikkelingen met betrekking tot maatregelen die toepassing hebben op integrale oplossingen buiten de afvalwaterketen, zoals het scheiden van waterstromen, het afkoppelen, infiltreren en bufferen (kort en lang), de toepassing van zuivering in het watersysteem en de doorspoeling van het watersysteem [Vries, 2002a].

⁹⁸ Zo zal het principe voor de elektriciteitsgerelateerde netwerken in Nederland vertaald kunnen worden naar het toevoegen van een interconnectie via een zwakke, maar directe verbinding, bijvoorbeeld HVDC naar het Noorse- of IJslandse elektriciteitsnetwerk. Gestelde toevoeging heeft dan een positief effect op de duurzaamheid –in de dubbele betekenis– (gezien het overschot aldaar van uit hernieuwbare bronnen opgewekte elektriciteit) en robuustheid en

leveringszekerheid van het netwerk en is als investering daarmee bovendien efficiënter dan het in recente discussies steeds vaker genoemde teruggrijpen op toevoeging van extra opwekkingscapaciteit in de vorm van kerncentrales. Voor de afvalwaterstroom speelt daarentegen eenzelfde principe op het bovengemeentelijk (regionaal) schaalniveau, terwijl voor de vaste afvalstroom het principe het beste vertaald kan worden naar het boven regionale schaalniveau.

- Binnen de sanitatiesector richten innovaties zich op integrale concepten en management en adaptieve modules en randvoorzieningen, zoals Real Time Control.
- Er moet op een andere manier marktgericht georganiseerd te worden. Dit komt voort uit de liberaliseringprocessen en vanuit de nog vaak onderbelichte groeiende vraag naar gebruikersspecifieke oplossingen.
- De noodzaak tot integratie bestaat niet uit de nauwe interpretatie van integraal management alleen. Het betreft het technisch en ruimtelijk integreren van verschillende infrastructuren boven- en ondergronds. Bij de bestuurlijk organisatorische integratie dient de dienstverlening beter op vanuit eindgebruikers als gewenst aangegeven schaalniveaus plaats te vinden.
- Zowel bij procesintegratie als bij systeemintegratie geldt dat beide per definitie ingewikkeld zijn. De organisatie en logistiek van de implementatie tijdens en na de ontwikkeling en realisatie is van groot belang.
- Het principe van 'technological external economies' zou gekoppeld moeten worden aan specifieke schaalniveaus in plaats van aan specifieke vakgebieden of deelstromen.
- De genoemde koppeling kan de historisch gegroeide relaties c.q. vast geroeste bestuurlijke organisatie binnen de organisaties zelf en de verbindingen naar elkaar en naar de meer algemene sociale structuren in de specifieke lokaliteiten, helpen doorbreken.
- Het toevoegen van decentrale clusters, met al dan niet gecombineerde autonome deelstromen, in de centrale netwerken volgens de principes van 'schaalinvariantie', zal de robuustheid van zowel die van de individuele clusters als het centrale netwerk, vergroten. Uiteindelijk leidt dit vergroten van robuustheid tot het genereren van verdere processen van verduurzaming op andere schaalniveaus.
- Er is geen optimale schaal voor autarkie, noch is er de noodzaak om deze te benoemen. De invulling van clusters binnen een groter netwerk kan wel inspelen op een wens van zelfvoorziening door middel van het creëren van een vorm van 'quasi autonomie', mogelijk als terugvalscenario van de stijgende afhankelijkheid. De invulling van de netwerken is dan anders dan de nu gangbare.
- Autarkie als principe is tegelijkertijd schaalafhankelijk en schaal-invariant. De schaalafhankelijkheid van de schaalvariantie betekent dat autarkie nog volledig afhankelijk van de 'genius loci' is. De uitwerking is plaats- en gebruikers gebonden.

10.4.2

aanleiding hoofdstuk II

Analyse binnen hoofdstuk 10 naar de problemen en mogelijkheden van complexe netwerken, processen van continue transformatie en steeds grotere interdependentie en interconnectie heeft geleid tot tijdloze criteria voor de noodzakelijke geometrie van de essentiële netwerken⁹⁹. Met betrekking tot de instabiliteit van autonome (deel)systemen is het naar voren gekomen belang¹⁰⁰ van een onderlinge verwevenheid c.q. relatie van de centrale en decentrale schaalniveaus binnen en tussen netwerken gebleken. Dit heeft geleid tot een serie van potentiële voorwaarden binnen het Programma van Mogelijkheden (PvM; hoofdstuk 14.3.4) die de doelstelling van het onderzoek kunnen helpen realiseren.

De aangetoonde noodzaak meer nadruk te leggen op de ontwikkeling van sterke, decentrale en onderling verbonden knopen (of clusters) binnen aristocratisch vormgegeven netwerken vormt de basis voor de verdere uitwerking van oplossingsrichtingen en een plan van aanpak. Het ontwikkelde principe moet vertaald worden naar de ruimtelijke ordening en vooral de gebouwde omgeving, als basis van een veelomvattende structuur die het uiteindelijke doel van de verduurzaming van de essentiële stromen binnen de gebouwde omgeving¹⁰¹.

Vraag is hoe het publiek belang binnen een dergelijke invulling eruit komt te zien, en hoe deze de huidige vormen van verzelfstandigde (infra)structuren bijstuurt of bij kan sturen tot de gewenste flexibele en gedifferentieerde vorm. Voor de ondersteuning van verdergaande verduurzaming is nodig dat de te ontwikkelen deelsystemen binnen zo'n geometrie het doel van autonomie benaderen. Dit leidt tot een integraal systeem zonder de nadelen van instabiliteit en schaalfixatie, zoals besproken in hoofdstuk 8 en 9.

Het volgende hoofdstuk onderzoekt de consequenties voor de ruimtelijke samenhang en ruimtelijke ontwikkeling van de gebouwde omgeving binnen de gestelde oplossingsrichting.

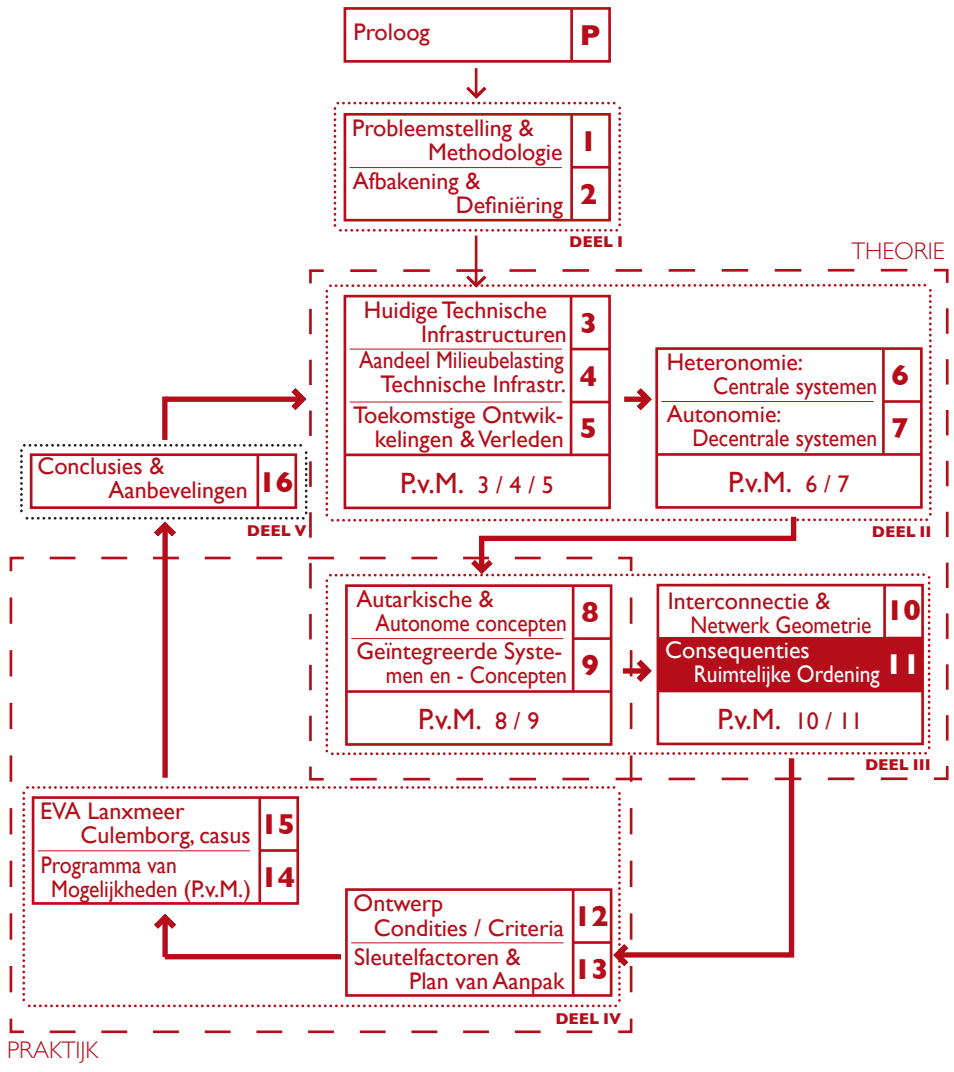
⁹⁹ Om verdere processen van verduurzaming te kunnen genereren op andere schaalniveaus.

¹⁰⁰ Belang van duurzame flexibiliteit, duurzaamheid en zekerheids-garanties.

¹⁰¹ Volgens Frey [2004] is juist de

afwezigheid van een competente veelomvattende structuur voor accuraat mondiaal management omtrent de invulling van duurzame ontwikkeling het voornaamste probleem voor het realiseren van een 'duurzame samenleving'. Het leidt tot besluiten aangaande 'duurzame ontwikke-

ling' op lagere schaalniveaus zoals op de schaal van de Europese Gemeenschap, de schaal van de afzonderlijke landen of individuele steden. De noodzakelijke samenhang en mogelijke synergie-effecten ontbreken nog te vaak.



Consequenties Ruimtelijke Ordening

11.1

Inleiding

11.2

Stedelijke modellen en de integratie van alternatieve functies

11.3

Infrastructuur als instrument voor verduurzaming

11.4

Conclusies & Aanleiding Hoofdstuk 12

h | l |

“The good city is one in which the continuity
of complex ecology is maintained while
progressive change is permitted.”

Kevin Lynch, 1980

11.1

Inleiding

Aansluitend op de gestelde diagnose (hoofdstuk 6 en 7) en het vertalen van de uitkomsten met betrekking tot de antwoorden op achtergrondvraag II¹ in relatie tot bestaande concepten (hoofdstuk 8 en 9), tracht dit hoofdstuk de basis te leggen voor de aan te dragen oplossingsrichting zoals die in het tweede deel van het onderzoek zal worden uitgewerkt voor een praktijkcasus. Meer concreet betekent dit het vertalen van de consequenties van de in hoofdstuk 10 naar voren gekomen alternatieve netwerkconfiguratie naar volhoudbare ruimtelijke ordening en de wijze waarop de gebouwde omgeving en essentiële infrastructuren en voorzieningen daarbinnen samengesteld zouden moeten worden. In aansluiting op de in hoofdstuk 9 geconstateerde noodzakelijke veranderde omgang met flexibiliteit en het opnemen van meer aan open (groene) ruimte gekoppelde functies, zal bekeken worden welke actuele ontwikkelingsmodellen en strategieën een dergelijke integratie van natuurlijke systemen in de gebouwde omgeving het beste faciliteren². Het vormt de basis voor de nadere uitwerking van de eerder behandelde derde achtergrondvraag³.

Achtergrondvraag III:

Is er een optimale schaal voor autarkie per stroom, en zo ja, wat is de optimale schaal?

De uitwerking richt zich op de ruimtelijke condities op de verschillende schaalniveaus, de (boven)stedelijke vorm en configuratie, de stedelijke typologie en de invulling ervan op gebruikersniveau. Het laatste raakt daarmee de gebruikers gerelateerde aspecten die aan de orde zijn binnen de vierde achtergrondvraag⁴.

Achtergrondvraag IV:

In hoeverre kan via het oplossen van duurzaamheidsvraagstukken de participatie en betrokkenheid van gebruikers verhoogd worden?

Gezien de nadruk op strategische maatregelen ten behoeve van structurele verbetering wordt gekeken in hoeverre de infrastructuren al dan niet sturend kunnen worden ingezet bij de transformatie naar een meer flexibele ruimtelijke ordening c.q. configuratie op basis van het introduceren van 'autonome' deelsystemen dan wel deelsystemen die dat zoveel mogelijk nastreven.

¹ Kan het (de)centraal oplossen van verschillende stromen verdere processen van verduurzaming genereren op een ander (hogere) schaalniveau?

² Indirect vormen ze het referentiekader voor de toetsing van de te bepalen ruimtelijke condities.

³ Toelichting bij achtergrondvraag III (ten dele overgenomen uit hoofdstuk 1.3.2): 'Los van het bepalen van een optimale schaal

van toepassing voor de aan de verduurzaming van het totaal van de stromen gerelateerde technieken is het van belang om per deelstroom te kijken naar optimale schaal, berekend vanuit de milieutechnische-, ruimtelijke- en gebruikerscriteria.'

⁴ Toelichting bij achtergrondvraag IV (ten dele overgenomen uit hoofdstuk 1.3.2): 'Onderzocht moet worden in hoeverre het al dan niet dichterbij de gebruikers realiseren van autonome systemen

m.b.t. de essentiële stromen leidt tot een grotere betrokkenheid van die gebruikers en of het meer zichtbaar maken van de oplossingen leidt tot al dan niet positieve gedragsveranderingen.'

11.2

Stedelijke modellen en de integratie van alternatieve functies

11.2.1

begripsbepaling

In het verlengde van de definitie van 'duurzame ontwikkeling' door de Commissie Brundtland zijn veel inspanningen verricht om een stadstructuur en stadsvorm te vinden die in haar basis niet leidt tot niet noodzakelijke milieubelasting, sociaal niet is opgebouwd uit gescheiden lagen, en optimaal en economisch functioneert in vergelijking met de steden van vandaag de dag. Om sustainability en ruimtelijke ordening op elkaar af te stemmen hebben McDonach en Yaneske vier verschillende 'staten' of 'toestanden' van 'duurzaamheid' geïntroduceerd [McDonach & Yaneske, 2002]:

- 'Type 0 (of Ground-State-) sustainability'; is afgeleid van de fysica en komt neer op de laagste energetische staat van een systeem. De laag correspondeert met 'geen leven' en wordt ook wel de a-biotische laag genoemd (zie hoofdstuk 1.1; Figuur 1.2) [Kristinsson et al., 1997a] met afwezigheid van zowel natuurlijk- als kunstmatig 'kapitaal' (anders dan 'aarde'); deze laag is niet in staat om menselijk leven te ondersteunen⁵;
- 'Type 1 sustainability'; in deze staat van duurzaamheid leven mensen (in aantallen en economische ontwikkeling) binnen de limieten van een natuurlijk, vernieuwend ecosysteem. De toestand wordt gekenmerkt door input van zonne-energie en wordt gedomineerd door aanwezigheid van natuurlijk kapitaal⁶. Voorbeelden zijn de in hoofdstuk 8 beschreven vroeg-historische autarkische nederzettingen c.q. samenlevingen;
- 'Type 2 sustainability'; deze staat van duurzaamheid kent een veel hogere socio-economische activiteit die, in aanvulling op de input van zonne-energie, met een intenser gebruik van energie van andere bronnen (zoals fossiele- en/of nucleaire bronnen) gevoed wordt. Om volhoudbaar te zijn moet het socio-economische systeem "voldoende productief zijn, zodat voldoende capaciteit gecreëerd wordt om in milieutechnisch opzicht te kunnen herstellen. Dit samen met het feit dat milieukundige degradatie (en het 'kunstmatige kapitaal') door de bevolking wordt geaccepteerd"⁷ [Frey, 2004; p.3]. De referentieprojecten uit hoofdstuk 8 en 9 kunnen als voorbeelden gezien worden van milieubewuste voorbeelden die een dergelijke staat van duurzaamheid proberen te bereiken.
- 'Type 3 sustainability'; deze staat berust volledig op artificiële, nieuwe biosferen, onafhankelijk van-, maar niet noodzakelijkerwijs buiten de aardse biosfeer, die als volledig zelfvoorzienend beschouwd wordt (bijvoorbeeld 'Biosphere II' in Arizona, V.S).

Oplossingsrichtingen voor het verduurzamen van de huidige steden hangen binnen deze onderverdeling nauw samen met de gewenste 'toestand van 'sustainability' [Frey, 2004].

Om volledige ondergang te voorkomen, van het in hoofdstuk 9 als noodzakelijk en essentieel geconstateerde (en nog amper geldende) 'stad-achterland systeem', zijn twee oplossingsrichtingen te onderkennen.

De eerste oplossingsrichting houdt in dat de ruimtelijke ordening terugkeert naar een vorm van type 1 sustainability. De tweede oplossingsrichting houdt in dat de ruimtelijke ordening over de gehele breedte het bereiken van type 2 of type 3 sustainability faciliteert.

De eerste oplossingsrichting kan binnen de huidige context alleen nog als een mondiaal evenwicht opgelost worden. Het vormt de basis van de meeste recente ontwikkelingen en oplossingen aangaande de essentiële infrastructuren en de daaraan gelieerde ruimtelijke

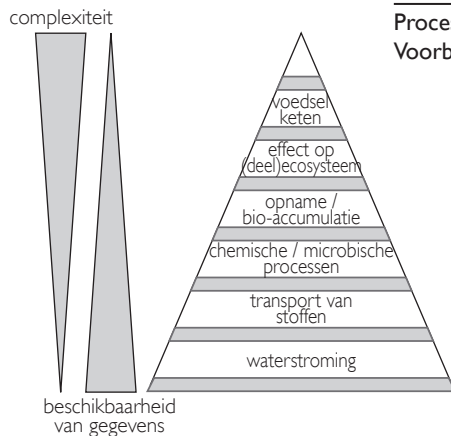
ontwikkeling (zie hoofdstuk 5). Binnen deze oplossingsrichting lijkt het ontwikkelingspad dat verdergaande centralisatie en interconnectie nastreeft dan ook de enige oplossing voor als het gaat om de verbindende structuren. Een dergelijk evenwicht staat ook bekend als de ‘World Settlement Envelope’⁸ [Frey, 2004] en is vergelijkbaar met de voorbeelden van evenwicht tussen stad en ommelanden uit de historie, zij het op een groter schaalniveau. Voornaamste kanttekeningen bij een dergelijk doel zijn de in hoofdstuk 8 geconstateerde instabiliteit van systemen die tegen hun buitengrens aanzitten, en de in hoofdstuk 10 geconstateerde gevaren als gevolg van een verkeerde netwerkgeometrie.

De tweede oplossingsrichting wordt vooral door futurologen en ontwerpers aangegrepen, en volgt het alternatieve ontwikkelingspad van decentralisatie en streven naar autonomie op onderdelen. Voor het bereiken van type 2 sustainability wordt gezocht naar oplossingen die toename van bioproductief land en opwaardering van woestijnen, zeeën, en gebergten inhouden. Voor het bereiken van type 3 sustainability worden concepten uitgewerkt en gebouwd die op het koloniseren van ruimten buiten de aardse ‘biosfeer’ en het creëren van micro-klimaten gebaseerd zijn (zie hoofdstuk 8.2.3). De problemen van deze tweede oplossingsrichting zijn voornamelijk van economische- en sociale aard. Van dominante actoren komt bovendien onvoldoende steun als gevolg van de geldende paradigma’s (zie hoofdstuk 3).

11.2.2

herintroductie van het stad-achterland principe: stedelijke modellen

Onze kennis van natuurlijke systemen neemt weliswaar toe maar is eigenlijk nog beperkt. Van Beek [1993] maakt dit duidelijk in de schematische optekening van de procesketen van het natuurlijk systeem voor waterbeheer.



Figuur 11.1

Procesketen Natuurlijk Systeem
Voorbeeld: Waterbeheer

⁵ Er bestaan voorbeelden van steden van dit ‘Type 0 sustainability’: de ruïnes van nederzettingen uit de oudheid, zoals Pompeii (Italië), Machu Picchu (Peru) [Frey, 2004].

⁶ ‘Type 1 sustainability’ heeft miljoenen jaren stand gehouden

[Frey, 2004], plaatsafhankelijk veelal tot in de Middeleeuwen (ca. 1350) [Humpert, 2001]. In zeldzame gevallen zelfs tot na de industriële revolutie.

⁷ Volgens Yaneske [2003] is het mogelijk dat deze staat nog niet bereikt is (terwijl de limieten van

de ‘Type 1 sustainability’ reeds zijn gepasseerd). Hij stelt daarom dat de huidige staat zowel als overgangsfase als ‘onduurzaam’ te karakteriseren is.

⁸ Buckminster Fuller noemde dit de ‘one-town world’ [Baldwin, 1996].

Toch is sprake van een voortschrijdend inzicht in natuurlijke processen dat, in combinatie met steeds betere technologische mogelijkheden om de natuurlijke processen technisch te ondersteunen, er voor zorgt dat de huidige oplossingen steeds vaker hun basis lijken te vinden in die natuurlijke processen [Harper, 2000]. Yeang geeft een globale en hiërarchische indeling van ecosystemen binnen de context van bioklimatisch bouwen en de specifieke locaties [Yeang, 1999]:

- ‘Ecologically Mature ecosystems’; zijn niet direct beïnvloed/bepaald door enige menselijke tussenkomst.
- ‘Ecologically Immature Ecosystems’; nog natuurlijk, maar herstellende van verstoring of in een proces van successie of regeneratie.
- ‘Ecologically Simplified Ecosystems’; van oorsprong ‘Mature-’ of ‘Immature systems’, maar nu verstoord of verwoest door al dan niet selectieve afgrazing, -weiding of verbranding, door de verwijdering van biotische componenten.
- ‘Mixed Artificial Ecosystems’; kunstmatig door mensen onderhouden, maar met gemengde bestemming c.q. bewerking (bijvoorbeeld door agro-bebossing, parken, tuinen, et cetera).
- ‘Mono-culture Ecosystems’; kunstmatig, maar monoculturen (landbouw, herplantte bebossing, et cetera);
- ‘Zero-culture Ecosystems’; kavels/plekken bestaande uit volledig kunstmatige eco-systemen met (nagenoeg) geen overblijvende ecologische culturen (bijvoorbeeld stedelijke gebieden).

Doel is volgens Yeang om (verstedelijkte) gebieden tenminste te transformeren van de ‘Zero-culture-’ en ‘Mono-culture Ecosystems’ naar mixed ‘Artificial Ecosystems’. Dit is eenvoudiger gezegd dan gedaan.

Voor ‘niet aan natuurlijke processen gerelateerde’ (milieu)innovaties geldt dat het niet vanzelfsprekend is dat technisch als geslaagd te beschouwen oplossingen ook automatisch kunnen rekenen op een grote en snelle maatschappelijke toepassing [Brezet, 1994]. Dit geldt te meer voor de veelal specifieke, gevoelige en aan natuurlijke processen gerelateerde oplossingen, die Yeang, Harper (zie hoofdstuk 5.2.3) e.a. voor ogen staan. Vandaar ook dat bij deze nieuwe technologie vooralsnog vrijwel altijd een lager schaalniveau van implementatie wordt gekozen [Timmeren, 2002b]. Dit is zowel de kracht als de zwakte van deze concepten (zie hoofdstuk 7). Bij het oplossen van aan natuurlijke processen gerelateerde milieuproblemen en oplossingen is het extrapoleren de moeilijkheid [Todd, 1994], zeker in een maatschappij die nog steeds gekenmerkt wordt door een exponentiële (economische) groei. Vanuit de ecologie beredeneerd geldt als algemeen beginsel dat, wil een populatie kunnen overleven, exponentiële groei in elk willekeurig ecosysteem vermeden moet worden⁹.

Binnen de actuele discussies omtrent relevante archetypische stedelijke vormen kunnen samengevat de volgende vijf worden onderscheiden [Newton, 2000]:

1. de ‘Dispersed city’; lage dichtheden semi-urbane ontwikkeling, met infrastructuur gedomineerd door wegtransport;
2. de ‘Compact city’; hogere bevolkingsconcentraties en dichtheden en meer nadruk op openbaar vervoer;
3. de ‘Edges city’; met verdichting op gekozen plekken c.q. knopen, vaak gekoppeld aan concentraties van openbaar vervoer;

4. de 'Corridor city'; nadruk op de ruimtelijke ontwikkeling langs lineaire corridors vanuit centrale bedrijven concentraties en verbeterd openbaar vervoer en/of snelwegen;
5. de 'Fringe city'; nadruk op groei langs de randen van de stad.

Op de eerste na, gaan al deze modellen van stedelijke vormen uit van het concentreren van (ruimtelijke) ontwikkeling, en bevolking, in bepaalde delen van de stad. De trend is meer vormen van 'inbreiden', intensivering van stedelijke dichtheden, ontwikkeling van 'brown-fields', maar ook van beschermde groene gebieden en nadruk op vormen van collectief vervoer¹⁰ [Roaf & Viljoen, 2004].

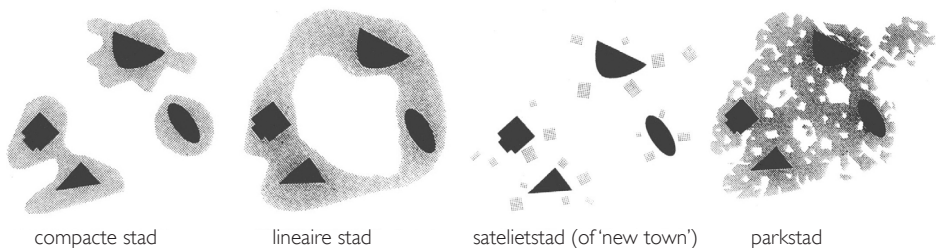
In relatie tot 'duurzame ontwikkeling' zijn vier stedelijke modellen actueel binnen de planologische- en de wetenschappelijke discussie:

- 'Compacte Stad'
- 'Gedecentraliseerde Concentratie'
- 'Lichte- of informele Stedebouw'
- 'Kringloopstad'.

De laatste twee zijn feitelijk verdere uitwerkingen van (additionele) onderdelen van respectievelijk het Compacte Stadmodel en het model van Gedecentraliseerde Concentratie [Urhahn & Bobic, 2000; Röling, 2000a, Timmeren, 1999b]¹¹ (Figuur 11.2).

Figuur 11.2

Stedelijke vorm modellen



De twee extreme typologieën, het bouwen in hogere dichtheid (Compact Bouwen), en het bouwen in lagere dichtheden (Lichte- of Informele stedebouw), zijn thema's die de discussies voeden [Vrolijk et al., 2003; Dooren & Harsema, 2000; Timmeren, 1999b; Dorst et al., 1996].

⁹ Als men dat vertaald naar de Brundtland definitie van 'sustainable development' zou volgens Lettinga [2001] gesteld kunnen worden dat 'sustainability' en exponentiële groei niet samengaan.

¹⁰ Waar De Jong [1996] de nieuw gebouwde stad waardeert om z'n ecologische waarde, gemeten in een analyse van de biodiversiteit, gaat Moewes [1997] uit van het idee dat "de komst van nieuw bouwland fundamenteel anti-ecologisch is, omdat nieuwe gebouwen en bijbe-

horende infrastructuur (onder andere) meer energiebehoefte creëren die (nog) niet duurzaam wordt ingevuld". Moewes richt zich op het reduceren van de energiebehoefte. Hij citeert daarbij Frei Otto die stelt dat ecologisch bouwen in eerste instantie betekent "helemaal niet bouwen". Op praktisch niveau betekent ecologisch bouwen volgens Otto stedelijke reconstructie: de verbetering van het bestaande gebouwenweefsel en de vergroting van dichtheid overal waar mogelijk.

¹¹ In Nederland spitst de discussie

zich toe omtrent de structuur van het stedelijke systeem van de randstad. Ook hier worden vier stedelijke (ontwikkelings)modellen onderkend: de 'Compacte Stad', de 'Lineaire-' of 'Bandstad', de 'New Towns' en het 'Parksysteem'. De Lineaire stad en de New Towns zijn te beschouwen als uitwerkingen van de typologie 'Gedecentraliseerde Concentratie', terwijl het Parksysteem, en ook de New Towns en de Lineaire stad, vergelijkbaar zijn met de 'Kringloopstad' ten dele te relateren zijn aan Lichte stedenbouw.

Lichte stedenbouw dient toegepast te worden bij de gratie van compacte steden, op die plekken die het 'anders' vastleggen van groen vragen, zoals de minder kritische delen van de Ecologische Hoofd Structuur. Afkoppeling van (centrale) infrastructuur moet het uitgangspunt zijn [Timmeren, 2000]. Gecombineerd met bepaalde principes van het 'Wilde Wonen' en de verwachte gevolgen van de voorgestelde veranderingen die voortkomen uit de door de rijksoverheid gepubliceerde 'Nota Ruimte', kan het leiden tot schaalverkleining van de stedenbouwkundige uitbreidingen. Tevens ontstaan meer kansen voor op milieubewustzijn en volhoudbaarheid gerichte decentrale systemen en (technische) infrastructuren, mogelijk gecombineerd met vormen van 'urban agriculture' (zie hoofdstuk 9).

Aldus uitgewerkt, staan de twee oplossingen voor verstedelijking, het dichtslibben van zowel stad als platteland en het homogeniseren van woon- en werkgebieden, niet lijnrecht tegenover elkaar, maar versterken ze elkaar, omdat op verschillende schaalniveaus gezocht wordt naar diversiteit van de leefgebieden [Röling & Timmeren, 2005]. Dit kan tot uiting komen in een telkens andere samenstelling van maatregelen om vormen van autonomie per enclave, per schaalniveau, te bereiken. De mogelijkheden voor decentralisatie, verbonden systemen van autonomie en maximalisatie tussen stad en (omme)land zijn groter. Wel moet aan bepaalde voorwaarden worden voldaan [Timmeren, 1999b]. Samengevat geldt dat voor elke dichtheid milieutechnische optimalisatie mogelijk is, mits: hoe lager de dichtheid, hoe groter de mate van individuele zelfvoorziening. Qua technische infrastructuur betekent dit: óf aankoppelen en gemeenschappelijke efficiëntie (compactheid), óf afkoppelen en individuele dan wel lokale zelfvoorziening'. Bovendien moet de fysieke (harde, bovengrondse) infrastructuur bij de laatste losgekoppeld worden van de technische infrastructuur, en voor zover mogelijk worden (in het zicht) gekoppeld aan de zachte infrastructuur. Als de stedenbouwkundig ontwerper zich aan deze uitgangsprincipes houdt bestaat (toch) de mogelijkheid om de noodzakelijke en veelal geëiste hoeveelheid woningen te ontwerpen zonder vast te zitten aan de beperkende eisen die de infrastructuur oplegt. In geval van grotere autonome knopen, en gemeenschappelijke systemen moet de onderlinge verbinding vorm krijgen volgens het principe van aristocratische organisatie c.q. geometrie, gerichte clustering en een uitwerking volgens het halfrooster axioma van Alexander (zie hoofdstuk 10).

Het concept van de compacte stad komt de laatste tijd weer meer onder druk te staan¹². Tezamen met de veranderde uitgangspunten vanuit de geometrie van de onderlinge verbindingen is het daarom beter te denken in termen van compacte stedelijke systemen [Timmeren & Röling, 2005a]. Dat komt neer op een op de (kleine) kringloopstad gebaseerde typologie met knopen van hoge dichtheid en relatief kleine diameter, gecombineerd met informele vormen van Lichte Stedenbouw en rood/groen verweving. Het realiseren van meer contrast is daardoor mogelijk¹³. Er ontstaan nieuwe, meer polycentrische patronen van ruimtelijke ontwikkeling, met verdergaande specialisering van stedelijke kernen (en daarmee toegenomen competitie) en een toenemend belang van stedelijke netwerken [Rogers, 1997; Saxenian, 1984]. De strategie voor de verduurzaming van steden en regio's moet dit tot uitgangspunt nemen.

Een stedelijke structuur die bestaat uit meerdere compacte nederzettingen van hoge dichtheden, met subcentra op afstand van het voornaamste 'stadscentrum' is een realistisch compromis tussen verdichting en verspreiding¹⁴ [Lloyd-Jones, 2004]. Minimale milieubelasting is hierbij een stimulans voor een optimale stedelijke omgeving. Streven naar volhoudbaarheid, flexibiliteit en verstandig grondgebruik zijn de leidende principes¹⁵ [Timmeren et al., 2003a].

Dit model, en dan specifiek het meer uitgewerkte concept van de Kringloopstad [Frey, 2004] worden tot uitgangspunt genomen. Kenmerk is dat binnen polycentrische knopen

de stedelijke structuur maximaal is ingericht op interne loop- en fietsverbindingen en lokale en decentrale kringlopen. Het sluiten van de stofkringlopen staat voorop. Zo ontstaat meer ruimte voor het functioneren van de stad als ecosysteem¹⁶. Dit is gunstig voor de biodiversiteit en voor de beperking van het energiegebruik in relatie tot zuiveringsprocessen en transport van de essentiële stromen. Het model tracht de kwantiteit, kwaliteit, functionaliteit en vooral de toegankelijkheid van stedelijke groenstructuren, en eraan gekoppelde functies c.q. voorzieningen te vergroten [Timmeren, 1999a]. Tezamen met het schaalvrije principe van aristocratische netwerkstructuur, en de geconstateerde noodzaak van interconnectie en clustering vormt het de basis van een verbonden ontwikkeling: Een vertaling van het schaalvrije principe naar de schaal van de ruimtelijke ordening, en de noodzakelijk geachte koppeling van de lokale en mondiale schaal.

11.2.3

invloed van typologie en grondgebruik

Behalve naar een metrische schaalverdeling (qua grootte) wordt ook gekeken naar een schaalverdeling gerelateerd aan de inwoners (zie hoofdstuk 2.3.2). In aanvulling op de discussie voor de stedelijke vorm (compacte stad vs. gedecentraliseerde concentratie) kan gesteld worden dat de dichtheid¹⁷ van belang is voor zowel economische als ecologische afwegingen.

De woningdichtheid voor nieuwbouwwijken in Nederland ligt op circa 34 huizen per hectare, een middenweg tussen (hoog)stedelijkheid (tot 200 woningen/ha.) en landelijkheid (1 woning/ha.)^{18 19}.

¹² Zie bijlage VII.

¹³ Een combinatie van ontwikkelingen die uit gebieden met een hoge dichtheid en gebieden met een lage dichtheid bestaat. Een direct gevolg van het bouwen met meer contrasten is dat een meer verfijnde overgang te maken is van stad naar land, van bebouwd naar onbebouwd, van mens naar natuur [Timmeren, 1999b]. De uitwerking is te zien als een creatief contact tussen twee extreme gezichtspunten: het nastreven van type 1 sustainability via de reductie van de bouwtaak tot een gemetselde kloosterachtig omsluiting van waaruit de mens betrekkingen kan ondernemen met zijn medemensen en de natuur als het ene uiterste (een herinterpretatie van het systeem stad/omland), én het nastreven van "Type 2 (of zelfs 'Type 3) sustainability": het annexeren dan wel klimatiseren van de buitenruimte door het als interieur/onderdeel van de bouwopgave te behandelen (incorporate space opgave) als het andere extreme gezichtspunt [Frey, 2004; Timmeren, 1999a; Slessor, 1997].

¹⁴ Frey [2004] stelt dat de meeste Europese steden, 'binnen hun eigen grenzen', reeds getransformeerd zijn naar dit soort polycentrische structuren, of stedelijke (eu)regio's die onderling verbonden zijn door gedeelde infrastructuren.

¹⁵ Voor een beter 'open-hemel'- of daglichtbeschenen oppervlaktegebruik. Binnen de ruimtelijke ordening is dit te vertalen in een grote nadruk bij planning op infrastructuurgebruik, dakgebruik, energiegebruik gekoppeld aan grondgebruik en oppervlakteverharding [Roaf & Viljoen, 2004].

¹⁶ Aangezien het huidige stedenbouwkundig vormvocabulary generationaliseerd is kan, door deze extra dimensie van een gehele of gedeeltelijke zelfvoorziening van een woning of groep woningen, een synthese ontstaan tussen 'groen en rood' ofwel de sfeer van de (tuin)stad en die van het (stedelijk)landschap [Röling, 2000a; Timmeren, 1999b]. Zoals de Engelse 'close', een elementaire groepering van gebouwen die verbonden is met een terrein waarop zij ruimtes vast

legt waarvan de status bepaald is: denk aan moestuinen, oppervlakte water, al dan niet met waterzuivering, etc. Het is een moderne herinterpretatie van de traditionele boerenhof of het landhuis. Het gaat om een groepering van woningen, zonder een ostentatieve relatie aan te gaan met de natuur. Eerder een respecteren van het verschil tussen openbaar en privé.

¹⁷ In de jaren '30 was Cor van Eesteren één van de eerste architecten die op het belang van het opnemen van (bevolkings)dichtheden in de (ruimtelijke) planning wees [Roaf & Viljoen, 2004; Gideon, 1969].

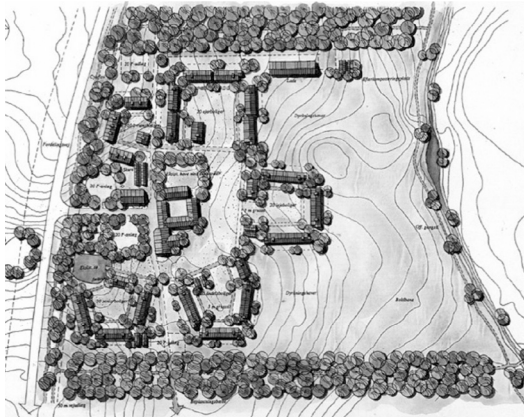
¹⁸ Een optimum tussen enerzijds de vraag naar grondgebonden woningen en anderzijds naar het draagvlak voor noodzakelijke stedelijke voorzieningen [Timmeren, 2000].

¹⁹ Het belang van consumptie merken we dus ook in de bepaling van het ruimtegebruik. De term 'ruimteconsumptie' is geïntroduceerd. Dit is te definiëren als: "ongewenste overbesteding in het

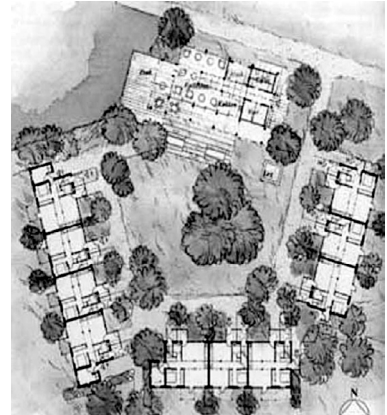
Deze 34 woningen per hectare lijkt vooral financieel bepaald²⁰. Interessant is om de gemiddelde dichtheid af te zetten tegen de gemiddelde dichtheid van bestaande (quasi-) autonome projecten, zoals ‘co-housing’ en ‘eco-villages’ (Figuur 11.3; zie ook Figuur 8.26).

Figuur 11.3

Voorbeelden (quasi-)autonome projecten



Eco village
Roskilde, Denemarken



Co-housing
Munkesogaard, Denemarken

Uit nauwgezet onderzoek door Margrit en Declan Kennedy in relatie tot de Europese situatie blijkt dat concrete voorbeelden van vergaande milieubewuste woonprojecten (door Kennedy & Kennedy genoemd ‘ecologische nederzettingen’) met dichtheden boven de halfvrijstaande bouw en op grotere schaal dan 10 tot 20 woningen nog maar sporadisch voor komen [Kennedy & Kennedy, 1997]. Op enkele uitzonderingen na blijkt de gemiddelde dichtheid van de ecologische nederzettingen²¹ nog lager. Ze variëren tussen 1,6 huishoudens per ha. (bijv. ‘Christal Waters’, Australië; Figuur 8.27) en de 12,5 huishoudens per ha. (‘UFA Fabrik’, Berlijn, Duitsland; Figuur 8.27)²². Bij milieubewuste woonwijken worden vaak hogere dichtheden bereikt, al overstijgt het zelden die van de gemiddelde Nederlandse vinex dichtheid.

Variatie in dichtheid en ‘privacy zoning’ heeft grote betekenis voor autonomie of naar autarkie neigende concepten. De laatste jaren wordt vanuit de bouwpraktijk, stedenbouw en planologie, gezocht naar betere manieren om verhoudingen tussen kaveloppervlak, vloeroppervlak en open ruimte vast te leggen; bekend zijn de FSI, FAR, GSI en OSR²³. Probleem is dat enerzijds geen onderscheid wordt gemaakt tussen openbaar gebied en privé buitenruimten en anderzijds geen verschil tussen functies. Recentelijk zijn daarom de UPS index, de PPR²³²⁴ en de OA ratio²⁵ geïntroduceerd [Dobbelsteen & Wilde, 2004], die een aanzet vormen voor het maken van onderscheid naar gebruik (resp. privé versus openbare buitenruimte en kantoorruimte versus woningruimte). Gestelde index en ratio indicatoren nemen daarbij de belangrijke duurzaamheidsfactoren op het niveau van de woning op, die de maat vormen van de buitenruimte, de diversiteit van de functies (en daarmee indirect flexibiliteit) en de verhouding tussen openbare en private ruimte²⁶. Het model ‘Kringloopstad’ heeft dit als voornaamste uitgangspunt. De relatie openbaar-privé is van belang voor de introductie van technieken of samenlevingsvormen die, zolang er een spanningsveld blijft bestaan, gemeenschappelijk handelen inhouden. Te ver uiteentrekken van beide gebieden zal schade opleveren aan ‘de maatschappelijke ontwikkeling’ op die

specifieke plek, en mogelijk zelfs aan het geheel. Het optimaliseren van de verhouding kan door verdeling van gebruik over meerdere tijdspannen bovendien bijdragen aan een intensiever gebruik, en daarmee aan stedenbouwkundige en infrastructurele efficiëntie.

11.2.4

vertaling naar stedenbouwkundige typologie

Onderzoek naar de duurzaamheid van de gebouwde omgeving (gebouw en context) richt zich op de meer algemene aspecten ecologie (biodiversiteit), gezondheid en veiligheid en de specifieke uitwerking qua materiaalgebruik, energiegebruik, water en vervoer. Gedegen vergelijkend milieutechnisch onderzoek naar de schaalniveaus boven dat van het gebouw (stedenbouwkundige typologieën) is, uitzonderingen daargelaten, weinig gebeurd. De uitkomsten van verkennend onderzoek hieromtrent tonen wel het belang van het veranderen van (aspecten van) de stedenbouwkundige typologie (zie hoofdstuk 4). Ondanks Nederlandse beleidsmatige uitgangspunten van functiemenging en verdichting (inbreiding) is er nog maar weinig sprake van integraal ontwerp en gecoördineerd beheer.

ruimtegebruik voor één of meerdere functies” [Smeulers, 1987].

²⁰ De uniformering van bouwprojecten qua dichtheid, structuur en bouwwijze) komt mede voort uit de aard en samenstelling van de centrale infrastructuur. Daarbij geldt dat met deze dichtheid investeringen (en onderhoud) in grondaankoop, kabels, parkeerplaatsen, straatverlichting en dergelijke redelijk beheersbaar zijn [Zoethout, 2002].

²¹ Een ecologische nederzetting (Eco village) is iets anders dan een ecologische wijk. In Eco-wijken ligt het accent op ‘duurzaam bouwen’, terwijl een Eco-Village specifiek ontwikkeld is met aandacht voor duurzaam wonen en -leven, met meer aandacht voor de dynamiek van het proces na oplevering [Seitz et al., 2003].

²² De lage gemiddelde dichtheid van Crystal Waters (Australië) komt door de ruime beschikbaarheid van grondgebied, en doordat het is ontwikkeld volgens de principes van Permaculture (zie hoofdstuk 9.2.3). Bij de andere ondezochte Eco-villages, zoals Findhorn (Groot Britannië) en Zegg, Lebensgarten en Braamwisch (allen in Duitsland), en co-housing principes zoals Roskilde en Munkesogaard (in Denemarken) en Westwood en Key-two cohousing (in de Verenigde Staten) speelt dit in mindere mate. De lage gemiddelde dichtheid komt voort uit het zo

veel mogelijk zelf willen voorzien in de eigen behoefte, een algemeen kenmerk van veel eco-villages. Daar waar het de voedselproductie betreft houdt dit een beperking in die leidt tot een redelijkerwijs maximaal haalbare dichtheid van rond de 30 woningen/ha. [Roaf & Viljoen, 2004; Viljoen & Tardiveau, 1998]. Lokale (eenvoudig realiseerbare-) autonomie op gebied van energie wordt mogelijk geacht tot dichtheden van 200 personen per hectare [Viljoen & Bohn, 2000]. Alleen de meer stedelijke ‘eco-gemeenschappen’ UFA Fabrik (Berlijn, Duitsland) en (in mindere mate) Christiania (Denemarken) hebben een hogere gemiddelde dichtheid (al blijft de 12,5 h.h./ha. naar verhouding ‘zeer lage dichtheid’) [Seitz, 2001].

²³ FSI (Floor Space Index) en FAR (Floor Area Ratio) geven de verhouding weer tussen het totale vloeroppervlak van een bouwwerk en het oppervlak van de kavel. Er wordt onderscheid gemaakt tussen netto- en bruto FSI. Bij de bruto FSI factor wordt de helft van elke willekeurige omliggende publieke ruimte (w.o. straten) meegenomen. Bij de netto FSI wordt geen publieke omliggende ruimte meegenomen. GSI (Ground Space Index) indiceert de verhouding tussen het bebouwd oppervlak van de kavel en het totale kaveloppervlak en OSR (Open Space Ratio)

de verhouding tussen onbebouwd oppervlak van de kavel en het totale vloeroppervlak van het gebouw [Meyer, 2003; MVRDV, 1998].

²⁴ UPSI (Useful Public Space Index) is de relatie tussen de toegankelijke openbare ruimte en de gerealiseerde netto vloer oppervlakte (GFA, Gross Floor Area). De PPR (Public Privat Ratio) geeft de verhouding tussen publiek toegankelijk gebied en privé ruimten. Deze indicator wordt gebruikt voor het optimaliseren van meervoudig gebruik [Dobbelsteen & Wilde, 2004].

²⁵ De OAR (Office Apartment Ratio) geeft de verhouding weer in een (stedenbouwkundig) gebied tussen kantooroppervlakte en woonoppervlakte. Een OAR van 100% houdt in een stedenbouwkundig plan met alleen kantoren in, 0% een invulling met alleen woningen [Dobbelsteen & Wilde, 2004].

²⁶ Toevoeging van een semi-privé domein in woongebouwen kan de relatie maaiveld en eigen huis verrijken. De toegenomen scheiding tussen openbaarheid en privacy betekent enerzijds meer ruimte en vrijheid voor huishoudens in hun woningen, anderzijds houdt het ook in dat de huishoudens aanrakingspunten met de totaliteit van de wereld verliezen, en het moeilijker wordt ze aan te spreken op (gemeenschappelijke) verantwoordelijkheden.

Dit resulteert in een onnodig grote ruimteconsumptie van laagwaardige ontwikkelingen. Een belangrijke variabele voor het veranderen van de stedenbouwkundige typologie naar een meer integraal omgevingsmanagement met afstemming en aansluiting in plaats van segmentatie, is 'diversiteit' met 'variatie' en 'repetitie' als sleutelbegrippen. Balvers [1996] constateert, in een onderzoek naar variatie en repetitie in Nederlandse woonwijken uit de 20^e eeuw, dat om de dertig jaar andere elementen (structuren) worden ingezet bij het structureren van het ontwerp van de woonwijk. In de jaren dertig was het bouwblok nog een dominant element in de wijkgeleding, in de jaren zestig waren dit vooral de stedenbouwkundige stempels en de auto-ontsluiting, terwijl in de jaren negentig de groenstructuur en de openbare ruimte een belangrijke rol speelt bij de structurering. Het blijkt dat het milieu steeds vaker eisen stelt, die de vormentaal van de architectuur en ruimtelijke inrichting vernieuwen en verrijken [Röling, 2002b]. Tegen deze achtergrond en de noodzakelijkheid van verdergaande verduurzaming is het te verdedigen dat vanaf het komende decennium de milieutechnische infrastructuur en -geleding de drager (structuur) zullen worden voor de te ontwerpen bouwkundige entiteiten.

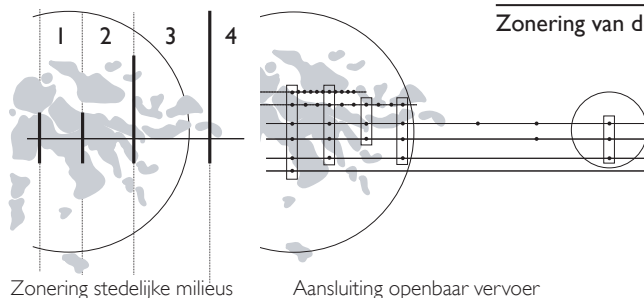
Bij onderzoek naar duurzaamheid en materiaalgebruik van gebouwen (woonoppervlakte) en infrastructuur bij middelgrote en grote steden in Duitsland²⁷ [IÖR, 2001] is gekeken naar de verschillen tussen de verschillende stedelijke typologieën²⁸. Ze zijn ook relevant voor de Nederlandse situatie omdat ze direct implicaties hebben voor de mogelijke dichtheden, de UPS index en PP ratio, en indirect zelfs op de OA ratio. Onderscheiden worden:

- gesloten blok- randbebouwing,
- open blok- randbebouwing,
- gesloten bouwblok,
- open blok bebouwing,
- strokenbouw,
- eengezinswoningen,
- villa's,
- appartementgebouwen

Stedenbouwkundige typologieën die een programma meer compact realiseren, beïnvloeden indirect ecologische kwaliteiten (nabij en vooral verder weg). Mede daarom is de GAP indicator²⁹ geïntroduceerd³⁰ [Dobbelsteen & Wilde, 2004]. Het optimaliseren van ruimte en ruimtegebruik wordt als leidend principe gezien voor het verder verbeteren van de volhoudbaarheid van, met name nutsvoorzieningen gekoppelde stedenbouwkundige entiteiten. Op vier manieren kan dit plaats vinden: het intensiveren van gebruiksoverlappende, het intensiveren van grondgebruik, en het optimaliseren van gebruiksfuncties en van grond.

Figuur 11.4

Zonering van de verschillende stedelijke milieus



Het project Stedelijke Milieu Differentiatie, opgezet door de Rijksplanologische Dienst, onderscheidt acht milieutypen op basis van verschillen in dichtheid en overige kenmerken³¹

[Driessen, 1994; Vrolijk et al., 2003]. De indeling wijkt enigszins af van de eerder genoemde Duitse onderverdeling. De milieutypen zijn binnen de RPD studie onderzocht op aantrekkelijkheid voor de twee belangrijkste leefstijlen³², te weten cultureel vs. economisch [Bourdieu, 1979, in: Driessen, 1994]. Na aanpassingen gericht op duurzame ontwikkeling, is de meerderheid aantrekkelijk voor de culturele levensstijl [Driessen, 1994] (Tabel 11.2).

De indeling volgt sterk de stedelijke vorm, c.q. -typologie. Gezien het veronderstelde belang van (leef)tijd en gebruik(ers)³³ wordt binnen dit onderzoek de meer beknopte door het Ministerie van VROM gehanteerde onderverdeling in vijf woonmilieus en daaronder vallende subtypen gehanteerd, als leidraad voor de verdere typering van de deelgebieden binnen de stedelijke vorm:

Tabel 11.1

Onderverdeling in verschillende woonmilieus en typering

Woonmilieu		Typen					
CS	centrum stedelijk	(historische) binnensteden		nieuwe stedelijke centra		centra van nieuwe steden	
BC	buiten centrum	vooroorlogse 'etage'	vooroorlogse 'grondgebonden'	vooroorlogse 'herenhuis'	vooroorlogse 'tuindorpen'	naoorlogse 'etage'	naoorlogse 'grondgebonden'
CD	centrum dorps	(historische) centra			kleine kernen		
GS	groen stedelijk	uitbreidingswijken aan de stad		groeikernen		actuele uitleg	
LW	landelijk wonen	villa wijk		wonen in het landschap		landgoederen	

²⁷ De onderscheiden stedelijke typologieën zijn soms gerelateerd aan bouwmethoden die specifiek voor een bepaalde bouwperiode in Duitsland zijn, zoals de zogenaamde Plattenbau (elementenbouw) in de na-oorlogse Siedlungen naast de doorsnee bouwwijzen van de zogenaamde 'Großwohnsiedlungen'.

²⁸ Deze worden gedefinieerd als 'stedelijke deelruimten met fysiologisch uniforme uitstraling, op het stedelijke vlak gekenmerkt door een karakteristieke configuratie van bebouwing en open ruimten'. De structuurtypen zijn over het algemeen homogeen ten aanzien van de wijze en dichtheid van bebouwing en de bijkomende vrije ruimten [NAWO, 2001].

²⁹ De GAP (Green Area Preserved), berekent het te bebouwen grondge-

bruik dat is vermeden, in relatie tot een referentieplan.

³⁰ Tegelijkertijd speelt dat gezondheidsaspecten op het schaalniveau van het gebouw en veiligheidsaspecten op de schaalniveaus van zowel het gebouw als de directe omgeving mogelijk negatief beïnvloed worden. Zo heeft onderzoek aangetoond dat zowel de binnen- als de buitenluchtkwaliteit in dicht bebouwde gebieden slechter is dan in meer landelijke kantoor- dan wel woonwijken [Byrne et al., 1998].

³¹ De acht zogenaamde SMD-milieus zijn niet ontwikkeld met het oog op duurzame ontwikkeling. Uitgangspunt is geweest wervende leefmilieus te creëren voor de destijds actuele invulling van Vinex-locaties. Berends [1994] heeft, om toch een verbinding met duurzame

ontwikkeling te maken, de desbetreffende indeling aangevuld met milieupotenties.

³² Een beperkt aantal duidelijk afgegrensde leefstijlgroepen zijn in de huidige samenleving niet aan te wijzen. Leefstijlen zijn gebaseerd op het verlangen ergens bij te horen (status, incl. culturele status), en op waardenoriëntaties (postmaterialisme). De centrale veronderstelling bij het betrekken van leefstijlen binnen dit onderzoek is dat waardenoriëntaties en statusoverwegingen (de basiselementen van leefstijlen) ook bij de keuze voor milieubewust gedrag opgaan.

³³ De ontwikkelingen op de (woning)markt komen neer op meer vraag naar binnenstedelijk wonen, maar ook de vraag naar groen, dorps en landelijk wonen blijft groot.

Tabel 11.2

Milieutypen gerelaterd aan locatietypen en milieumogelijkheden

Milieu typologie / benaming	Karakterisering	Milieu potenties Ruimtelijke Ordening	Leefstijl (*) econ. / cult.		Locatie type (fig.11.4)	Stedelijke vorm (**) (fig. 11.2)
stadscentrum	stedelijk; hoge dichtheid; gemengd gebruik; publieke & commerciële functies	'high-tech'; 'eco-tech'; 'smart-buildings'; wkk	+/-	+++	1, 2, 3	a, b
attracties	periferie; gecombineerd met woonfuncties; lage dichtheden	hoogwaardig openbaar vervoer; water retentie; ecologisch groen beheer	+	-	2, 3, 4	a, b, c, d
gemengd gebruik gebieden	hoge dichtheid; gemengde / flexibele bedrijfsgebieden; beperkte bewoning	'lineair openbaar vervoer'; clustering; energie zelfvoorziening	-	++	1, 2, 3, 4	a, b
gemengd gebruik woongebieden	hoge dichtheid, stedelijke woongebieden; gestapelde bebouwing (multifunctioneel); middel / kleinschalig; gekoppeld aan stedelijk groen / parken	hogere dichtheden nabij openbaar vervoer; lagere dichtheden met groen / water; nadruk op centrale dienstverlening	+	+++	2, 3	a, b
laagbouw woongebieden (stedelijke bewoning)	middel-hoge dichtheid; woningen met tuin, kleinschalig; nabij stedelijk groen	water retentie; wijk & buurt gerelateerde voorzieningen / oplossingen; gemeenschappelijke	+	++	2, 3, 4	a, b, c
'wonen aan de stadsrand'	woon / werk gebieden in de periferie; nabij aantrekkelijk landschap; lage dichtheden	groen / blauwe structuren; eco-tech; buurt- & cluster gerelateerde voorzieningen; water zelfvoorziening	+++	+	2, 3	b, c, d
'compacte woongebieden in groen buitengebied'	hoge dichtheid; gestapelde bebouwing; groene woonomgeving	'urban agriculture', zelfvoorziening energie; water retentie	--	-	3, 4	d
'wonen in het groen'	recreatieve bewoning; (z) lage dichtheid, periferie; beperkte toepassing	afkoppeling; zelfvoorziening energie / water; gecombineerd wonen / werken	+++	--	3, 4	a, c, d

(*) Het betreft de (beperkte) indeling naar de onderverdeling Economische leefstijl vs. Culturele leefstijl (Driessen, 1994)

(**) Volgens een gecombineerde indeling naar Frey (2204) en Urhahn & Bobic (2000) (zie ook 11.2.2)

Er is een ongelijkheid tussen woonwensen van mensen en het aangeboden woonmilieu [VROM, 2004]. Toekomstige (op duurzame ontwikkeling gebaseerde) veranderingen moeten afgestemd worden op de wens van een grotere flexibiliteit om aan de continu veranderende woonwensen tegemoet te komen. Het model van de gedecentraliseerde concentratie, en in het bijzonder de uitwerking (kleine) Kringloopstad biedt daartoe de beste voorwaarden.

Voor de Nederlandse context betekent dit dat in publicaties en beleidsdocumenten steeds meer aandacht wordt geschonken aan het gebrekkig functioneren van het ruimtelijke beleid en bijkomende ruimtelijke investeringen op het regionale schaalniveau [Habiforum, 2002].

Gemeentes nemen het heft nog te veel in handen via klassieke vormen van planning aan de hand van de weinig flexibele vlekkenplannen of, bestemmingsplannen, die onvoldoende vrijheden geven aan de bewoners c.q. gebruikers. Ook het ruimtelijk beleid van de Nationale Overheid (Nota's van Ruimtelijke ordening)³⁴ volstaat steeds minder. De Wetenschappelijke Raad voor Regeringsbeleid³⁵ [WRR, 1997] stelt dat 'dit systeem alleen maar de standaard oplossingen faciliteert'. Bovendien leidt het systeem tot langdurige procedures en vertragingen die er voor zorgen dat het toch al relatief trage lanceertempo de behoeften uit de samenleving amper kan volgen, laat staan sturen. Om aan de behoeften nog enigszins tegemoet te komen zijn in de 5e Nota voor Ruimtelijke Ordening de stedelijke netwerken centraal gesteld. In praktijk blijkt ook op deze schaal de onderlinge administratieve afstemming en beleidsafstemming weinig flexibel, wat zelden leidt tot doorgrondende planvorming en/of sociale participatie [Habiforum, 2002]. De WRR concludeerde al in 1997 dat het noodzakelijk is te komen tot een grotere differentiatie in de planningsprocessen met een nauwe samenwerking tussen de lokale-, regionale en nationale overheden.

Een meer regio-georiënteerde planning kan het antwoord vormen op de steeds verder vervagende scheiding tussen stad en platteland, en de eerder als essentieel naar voren gekomen veranderde organisatie of geometrie van de onderlinge verbindingen. Vergeten wordt vaak dat op het moment dat via de meer gedifferentieerde planningsprocessen ontstane plannen moeten worden uitgevoerd, deze redelijk vast zitten in een keurslijf van aan de fysieke (technische) infrastructuur gekoppelde standaarden die zowel de flexibiliteit, als ook de mogelijkheden tot participatie verkleinen [Timmeren & Kristinsson, 2001] (zie hoofdstuk 3). Ook deze barrière moet doorbroken worden wil men komen tot een ruimtelijke ordening die beter afgestemd is op de steeds sneller veranderende maatschappij³⁶.

11.2.5

bioregionaliteit en biotextuur

Binnen de diverse woonmilieus en -typen is de locatiekwaliteit één van de eerste en belangrijkste aspecten om een gebied te ontwikkelen. Elke plek heeft zijn eigen karakter en staat op eigen wijze in relatie tot andere plekken³⁷.

De voorraad woningen rondom de centra van steden raakt minder in trek. Inhoudelijk bezien tendeeft de vraag georiënteerde markt naar meer service, comfort en combinaties van wonen en werken. Het belang van de fundamentele behoeften 'vrijheid' (te vertalen naar vrijheid van handelen en meer ruimte) en 'identiteit' (het uitdrukking geven aan de eigen identiteit) neemt toe. Binnen de Nota Wonen heeft dit geleid tot drie principes voor het beleid in Nederland: (1) meer keuzevrijheid, (2) aandacht voor maatschappelijke waarden; en (3) betrokken overheid en een beheerste marktwerking. Naar vijf kernthema's

vertaald: zeggenschap over woning en woonomgeving vergroten, kansen scheppen voor mensen in kwetsbare posities, wonen en zorg op maat bevorderen, stedelijke woonkwaliteit verbeteren en groene woonwensen faciliteren [Nota 'Mensen, wensen, wonen in de 21e eeuw', VROM, 2004].

³⁴ Eens in de 10 jaar wordt de nota, die tot weinig accurate ruimtelijke acties leidt, opgesteld.

³⁵ WRR; Wetenschappelijke Raad voor Regeringsbeleid. Sinds 1972 (1976 officieel) onafhankelijk functionerend adviesorgaan dat toekomstige ontwikkelingen onderzoekt ten behoeve van het Nederlandse

regeringsbeleid. De Raad houdt zich vooral bezig met ontwikkelingen die op langere termijn de samenleving kunnen beïnvloeden [WRR, 2003].

³⁶ Terwijl mogelijk onthaasten veel nuttiger zou zijn voor de toekomstige samenleving (zoals bijv. Milieudefensie, NCDO, de Kleine Aarde, en dergelijke stellen).

³⁷ Inclusief de economische krachtenvelden, die qua tijd & karakter vaak veranderlijker zijn: plekken die eerst aan de periferie van de stad lagen, krijgen een andere positie binnen een transformerend stedelijk netwerk.

De lokale karakteristieken kunnen worden benut om de verschillende vormen van gebruik te conditioneren. Onderdeel van dit conditioneren is de soort technische (infra)structuur dat stedelijke gebied voorziet van de essentiële stromen. De technische laag³⁸ [Kristinsson et al., 1997a] of lay-out van een stedelijk gebied wordt er door bepaald. Een stedelijke omgeving die van begin af aan wordt ontwikkeld voor decentraal management en recycling van menselijke uitscheidingen, grijswater en afval zal er anders uitzien³⁹ dan een stedelijke omgeving met gecentraliseerde riolering en afvalbeheer, waar de afstemming c.q. organisatie tussen kleine en grote schaalniveaus en systemen niet is geoptimaliseerd. Juist in geval van decentraal management speelt het belang van interconnectie tussen de oplossingen op de verschillende schaalniveaus. De stedelijke modellen 'Kringloopstad' en 'Gedecentraliseerde Concentratie' vormen zoals eerder geconcludeerd voor een dergelijke stedelijke omgeving het beste kader (zie bijlage VII).

De noodzakelijke interconnectie tussen de oplossingen en de verschillende schaalniveaus wordt vooral duidelijk wanneer de waterhuishouding, ofwel het stedelijk watersysteem, binnen de bebouwde omgeving wordt geschematiseerd. Het stedelijk watersysteem omvat, gelijk de in hoofdstuk 2 behandelde eco-device, waterstromen die de stad inkomen (drinkwater, oppervlaktewater, neerslag, kwel) en waterstromen die de stad uitgaan (verdamping, oppervlaktewater, afvalwater, wegzijging). De stromen kunnen op veel manieren invloed hebben op de kwaliteit van het stedelijke systeem en op het ontwerp van de gebouwen. Niet alleen vraagt het om een zorgvuldig ontwerp qua (beregende)ruimte en (dag)lichtgebruik⁴⁰, ook zal door de inpassing van op natuur gebaseerde technologie een grotere verwevenheid (aanpassing) met het lokale klimaat, de biotextuur⁴¹ van de plek, gemaakt moeten worden. Dit zal leiden tot een ander (niet per definitie groter) ruimtegebruik.

In de hedendaagse (compacte) steden, en dan vooral de centra en vooroorlogse⁴² stadsdelen (de woonmilieus CS en BC, binnen [Vrolijk et al., 2003]), is toenemende behoefte aan groene ruimten die de specifieke, plaatsgebonden en zonodig beschermde kwaliteiten van de plek benutten ten behoeve van het recreëren [Dienst S&V-Rotterdam, 2001]. Parallel spelen processen die ervoor zorgen dat de feitelijke openbaarheid van groen steeds meer beperkt wordt⁴³ (zie ook hoofdstuk 9.2.2). Als dan de veranderde stedelijke context, die voortkomt uit de modellen 'Kringloopstad' en 'Gedecentraliseerde Concentratie', tot uitgangspunt wordt genomen lijkt het verstandig af te stappen van de gangbare opdeling in blok-, buurt-, wijk- en stadsgroen. Binnen het gestelde stedelijke model is het beter een indeling van groen te maken naar soort gebruik, of functie. De conclusies uit hoofdstuk 9 bevestigen dit. De functiekoppeling van het groen moet meer rekening houden met de belangrijker wordende schaalniveaus 'buurt/blok/ensemble', 'stedelijk netwerk' en euregio⁴⁴. De onderverdeling in vier groentypen door Luiten & Josselin-De Jong [2000] biedt houvast: stadstuinen, stadsparken, stadsbossen en -plassen en stadslandschappen⁴⁵. Mede ingegeven door een hernieuwde roep om meer intimiteit en om mogelijkheden voor inpassing van vormen van 'Urban Agriculture' (zie hoofdstuk 9), wordt voor de compacte stad de stadstuin, naast het compacte en qua gebruik geïntensiveerde stadspark, als meest geschikt geacht om te worden toegepast [Timmeren & Tawil, 2005a; Luiten & Josselin-De Jong, 2000]. Tezamen met een versoberen of inkrimpen van slecht gelegen of weinig gebruikte park- of bosstroken, staat deze roep om geïntensiveerd gebruik van groene ruimtes in contrast met de groeiende terughoudendheid om in (slecht functionerend) openbaar groen in te grijpen⁴⁶. In een mogelijke intensivering van gebruik, door strategische opoffering en met de introductie van een nieuw 'groen' programma dat beter aansluit op het model van de kringloopstad (of gedecentraliseerde concentratie) kan het tot synergie situaties

leiden, die nu binnen het Compacte Stad model moeilijk realiseerbaar zijn.

Het is van belang om een ruimtelijk concept of –instrument te introduceren dat een goede verdeling van open (daglichtgerelateerde) ruimte en (compacte) bebouwing (gesteund door milieu invloeden) kan sturen. Vormen van meervoudig ruimtegebruik⁴⁷ kunnen vertaald worden naar sec groen- of daglichtvragende en gerelateerde functies. Veel van de ‘natural technologies’ worden gekenmerkt door een dergelijke daglicht afhankelijkheid⁴⁸.

In gebieden met hogere dichtheden kan de typologie van de (semi-gemeenschappelijke) stadstuin ruimte bieden voor de herintroductie van de functie ‘ruimtelijke (milieu-) infrastructuur’⁴⁹. De stadstuin is dan, naast de overige ingrepen met betrekking tot een veranderde houding van groen, en context (ommelanden), op te vatten als ‘Hortus Conclusus’ die één of meer actieve (functionele) rollen vervult binnen de intensief benutte compacte stadsknop⁵⁰.

³⁸ Zie Hoofdstuk 1.1, Figuur 1.2.

³⁹ De natuurlijke capaciteit van water om verontreiniging af te breken en/of vast te leggen kan door een juiste inrichting worden bevorderd. In dit voorbeeld geldt dat voldoende zuurstof en de aanwezigheid van bepaalde waterplanten zoals riet, lisodde en biezen het zuiveringsproces bevorderen: De fotochemische afbraak wordt bevorderd door het water plaatstelijk ondiep te houden, zodat voldoende licht kan doordringen tot de bodem. Ook de inrichting van oevers kan natuur-ondersteunend plaatsen vinden.

⁴⁰ Essentiële benodigdheden voor lokale water- en energierecycling.

⁴¹ Biotextuur is een door Michael Reynolds [2000] geïntroduceerd begrip (i.r.t. ‘Earthships’; zie hoofdstuk 8.3.2) voor de plekspecifieke ecologische-, klimatologische en fysische eigenschappen die bij bouwen maximaal benut moeten worden.

⁴² In na-oorlogse wijken is de situatie omgekeerd. Er is veelal sprake van een negatieve beleving van het wel aanwezige groen als ‘afgestorven en verwaarloosd’. Oorzaak is de afname van de gemiddelde woningbezetting in deze wijken, terwijl de aanwezige parken juist zijn ingericht voor intensief en massaal gebruik (en nu meer individueel worden benut). Ook de toename van het autobezit zorgt er voor dat men eerder geneigd is voor ontspanning naar natuur- en recreatieplekken buiten de stad te trekken [Dienst S&V, 2001]. In de binnensteden en vooroorlogse wijken wordt naarstig

gezocht naar mogelijkheden om de naar verhouding drukke wijken voor het hedendaags wonen aantrekkelijk te maken, wat resulteert in aanleg van pleinen, kleine stadsparken en ‘trapveldjes’.

⁴³ Bijvoorbeeld bij golfbanen en volkstuinten, die zijn opengesteld onder voorwaarden van lidmaatschap of toegansbewijs. Daarnaast krijgen steeds meer natuurgebieden een ecologische betekenis en wordt de toegankelijkheid beperkt [Meijer, 2002a].

⁴⁴ De in hoofdstuk 2.3.1 afgebakende schaalniveaus 2, 6 en 7.

⁴⁵ Elk van de groentypen geeft een andere invulling aan de factoren waaraan het zijn specifieke betekenis verleent, zoals de aard van de begrenzing, de mate van toegankelijkheid, de positie en verankering in het stedelijk weefsel, de beoogde sfeer, het inrichtingsniveau en verzorgdheid, de gebruikintensiteit en de verantwoordelijkheid voor het voortbestaan [Luiten & Josselin-De Jong, 2000].

⁴⁶ Veel groen in de stad is vrijwel onaantastbaar geworden, ook als het er slecht bij ligt [Meijer, 2002a]. De steeds grotere druk van bebouwing en (harde) infrastructuurvormen op het bestaande groen leidt er toe dat de gemeentelijke groendiensten een strategie ontwikkelt met behoud op basis van het ‘verdedigen’ van aanwezig groen [vrij naar Tjallingii, 2004]. De laatste jaren is hier een voorzichtige reactie op waar te nemen die als ‘offensief’ kan worden aangeduid: het vrijgeven of uitbesteden (leasen, beheerscontracten e.d.) van aanwezig groen aan

gebruikers of belangenverenigingen. Vaak leidt dit in detail tot goede resultaten, maar lijkt minder effect te genereren op het bovenliggende schaalniveau van de groenstructuur van steden. Een integrale aanpak, gebaseerd op een combinatie van offensieve en defensieve stappen lijkt de meest geschikte strategie.

⁴⁷ Meervoudig ruimtegebruik kan worden gedefinieerd als ‘verschillende functies die worden gecombineerd in een bepaald gebied en in een bepaalde tijd’ [Priemus et al., 2000]. Naast de voordelen van synergie zijn er ook nadelen aan het meervoudig ruimtegebruik. Het is relatief duur, de opbouw, realisatie en samenhang (beheer, verantwoordelijkheden, etc.) is complex, en de aanpasbaarheid en groei zijn (binnen de ‘projectgrenzen’) op de grotere schaalniveaus moeilijk [Wilde, 2002]. De laatste twee nadelen spelen minder sterk bij meervoudige functievervulling van de groene ruimte binnen een stedenbouwkundige setting. Mits goed uitgewerkt kan het nadeel mogelijk zelfs omgezet worden in een voordeel (bescherming, gecombineerd beheer).

⁴⁸ Een dergelijke uitwerking is te omschrijven als meervoudig groengebruik, maar ook als meervoudig daglichtgebruik.

⁴⁹ Zie hoofdstuk 2, en bijlagen I en II

⁵⁰ Het private karakter van de tuin leent zich goed voor eventuele uitbesteding aan derden, mede omdat er voor stadstuinen meer geld voor een intensief onderhoud en speciale inrichting is [Dienst S&V, 2001]. De gesloten tuin heeft als semi-open-

Ook sociaal gezien biedt een dergelijke uitwerking interessante aanknopingspunten: semi-openbare (of –privé) ruimten c.q. ‘mandelige gebieden’ die een intermediair vormen tussen meer centraal beheerde openbare (groen)gebieden en de privé (buiten)ruimten. De halfoopen woonhoven in de wijk Lanxmeer te Culemborg zijn hiervan een voorbeeld [Timmeren et al., 2004b]. Het is op te vatten als een minder vergaand antwoord op de toenemende vraag naar ‘gemeenschappelijkheid’ [Hulsman, 2004], zonder terug te moeten vallen op ‘(gated) communities’⁵¹. Het idee achter de collectieve tuinen is dat het de participatie van de gezamenlijk verantwoordelijke (privé) eigenaren activeert en daarmee ‘nieuwe gemeenschappen’ creëert met een (nieuw) soort ‘buurtgevoel’ [Adriaens et al., 2005].

11.3

Infrastructuur als instrument voor verduurzaming

11.3.1

begripsbepaling

De integratie van aanvullende functies staat of valt met aansluiting op de bestaande structuren. Het aanpakken van milieugerelateerde problemen in de ruimtelijke ordening via de nog veelal door overheden aangestuurde infrastructuren kan een goed begin zijn voor het garanderen van een duurzame invulling binnen de verschillende netwerken en ketens. Op hogere schaalniveaus stranden nog veel milieumaatregelen door bureaucratie en door te grote verschillen in de doelgroepen [Timmeren & Kristinsson, 2003a]. Voor de verschillende stromen wordt de distributie bij het optimalisatieproces nog onvoldoende centraal gesteld. Vooral bij onderzoek naar de relatie tussen milieuproblemen en economische modellen wordt vaak alleen gekeken naar nationale grenzen overschrijdend transport⁵². Meer toegespitst op de essentiële infrastructuren bij de afvalwater- en energieinfrastructuur groeit de laatste tijd het besef, dat een einde dient te komen aan de eenzijdige insteek⁵³.

11.3.2

strategische interacties

De integratie van milieukundige doelstellingen in economisch beleid introduceert kenmerkende, zogenaamde strategische interacties. Naast het ‘publieke nut’ karakter van de milieuvorzieningen is de veronderstelling dat milieuregelgeving de concurrentiepositie van de (nationale) economie beïnvloed hieraan debet. Een voorbeeld voor strategisch gedrag van zowel ‘veroorzakers’ of producenten als (nationale) overheden, is het fenomeen ‘eco-dumping’ [Ulph, 1996]. Weber [2000] toont aan dat in een strategische context (onder bepaalde voorwaarden) inkomende transfers (in beide richtingen) tussen twee verschillende landen de globale milieukwaliteit kan helpen verbeteren. Conrad [1994] onderzocht of het mogelijk is milieusubsidies en –belastingen voor duopolistische firma’s⁵⁴ in te voeren binnen strategische markten, ingegeven door internationaal en op meerdere locaties opererende oligopolische industrieën⁵⁵. De geliberaliseerde Europese energiemarkt neigt er toe (zie hoofdstuk 3). Sleutelfactor bij het voorkomen van negatieve milieueffecten ‘over de grens’ is de realisatie van een zo gelijkwaardig mogelijke milieupolitiek en milieuhandhaving. Het verkrijgen van een zogenaamd ‘gelijk speelveld’ (level playing field) en harmonisatie zijn zowel vanuit economische⁵⁶ als ecologische achtergrond van doorslaggevend belang. Essentieel is om te beginnen met het afstemmen van de technische infrastructuur. Sec technisch gezien kan het belemmerend werken als op korte termijn gekozen wordt voor

één technologie. Door een te premature keuze van infrastructuren kunnen bepaalde technologie of schalen niet worden toegepast. Het is nog onzeker in welke verhoudingen de verschillende technologieën zullen bijdragen aan de noodzakelijke voorzieningen van algemeen nut. In grote lijnen zijn de opties voor de toekomstige invulling van de energievoorziening en de waterbehandelingsmethodes bekend (zie hoofdstuk 5).

Op dit moment valt niet te zeggen wat 'de winnende' energie technologie zal zijn. Bij de afvalwaterbehandeling ligt dat anders. De bestaande afvalwaterbehandelingstechnologie biedt alternatieven geen of weinig kans om de beginfase met de noodzakelijke kinderziekten door te komen.

De noodzaak tot flexibilisering vraagt om het maken van keuzes. De onzekerheid dwingt vrijwel altijd tot verder bouwen op bestaande systemen bij een centrale schaal. De verwachte capaciteitsverandering (groei) en de inpassing van nieuwe hernieuwbare bronnen leidt tot overdimensionering⁵⁷. Bij de liberaliserende energie- en afvalbehandelingssector staat de 'regie' centraal. In de 'oude, niet-geliberiseerde situatie volgde de infrastructuur de ontwikkelingen aan vraag- en aanbodzijde. In de geliberiseerde situatie dreigen vooral onderhouds-, duurzaamheids- en innovatieaspecten het onderspit te delven door een gebrek aan grip, aan regie. In een situatie die is gecreëerd om marktwerking, keuzemogelijkheden, kwaliteitsdifferentiatie en minder 'bemoënis' te verkrijgen, leidt dit tot meer regels, heffingen en vormen van regie van (nog verder) bovenaf (EU niveau)⁵⁸. Een terugtrekkende overheid kan het proces van een geleidelijke verandering bemoeilijken, door ondermeer conflicterende belangen op korte- (economische efficiëntie) en lange termijn (voorzieningszekerheid, duurzame ontwikkeling).

De 'Sandwichstrategie' als onderdeel van de EVSO (Ecologisch Verantwoorde Stedelijke Ontwikkeling, ook wel als 'Ecopolis strategie' benoemd) [Tjallingii, 1996] is, zoals geconstateerd in hoofdstuk 7, een bruikbare strategie die voortbouwt op de driestappenstrategie (zie hoofdstuk 2.2.1). De 'Ecopolis strategie' onderscheidt naast een bovenlaag (centrale overheid), een basislaag (de gebruikers).

baar gebied van oudsher een hybride karakter door de combinatie natuur/cultuur en educatie en techniek, naast het benutten van tegenstellingen als esthetisch/functioneel en netwerk versus plek (de combinatie van meerdere 'tuinen' heeft bij een goede ruimtelijke afstemming een extra ecologische meerwaarde). [Nio, 2000].

⁵¹ De stedelijke typologie die bestaat uit een ommuurde woonwijk komt met name in Noord- en Zuid Amerika al tientallen jaren voor. Vaak is het een wijk met een hek eromheen en een bewaakte ingang

⁵² Er wordt gekeken naar de verschillen tussen een volledig vrije markt met onbeperkt transport en handel aan de ene kant, en nationale (economische) autarkie zonder internationaal transport aan de andere kant [Weber, 2000].

⁵³ De Energieraad constateert voor de energie-infrastructuur dat algemeen het idee is ontstaan dat een duurzame (in de betekenis van volhoudbaar én milieubewuste) energiehuishouding alleen gerealiseerd kan worden als de energie-infrastructuur op relatief korte termijn ingrijpend wordt veranderd, maar dat voor de gestelde noodzaak van 'korte termijn' geen draagvlak lijkt te zijn [AER, 2003a].

⁵⁴ Bedrijven die gevestigd zijn in twee of meer landen [Weber, 2000].

⁵⁵ Er wordt onderzoek verricht in hoeverre alternatieve marktstructuren en alternatieve vormen van concurrentie kunnen bijdragen aan het geven van prikkels aan overheden om gewenste 'zachte' milieustandaarden op te leggen [Barrett, 1994].

⁵⁶ Onderzoek naar het verliezen van

de 'eigen hogere (milieu)standaarden' indiceert dat de overstap van nationaal (benaderende-) autarkie naar volledige vrijhandel tussen twee landen negatieve gevolgen heeft voor het welzijn in beide landen. Uit dit onderzoek blijkt dat dit niet komt door onvoldoende milieubescherming, zoals veelal geclaimd wordt door milieugroeperingen, maar een gevolg is van te veel bescherming van het milieu [Weber, 2000].

⁵⁷ Kwantitatieve pieken en dalen van aanbod binnen de verschillende stromen.

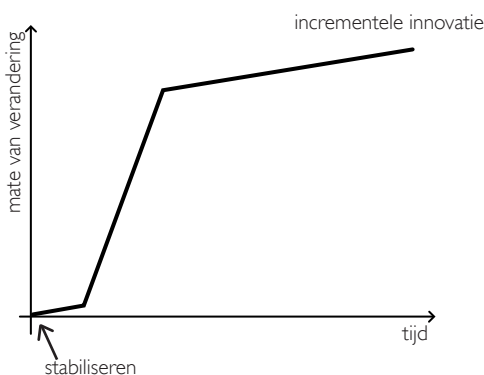
⁵⁸ De Energieraad doet aanbeveling een strikter marktregulering toe te passen (op Europees niveau), door aanpassingen in de tariefstructuur (via prikkels), bestemmingsheffingen en bescherming van de eindgebruikers te regelen [AER, 2003a; AER, 2003d].

Bij gebrek aan steun of initiatief vanuit de basislaag kan actie ondernomen worden, zodat (al dan niet geclusterd) op het niveau van de ‘autonome woning’ of van het individu gehandeld wordt. Het sluit daarbij aan bij het ‘subsidiariteitsprincipe’ binnen de Europese gemeenschap, al wordt het naar nog lagere schaalniveaus doorgetrokken. Dit is van belang omdat de strategie goed moet aansluiten op de verschillende fases van het ontwikkelings- en bouwproces (gekoppeld aan de belangrijkste thema’s voor duurzame ontwikkeling). Kringlopen worden daarbij in (en om) het eigen huis zoveel mogelijk gesloten⁵⁹. Bepaalde verzorgde (nuts)voorzieningen blijven voor de meeste gebruikers echter noodzakelijk. Het tussenniveau van de stad of de wijk speelt daarom een belangrijke rol bij het realiseren van projecten die gebruik maken van de keuzemogelijkheid tussen het individuele initiatief (afwijken) en de volledige verzorging door-, en afhankelijkheid van centrale netwerken. Meerdere onderzochte referentie projecten in hoofdstuk 8 en 9 tonen dit aan.

Bij overgang van de huidige stromen naar stromen op basis van hergebruik en/of hernieuwbare bronnen, of zelfs gecreëerde ‘kleine kringlopen’, moet worden uitgegaan van de voornaamste eisen die gebruikers aan de verschillende stromen en bijbehorende (infra)structuren stellen: ‘betrouwbaar, betaalbaar en schoon’. Vaak is de onderlinge afweging de moeilijkheid. Door een groeiende afhankelijkheid in de samenleving, van elektriciteit lijkt betrouwbaarheid naast betaalbaarheid in belang te groeien, ten koste van ‘het schoon zijn’. Door meer nadruk te leggen op het aspect ‘betrouwbaarheid op de lange termijn’ kan mogelijk (weer) een duidelijker link naar ‘schoon’ gelegd worden. De ‘hoeders’ van de over het algemeen (nog) goed functionerende netwerken hebben een vergaande verantwoordelijkheid. Dit vraagt om ontwikkeling van een strategische langetermijnvisie. Een structureel andere aanpak biedt mogelijkheden: Koppeling aan andere vormen van beheer en flexibiliteit voor de eindgebruiker (als dienstverlening) en de dominante actoren. Daarnaast de introductie c.q. integratie van innovatie en reële milieubelasting ‘from source to service’ (de integrale milieukwaliteit)⁶⁰. Ten aanzien van het opnemen van de reële milieubelasting geldt dat een harmonisatie van de validatie, ook op internationale schaal, van groot belang is⁶¹.

Figuur 11.5

Afwisselende incrementele en structurele verandering c.q. innovatie



Voor innovaties geldt dat, binnen het (in hoofdstuk 10) geconstateerde belang van innovatie via ‘Process Re-engineering’ en vooral binnen het volgen van oplossingen volgens de ‘Lean-visie’, de Sandwichstrategie slechts gedeeltelijk hanteerbaar lijkt. Het is van belang dat een afwisseling plaatsvindt tussen stapsgewijze, kleine-, geleidelijke veranderingen (incrementele innovaties) en top-down innovatie (Figuur 11.5)⁶².

Het top-down nieuw ontwerpen van grote delen van het primaire proces is noodzakelijk om structurele verbeteringen te realiseren.

De in de probleemanalyse geconstateerde paradigmavolgende (incrementele) ontwikkelingen in de gebouwde omgeving en de bijbehorende infrastructuur, lijken de actualiteit van de noodzaak van een structureel herontwerp te ondersteunen. De sandwichstrategie vormt slechts een opstap voor de in hoofdstuk 4 als noodzakelijk geconstateerde voorwaarde van het inzetten van decentrale clusters binnen de aanwezige centrale netwerken. De innovatie moet meer vanuit de centrale schaal gestuurde verandering worden gevonden, gericht op de netwerkgeometrie (hoofdstuk 10) en verdergaande integratie en interconnectie tussen de stromen (hoofdstuk 9). Bovendien moet de centraal gestuurde verandering de in hoofdstuk 6 gestelde sturing vanuit de superstructuur, gebaseerd op meer dan de nu gangbare fundamentele behoeften (onderhoud en bescherming) volgen: de zogenaamde laterale behoeftevervulling. De binnen de suprastructuur geformuleerde maatschappelijke doelstellingen en fundamentele behoeften leiden daarbij tot eisen c.q. wensen (zowel kwantitatief als kwalitatief) ten aanzien van de in dit onderzoek centraal staande energie- en sanitatievoorziening⁶³.

11.4

Conclusies & Aanleiding Hoofdstuk 12, Deel IV

11.4.1

conclusies hoofdstuk 11

- Een ruimtelijke schaalafbakening wordt beïnvloed door tijd en, in geval van bottom up ontwikkelingsprocessen, 'overruled' door sociale-, geografische en/of politieke beslissingsstructuren.
- Vanuit 'duurzame ontwikkeling' gezien is het stedelijke ontwikkelingsmodel 'Gedecentraliseerde Concentratie', bij voorkeur uitgewerkt naar het principe 'Kringloopstad', te beschouwen als meest consequent- en voorwaardelijk.
- Het benoemen, ontwerpen, betrekken en in een wettelijk kader vastleggen van de ruimtelijke tussenniveaus 'ensemble/buurt', 'stedelijk netwerk' en 'euregio' en de bijbehorende groenstructuren is essentieel voor het slagen van duurzame ruimtelijke ontwikkeling volgens gedecentraliseerde concentratie.
- Variatie in dichtheden levert voorwaarden voor (technische) systemen en infrastructuren. Binnen deze oplossingsrichting geldt: aankoppelen en gedeelde efficiëntie (compactheid) of afkoppelen en individuele- c.q. lokale zelfvoorziening.
- Het aspect betrouwbaarheid en de voorzieningszekerheid op de lange termijn in relatie tot milieutechnische criteria moet meer aandacht krijgen.

⁵⁹ Het betreft veelal pioniers.

⁶⁰ Binnen de geliberaliseerde situatie krijgen kleinere projecten tot dusverre eerder een kans, zij het uitsluitend vanwege de geringe ruimte voor privé investeringen.

⁶¹ Het betrekken van infrastructuur binnen milieu-validatiemethoden kan de veranderingsprocessen

naar 'duurzame ontwikkeling' en het betrekken van lange termijn aspecten op gang brengen. Wellicht leidt dit tot ver(der)gaande innovaties, -betrouwbaarheid of zelfs ont koppeling, en onafhankelijkheid.

⁶² De grafiek toont de afwisseling door structurele en stapsgewijze verandering. De structurele verandering kan zowel een endogene als

exogene oorsprong hebben.

⁶³ De kwantitatieve zaken hebben betrekking op bijvoorbeeld het energie- en watergebruik, de emissies en de kosten. Kwalitatief gaat het meer om zaken als de toekomstwaarde van de infrastructuur, de betrouwbaarheid van de technologie, het imago en de innovatieve aspecten.

- Voor de noodzakelijke structurele ontwikkeling moet een ‘strategische lange termijn visie’ als uitgangspunt dienen. Hierbij moeten ‘toekomstwaarde’ en ‘correctievermogen’ als milieucriteria meer prioriteit krijgen.
- Een afwisseling van stapsgewijze en structurele ontwikkeling aan de hand van de verschillende (milieutechnische)criteria is noodzakelijk. Zij ondersteunen het proces van grotere flexibiliteit en grotere kwaliteitsdifferentiatie, bij gelijkblijvende of betere garanties voor zaken van ‘algemeen belang’, zoals bij de essentiële infrastructuren.
- De (ten dele-) noodzakelijke stapsgewijze (incrementele) ontwikkeling moet het E.U. principe van het oplossen op een zo laag mogelijk schaalniveau (subsidiariteits-principe) volgen (bottom up).

11.4.2

aanleiding hoofdstuk 12

Het opstellen van de belangrijkste condities voor de ruimtelijke structuur en het formuleren en afbakenen van de verschillende relevante schaalniveaus heeft geleid tot een serie van kansrijke ingrepen binnen het Programma van Mogelijkheden (PvM; zie hoofdstuk 14.3.5), met name vanuit het gezichtspunt van de ruimtelijke ordening. Duidelijke verweving van de ruimtelijke kwaliteit, dan wel het streven daarnaar, met gebruikers gerelateerde aspecten is gebleken. Andere infrastructuur en ruimtelijke vormgeving kan om ander en anders ingericht beheer en gebruik vragen. Bovendien geldt dat het weinig zinvol is om een ecologische- of ‘duurzame ontwikkeling’ te beginnen als dit sociaal gezien niet ‘volhoudbaar’⁶⁴ is. In de probleemanalyse⁶⁵ is beperkte- en in sommige gevallen zelfs teruglopende betrokkenheid van actoren geconstateerd.

Het is van belang om de belangrijkste criteria te formuleren waaraan technische deelsystemen, en hun begeleidende technische infrastructuur binnen een dergelijke ruimtelijke ontwikkeling moeten voldoen. Deze (ontwikkelings)criteria kunnen bij de uiteindelijke case-studie en mogelijke vervolgprojecten ook als evaluatiecriteria dienen. Ontwikkelingscriteria worden vaak opgesplitst in ecologische criteria, economische criteria en sociale criteria. Met betrekking tot de doelstelling van dit onderzoek is dit aangepast, te weten: De economische criteria worden niet als losstaande-⁶⁶, algemene criteria onderzocht, terwijl de ecologische- en sociale criteria wel als algemeen geldende criteria worden uitgewerkt. In aansluiting op de in hoofdstuk 9 geconstateerde noodzaak tot verdere verbinding c.q. integratie van de vaak onzichtbare technische infrastructuren en zichtbare ruimtelijke structuren, worden wel specifieke ruimtelijke criteria uitgewerkt. De drie algemeen geldende criteria die in het volgende hoofdstuk worden uitgewerkt betreffen: de ecologische- of milieugerelateerde criteria, de ruimtelijke criteria en de sociale- of gebruikersgerelateerde criteria.

⁶⁴ Zie hoofdstuk 2.2.1 .

⁶⁵ Zie hoofdstuk 1.3 en hoofdstuk 3.

⁶⁶ Economische criteria worden nadrukkelijk meegenomen bij de aan de praktijk gekoppelde case-studies

en als basis van een belangrijk gebruikersgerelateerd criterium: de betaalbaarheid.

Praktische Uitwerking

Ontwerp Parameters

Hoofdstuk 12

Ontwerp condities / criteria

Hoofdstuk 13

Sleutelfactoren en plan van aanpak

Praktische Interventie

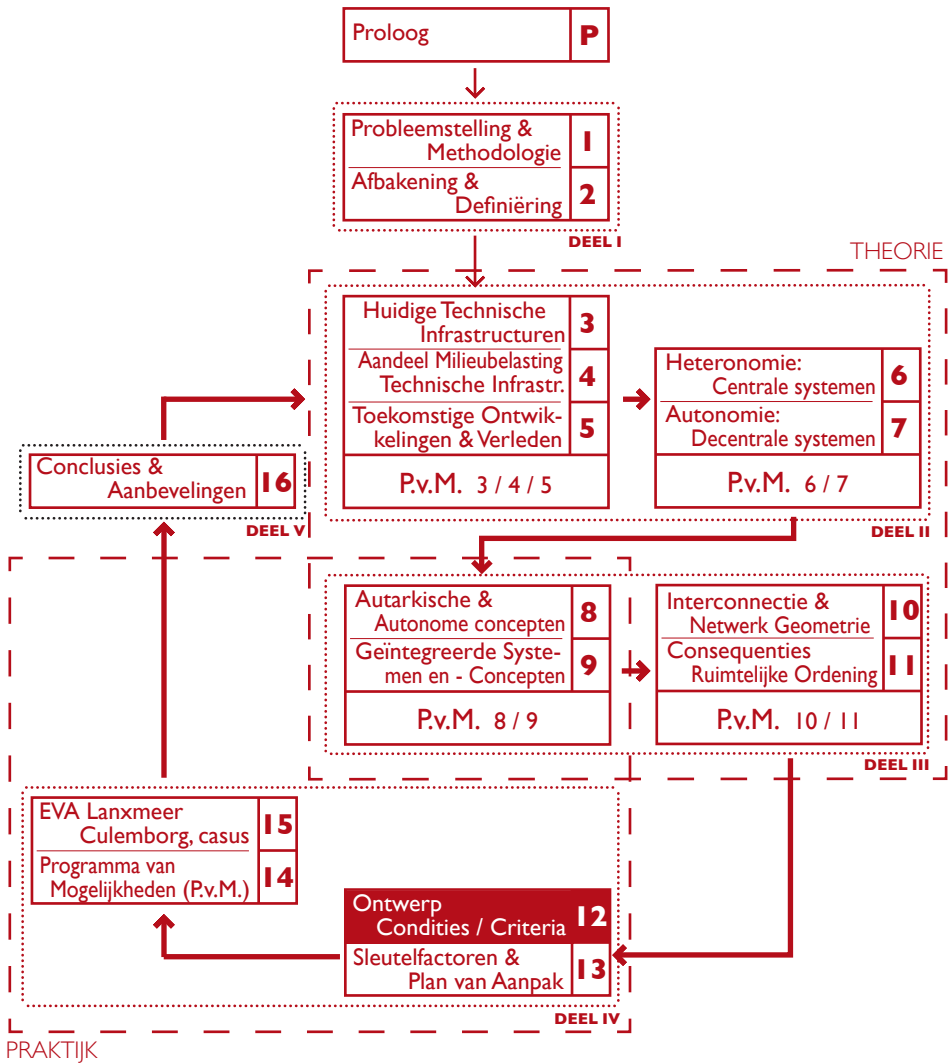
Hoofdstuk 14

Programma van Mogelijkheden (PvM)

Hoofdstuk 15

Casus EVA Lanxmeer Culemborg

DEEL IV



Ontwerp Conditioes / Criteria

12.1

Inleiding

12.2

Milieutechnische beoordelings- en evaluatiecriteria

12.3

Ruimtelijke beoordelings- en evaluatiecriteria

12.4

Sociale- c.q. gebruikers gerelateerde beoordelings- en
evaluatiecriteria

12.5

Conclusies & Aanleiding Hoofdstuk 13

h 12

“De toekomst ziet er niet langer uit
zoals men dacht, of zoals die had kunnen zijn
als mensen hun hersens hadden weten te gebruiken
en hun mogelijkheden beter hadden benut.
Maar de toekomst kan nog steeds worden
wat wij er redelijkerwijs en realistisch gezien
van verlangen.”

Aurelio Peccei

12.1

Inleiding

Dit hoofdstuk legt de basis voor de (toetsing van de) aan te dragen oplossingsrichting aangaande het realiseren van zelfvoorziening in de gebouwde omgeving, zoals deze in het tweede deel van het onderzoek wordt uitgewerkt voor een praktijkcasus. Meer concreet betekent dit het formuleren van randvoorwaarden c.q. toetsingscriteria voor inpassings- en verduurzamingsaspecten van decentrale- of lokale systemen in de gebouwde omgeving. Eerst wordt gekeken wat de belangrijkste milieutechnische condities, ofwel beoordelings- en evaluatiecriteria, zijn. Vervolgens de uitwerking van de te stellen criteria aan de ruimtelijke kwaliteit en de ruimtelijke inpassing van de systemen. Beide invalshoeken (ruimtelijk en milieutechnisch) raken de gebruikers gerelateerde condities, binnen de vierde achtergrondvraag¹, en worden als voorwaardelijke criteria voor beide andere criteria uitgewerkt².

Achtergrondvraag IV:

In hoeverre kan via het oplossen van duurzaamheidsvraagstukken de participatie en betrokkenheid van gebruikers verhoogd worden?

De criteria binnen dit onderzoek worden benut als beoordelings- en evaluatiecriteria en kunnen, naast het meer gangbare functionele programma van eisen, gezien worden als het programma van eisen vanuit de gekozen invalshoeken. Daarmee is achtergrondvraag V met betrekking tot de gekozen praktijkcasus Lanxmeer, Culemborg in het afsluitende hoofdstuk te beantwoorden.

Achtergrondvraag V:

Moeten- en kunnen de verschillende technieken voor het optimaliseren van de stromen samengevoegd worden in één "device" of dienen ze afzonderlijk geïntegreerd te worden in bestaande (infra)structuren of gebouwen?³

Elk criterium bestaat uit een definitie met een korte toelichting, en waar nodig voorbeelden. Waar mogelijk is in de inleidende paragrafen getracht de verschillende gethematiseerde criteria onderling te waarden.

¹ Toelichting bij achtergrondvraag IV (ten dele overgenomen uit hoofdstuk 1.3.2): 'Onderzocht moet worden in hoeverre het al dan niet dichterbij de gebruikers realiseren van autonome systemen m.b.t. de essentiële stromen leidt tot een grotere betrokkenheid van die gebruikers en of het meer zichtbaar maken van de oplossingen leidt tot al dan niet positieve gedragsveranderingen'.

² Als algemeen uitgangspunt voor een kansrijke oplossing geldt dat deze breed toepasbaar, technisch gezien haalbaar (nu of op korte termijn) en maatschappelijk accep-

tabel (nu en over langere termijn) moet zijn.

³ Toelichting bij achtergrondvraag V (overgenomen uit hoofdstuk 1.3.2): 'Het grond- en daglichtgebruik van de verschillende, al dan niet op natuurlijke processen gebaseerde, milieutechnieken om autonomie te realiseren moet worden geanalyseerd en waar mogelijk geoptimaliseerd. Is dit te integreren in bestaande bouwwerken of bestaande infrastructuur, en hoe is het proces van 'duurzame ontwikkeling' op wijk, buurt- of gebouwniveau in relatie tot de oplossing te optimaliseren. Wat zijn

de bouwkundige consequenties van het samenvoegen van de verschillende technieken en stromen van een hoger schaalniveau in een bouwwerk, en wat betekent dit voor de architectonische vertaling? Is een dergelijk bouwwerk zo te ontwerpen en te bouwen dat uitbreiding (en 'inbreiding') qua aantal (en grootte) van de stromen mogelijk is?'

12.2

Milieutechnische beoordelings- en evaluatiecriteria
technische deelsystemen

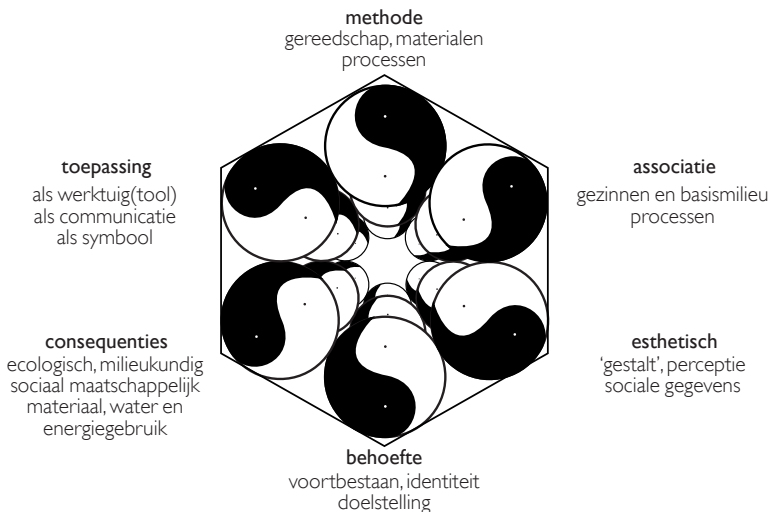
12.2.1

begripsbepaling

Volgens Papanek [1995] maakt een ontworpen product gedurende de gehele 'levenscyclus', milieutechnisch gezien tenminste zes potentieel gevaarlijke fasen⁴ door, zoals die zijn weergegeven in de door hem geïntroduceerde zeszijdige 'Function matrix'.

Figuur 12.1

Zeszijdige 'Function Matrix'



De fase 'Methode' doelt voornamelijk op de ontwikkelings- en bouwphase van een bouwwerk. Het betreft dan de bouwmethode, de toegepaste materialen en (de)montage aspecten. 'Toepassing' slaat op de gebruiksfase en is een variabele die actueler wordt omdat gebruikers steeds vaker van gebouw of woning veranderen [CBS, 2001; Ministerie vrom, 2004]. De factor tijd wordt van toenemend belang voor de milieutechnische consequenties. De fase 'Consequenties' duidt op de gebruiksfase, en dan specifiek op het verbruik van de bronnen en de productie van afval(stoffen). 'Esthetisch' is wellicht de meest onderschatte component in de bouw in relatie tot milieutechnisch presteren (zie proloog). Dit kwaliteitsaspect heeft veel invloed op het milieubewust gebruik (als tijdsaanduiding en als volhoudbaar) gedurende de gehele levenscyclus. Ook fase 'Associatie' speelt steeds vaker in de bouw, nu sprake is van een frequenter wisselende 'mode' in het uiterlijk van interieur en exterieur⁵. De component 'Behoefte' ten slotte is de enige component die in de bouw niet zozeer als variabele op te vatten is aangezien, de behoefte aan huisvesting, of 'bescherming' als één van de voornaamste fundamentele levensbehoeften⁶ wordt beschouwd⁷.

Dat 'duurzaamheid' een breed begrip is, en dat duurzaamheid gerelateerde criteria al gauw belendende onderwerpen overlappen toont de formulering van 'duurzaamheidscriteria' door Lettinga [1997], op basis van het stuk "nagestreefde duurzaamheid voor de stedelijke waterketen" (TNO-MEP rapport, 1986). Hij noemt de volgende criteria⁸:

- Technische eenvoud, goedkoop in aanschaf (*)⁹.
- Eenvoudig en goedkoop in bedrijf en onderhoud (*).
- (Zeer) Lage energiebehoefte.
- Toepasbaar bij/voor grote verscheidenheid van afvalwaters, vaste residu's, vervuilde grond, lucht of afvalgas.
- Toepasbaar op alle schaalniveaus.
- Situatie onafhankelijk (*).
- Gering grondgebruik (*).
- Grote flexibiliteit, geringe gevoeligheid
- Hoge efficiëntie.
- Geen overlast (*).
- Lange levensduur.
- Getoetst op hergebruik.
- Geen noodzaak tot gebruik van dure additionele voorzieningen en geen beslaglegging op voorzieningen op een hoger schaalniveau (bijv. een rioleringsstelsel en centrale elektriciteitsvoorziening (*).
- Bevordering van regionale onafhankelijkheid en zelfvoorziening.
- Bevordering participatie van de bevolking (*).

Tezamen¹⁰ met de eerder genoemde milieutechnische deelaspecten van Papanek heeft dit geleid tot de samenstelling van de belangrijkste milieutechnische criteria bij het beoordelen en/of evalueren van een technisch (deel)stelsel:

1. minimale vervuiling van bodem, lucht, grond- en oppervlaktewater (h.12.2.2);
2. zoveel mogelijk sluiten van (stof)kringlopen (h.12.2.3);
3. toevoeging van grondstoffen minimaliseren/optimaliseren (h.12.2.4);
4. minimaal energieverbruik / maximale energieproductie (h.12.2.5);
5. maximale gezondheids garanties / hygiëne: veiligheid (vrij van dreiging) (h.12.2.6);
6. voorzieningszekerheid & consistentie (h.12.2.7);
7. toekomstwaarde: flexibiliteit en uniformiteit (h.12.2.8);
8. incasseringsvermogen sabotage/verkeerd gebruik (h.12.2.9).

Voor verschillende milieutechnische deelcriteria geldt dat ze ruimtelijke en sociale consequenties kunnen inhouden die moeilijk verenigbaar zijn met gestelde condities of zelfs in strijd kunnen zijn met één of meer van de andere (milieutechnische) criteria¹¹. Het is van belang ze onderling te waarderen. Binnen de driestappen strategie van de overheid (hoofdstuk 2.2.2) zou dit leiden tot een volgende indeling.

⁴ De verschillende fasen, of 'componenten' zijn overigens niet gelijk gesteld aan ketenonderdelen.

⁵ Gebruikers vereenzelvigen zich steeds vaker met een bepaalde uitstraling. Imago kan zowel in het nadeel als in het voordeel van verduurzaming werken (bijv. acceptatie van zonnepanelen op daken en windmolens in het landschap).

⁶ Zie hoofdstuk 6.2.2 ten aanzien van de fundamentele behoeften binnen de 'suprastructuur'.

⁷ Wel kan met een groter arsenaal aan bestaande, niet (optimaal) benutte bouwwerken de vraag gesteld worden of er überhaupt wel gebouwd moet worden.

⁸ Het betreffen 'duurzaamheidscriteria' specifiek voor sanitatiesystemen in relatie tot de door Lettinga noodzakelijk geachte vermindering van kwetsbaarheid.

⁹ Opmerkelijk is dat Lettinga ook de niet sec aan verduurzaming gekoppelde aspecten, hier weergegeven met: (*) als 'duurzaamheidscriteria'

benoemt. Ze zijn beter te omschrijven als ruimtelijke criteria dan wel als sociale criteria

¹⁰ Alhoewel de criteria geformuleerd zijn voor specifiek de (klein)stedelijke waterketen zijn ze ook te extrapoleren naar de andere essentiële stromen.

¹¹ Voorbeeld is de conditie van het afschermen ter voorkoming van vandalisme en/of sabotage versus de zichtbaarheid ter stimulering van ondermeer een grotere betrokkenheid.

De eerste drie criteria hebben betrekking op de tweede stap, het sluiten van kringlopen van stoffen. De vierde vereiste komt overeen met de eerste prioriteit, terwijl de milieutechnische deelcriteria 5, 6, 7 en 8 in meer of mindere mate betrekking hebben op de kwaliteit en levensduur van het product. De prioriteitstelling komt voort uit het grotere belang dat van overheidswege gesteld wordt aan de korte tot middellange termijn vanwege de eenvoudiger implementeerbaarheid en realiseerbaarheid van oplossingen.

Uit oogpunt van een meer structurele verbetering leidt dit tot een prioriteitsstelling, die meer de volgorde van het Nederlandse bouwbesluit volgt¹². Zo leidt dit bijvoorbeeld tot de hoogste prioriteit voor maximale gezondheids garanties en hygiëne, ofwel het vrij van dreiging zijn (criterium 5), als gekeken wordt op grond van de meer algemene doelstellingen en behoeftenstructuur van de in hoofdstuk 6 behandelde suprastructuur. Daarna komt de voorzieningszekerheid c.q. consistentie (criterium 6), vervolgens het optimaliseren van grondstoffen, de minimale vervuiling, en het sluiten van kringlopen (de criteria 3, 1 en 2). Ten slotte pas de optimalisatie van het energieverbruik, het incasseringsvermogen en de toekomstwaarde (criteria 4, 8 en 7). Alle acht criteria moeten te allen tijde in samenhang met elkaar gezien worden¹³.

De acht milieutechnische criteria worden in relatie tot de essentiële technische infrastructuren en -deelsystemen in de volgende paragrafen nader toegelicht.

12.2.2

minimale vervuiling

Dit criterium betreft de invloed vanuit de technische component binnen ons milieusysteem op de andere drie deelcomponenten van ons milieusysteem: de fysische componenten, de biotische componenten en de a-biotische componenten¹⁴ [Kristinsson, 1997a]. Dit houdt in geen, of een minimale inzet van (milieutechnisch gezien) probleemstoffen ('bron') en geen of minimale emissies als gevolg van lekkages en verliezen ('put')¹⁵. Er mag bovendien geen wezenlijke verandering/verslechtering van de biodiversiteit optreden. De gestelde effecten zijn te voorkomen via vroegtijdige scheiding van verschillende stroomkwaliteiten, andere vormen van transport, ander materiaalgebruik en het verkleinen van de transportafstanden waardoor kans op lekkages verkleind en de detecteersnelheid verhoogd worden.

12.2.3

sluiten van (stof-)kringlopen

Dit beoogt het gebruik van de grondstoffen te verminderen door het maximaal hergebruiken van stof(deel)stromen en optimale cascadering naar kwaliteit van energie. Ten aanzien van de elektriciteit, warmte en afval(hergebruik) is de juiste vorm van cascadering, op basis van exergie, een gradiëring naar kwaliteit, de oplossing. Voor de verschillende sanitiestromen houdt dit in dat deze zo 'puur' mogelijk gehouden worden¹⁶. De verschillende kwaliteiten c.q. deelfracties die hieruit voortkomen kunnen daarna volgens de cascaderings⁻¹⁷ of exergieprincipes, van hogere naar lagere kwaliteit in gebruik worden verwerkt en mogelijk teruggebracht¹⁸. Algemeen: schone functies bij schoon oppervlaktewater, schoon water alleen gebruiken waar nodig en vervuilende functies (met zo mogelijk hergebruik van relatief schoner afvalwater) zo dicht mogelijk bij zuivering plaatsen [Terpstra, 1997].

12.2.4

optimaliseren toevoeging van grondstoffen

Dit geldt voor wat de stromen betreft in sterke mate voor de afval(water)stroom. Het gaat om minimaal gebruik van bijvoorbeeld de hoogwaardige grondstof 'drinkwater' voor laagwaardige toepassingen (verdunnen, transporteren, en dergelijke)¹⁹. Ook een zo laag mogelijk gebruik van chemicaliën (dat wil zeggen niet natuurlijke stoffen) ten behoeve van de zuivering en kwaliteitscontrole valt onder dit criterium.

Voor de te realiseren technische infrastructuur geldt dit deelaspect voor alle gedefinieerde stromen. Het gaat om het materiaalgebruik in aantal en grootte, en de milieubelasting van de desbetreffende materialen²⁰. Vooral de schaal van toepassing (afstand en hoeveelheden) en de al dan niet noodzakelijke overdimensionering door afwijkende of variërende vraag- en aanbod, dan wel capaciteit van de stromen en de infrastructuur, zijn doorslaggevende aspecten.

12.2.5

minimaal energieverbruik / maximale energieproductie

Voor de energiestroom is dit aspect te vertalen naar een maximaal exergetisch rendement²¹. Het 'maximaliseren' geldt vanaf de opwekking dan wel winning tot en met het transport²², de opslag en het (her)gebruik ofwel voor de gehele keten, de levenscyclus of net(werk).

¹² Bij het bouwbesluit is de volgorde van prioriteitstelling: gezondheid, veiligheid, functionaliteit (c.q. betrouwbaarheid, stabiliteit).

¹³ De gestelde varianten in prioriteitstelling komen voort uit het optimaal ondersteunen van maatschappelijke behoeften dan wel het realiseerbaar maken van beleid. Het is moeilijk, zo niet onmogelijk om te spreken van een onderlinge waardering (hoewel dit wel gebeurt in verschillende milievalidatiemethoden). Binnen de functiematrix van Papanek vallen alle criteria binnen drie van de zes gedefinieerde fasen: Consequenties (1, 3, 5), Behoeftes (6, 7, 8 –en indirect ook 1), en Methode (2, 4, en ook 1). Dit betekent dat de milieutechnisch gezien "potentieel gevaarlijke fasen" Associatie, Toepassing en Esthetisch in dit hoofdstuk onbenoemd blijven, qua condities c.q. criteria. Mede daarom worden de ruimtelijke criteria afzonderlijk benoemd (paragraaf 12.3).

¹⁴ Het betreft verschillende negatieve effecten op de bodem (a-bi-

otisch), de lucht of atmosfeer (fysisch), de flora en fauna, het grond- en oppervlaktewater (biotisch).

¹⁵ Bij transport door middel van vrachtwagens geldt dat de afstand en de keuze van het soort brandstof van de voertuigen er voor kan zorgen dat zo weinig mogelijk milieuvreemde stoffen uitgestoten worden. Ook het bundelen of voorkomen van deze vormen van transport en het kiezen van het juiste transportmiddel en –wijze is van belang.

¹⁶ Zo weinig mogelijk verdund en zoveel mogelijk gescheiden inzamen en transporteren.

¹⁷ In het algemeen is het streven dat het water van schoon naar vuil en van hoog naar laag (natuurlijk verloop) stroomt.

¹⁸ Een kringloop kan benaderd worden door afvalstoffen te scheiden en her te gebruiken, maar eventueel ook door stoffen lokaal te 'lozen' en terug te brengen in de grote natuurlijke kringloop (mits het voldoet aan de eisen van volhoudbaarheid) en naar behoefte lokaal weer te winnen. Lokale lozingen mogen geen te hoge

concentraties tot gevolg hebben op de ene plek en tekorten op andere plaatsen.

¹⁹ Schoon drinkwater is als onderdeel 'onderhoud' (zie hoofdstuk 6) een eerste levensbehoefte van de mens. Het is niet zomaar en in overvloed voorhanden, ofschoon het huidige systeem van waterbeheer dit wel suggereert. Het huidige (hoge) verbruik van drinkwater verdund de afvalwaterstroom. Verdund afvalwater is echter minder makkelijk te behandelen en vergt daardoor meer energie en ruimte [Werner et al., 2004; Lens et al., 2001].

²⁰ Zie hoofdstuk 3 en hoofdstuk 4.

²¹ Het vinden van toepassingen die zo dicht mogelijk tegen de kwaliteit van de energiedrager aanliggen.

²² Onderzocht wordt bijvoorbeeld in hoeverre hogere voltages en gelijkstroom, met grotere leidingdiameters en minder transformatiestappen een oplossing kunnen vormen [Friedeman, 2002].

De (afval)water en afvalstroom is voor het energieverbruik op te splitsen naar de ketenonderdelen:

1. inzameling,
2. transport, en
3. behandeling.

Ad. 1. inzameling:

Het verbeteren van de compactheid van de stromen bijv. door het verminderen van het gebruik van water met een hoge energiecomponent (drinkwater), door het ingezamelde volume te comprimeren via vacuümmethodes, of door het onder druk comprimeren en opvangen c.q. afvlakken van de aanbod- en vraagpieken.

Ad. 2. transport:

Transport van afval kost per definitie energie omdat dit over de weg, spoor dan wel water plaats vindt. De juiste keuze van transportwijze, transportmiddel of -systeem, tezamen met optimalisatie van ophaalfrequentie en transportafstanden kan het energetisch rendement van het transport als geheel verbeteren.

Ook het transporteren van (afval)water kost energie. Vooral het noodzakelijke pompen (bij afvalwater)²³, samen met het onder druk houden van de substantie (bij drinkwater) vraagt veel energie. Het totale energieverbruik neemt toe bij vergroting van de afstand, volume en de complexiteit²⁴ van de desbetreffende infrastructuur.

Als de afvalstroom meer geconcentreerd van samenstelling is kan voor een alternatief transportsysteem, zoals een vacuümsysteem, gekozen worden²⁵. Een andere optie is gebruik van gravitatie (vrij verval) bij transport van meer geconcentreerde afvalwaterstromen.

De meeste composttoiletten zijn hiervan een voorbeeld.

Ad. 3. behandeling:

Bij de behandeling is het volume van de afvalwater- en afvalstroom bepalend voor het energieverbruik. Steeds vaker wordt energie terug gewonnen.

12.2.6

maximale veiligheid, gezondheidsgaranties en hygiëne

Veiligheid is in te delen naar sociale veiligheid en fysieke veiligheid [Voordt & Wegen, 1990]. Fysieke veiligheid betreft het geheel of maximaal vrij van dreiging zijn van de mogelijkheid tot verwonding en/of levenseinde, als gevolg van natuurlijk of menselijk gevaar [vrij naar Suddle & Waarts, 2003]. Sociale veiligheid is veiligheidsbeleving, en wordt wel gepercipiëerde veiligheid genoemd [Dorst, 2005]. Gevoelens van onveiligheid hangen af van persoonskenmerken en van de omgeving [Hoek, 1994]. De omgeving heeft zowel betrekking op de sociale als op de fysieke omgeving²⁶.

Ten aanzien van de essentiële deelstromen heeft veiligheid vooral betrekking op gezondheid en hygiëne. Systemen moeten voldoen aan een juridisch vastgelegde hygiënische standaard. Bij de gezondheidskritische stromen afval en water kunnen gezondheidskritische bacteriën zoals de e-coli bacterie, pathogenen en farmaceutische residuen aanwezig zijn [Wilderer, 2001]. Daarom is het van belang dat de systemen, waar de deelstromen een verschillende behandeling en toepassing kennen, absoluut gescheiden blijven (juist bij lozing op het oppervlaktewater)²⁷. Wat betreft de nagestreefde duurzame ontwikkeling voor de stedelijke waterketen heeft de angst voor milieu- en gezondheidsgevaaren in eerste instantie geleid tot

tamelijk absoluut gestelde criteria met betrekking tot waterkwaliteit en –kwantiteit²⁸. De criteria kunnen gekoppeld zijn aan de ligging²⁹. Ook bij de elektriciteit en warmtestromen moet afhankelijk van het transportmedium rekening gehouden worden met aspecten als de legionellabacterie (warm water) en zogenaamde indirecte of directe verstoring³⁰. Hygiëne kent een ‘subjectieve’, zogenaamde gevoelskant, ‘de beleving’ van hygiëne³¹. Een goede voorlichting en het betrekken van gebruikers (communicatie) bij dit soort oplossingen kan de subjectieve beleving helpen corrigeren. Veiligheid in de zin van ‘vrij van dreiging’ kan ook zijn, geen hinder van andere gebruikers. Door de grote verschillen tussen gebruikers is voor de één eerder sprake van hinder (probleem) dan voor de ander³².

12.2.7

voorzieningszekerheid en consistentie

Dit aspect geldt zowel op de gemeenschappelijke schaal voor aanvoerstromen (drinkwater, energie) en de retourstromen (afvalwater, afval), als op individuele schaal in de zin van het vrij zijn van onderhoud en storingen.

Elke stroom heeft een eigen limiet qua tijd dat de voorziening zonder functioneren kan blijven. Bij stromen zoals drinkwater en in mindere mate warm water en gas is het, bij goede communicatie vooraf, mogelijk enige tijd niet ‘te leveren’³³.

²³ In Nederland onvoldoende hoogteverschillen die benut kunnen worden,

²⁴ Deze wordt ondermeer bepaald door het aantal bochten en aftakkingen. Bij transport van afvalwater door leidingen geldt: hoe meer verdund (-vloeibaarder) des te gemakkelijker, maar des te groter het volume doorgevoerde substantie.

²⁵ Dit kost ondanks het kleinere te transporteren volume, meer energie maar leidt tot aanzienlijke reducties van de leidingdiameters, wat neerkomt op een kleinere energie-inhoud van de materialen in vergelijking met meer conventionele systemen.

²⁶ Er zijn een aantal omgevingskenmerken van belang: (1) gevoelens van onveiligheid (de aanwezigheid van potentiële daders c.q. gevaar); (2) sociale controle; (3) zichtbaarheid en overzichtelijkheid en (4) attractiviteit [Dorst, 2005; Pauwels, 1998; Hoek, 1994; Voordt & Wegen, 1990]. De laatste twee kenmerken zijn binnen de ruimtelijke criteria (hoofdstuk 12.3) en de gebruikersgerelateerde criteria (hoofdstuk 12.4) apart opgenomen. De eerste twee omgevingskenmerken zijn beter te verbinden aan de hier gestelde gezondheidgerelateerde garanties (vrij van dreiging

en controle/garantie).

²⁷ Door het gescheiden inzamelen van de afval(water)stromen bezit elke stroom een karakteristieke samenstelling die een specifieke behandelingsmethode mogelijk maakt. Hoe specifiekere deze methode, hoe gevoeliger ze is voor afwijkende stoffen en dus vermenging met andere kwaliteiten.

²⁸ Lettinga [1997] pleit er voor om in bepaalde omstandigheden af te stappen van de heersende paradigma's en een "verantwoorde aantasting" toe te staan (de achtergrond van een agrariër die faeces waardeert als voedingsstof). Hij stelt dat het niet duidelijk is waarom in bewoonde gebieden beslist geen sprake zou mogen zijn van "enige (acceptabele) aantasting van ecosystemen en accumulatie van verontreinigingen". Dit geldt zo mogelijk meer voor de zogenaamde buitengebieden.

²⁹ De ligging in een hinderzone (qua geluid, reuk, explosiegevaar e.d.) of minder eenduidig gedefinieerde zones zoals nabij hoogspanningsleidingen, waar de afstand tussen woningen en het midden van de leidingen vaak (nog) verschilt per gemeente (het RIVM, de Gezondheidsraad en Essent adviseren een onbebouwde bufferzone van 25 meter aan te

houden, "niet in verband met gezondheidsrisico's maar vanwege onderhoud en voorkomen van ongelukken") [Gezondheidsraad, 2001; Lelie, 2002].

³⁰ Van toepassing bij de elektriciteit en communicatiestroom. Verstoring betreft bijvoorbeeld het plaats vinden van negatieve effecten door straling, ongewenst contact en/of kortsluiting.

³¹ Bijvoorbeeld voor het gebruik van bepaalde desinfecterende schoonmaakmiddelen. Het niet mogen of kunnen gebruiken van deze wel op de markt voorhanden zijnde middelen kan als afbreuk van het gebruiksgemak en van de (beleving van de) hygiëne ervaren worden, zoals de composttoiletten. Veel van de huidige composttoiletten zijn zo ontworpen dat er tijdens gebruik en onderhoud geen fysiek contact is met faeces en urine. De werkelijke hygiëne is goed, terwijl de beleving van hygiëne, wellicht door een bepaalde groep gebruikers, minder positief is.

³² Dit pleit voor locatie en gebruikersspecifieke oplossingen.

³³ Bijvoorbeeld ten behoeve van het kunnen uitvoeren van werkzaamheden.

Vooral voor elektriciteit hebben, volgens de principes van lineaire (dynamische) systemen, kleine oorzaken vaak grote gevolgen. De uitval dient tot een absoluut minimum beperkt te worden³⁴. Het principe geldt ook voor gezondheid rakende stromen zoals de afvoer van zwart afvalwater, en in mindere mate voor afval en overige afvalwaters. Door aanpassing van gebruik kan zonodig aangestuurd worden tot tijdelijke stopzetting.

12.2.8

toekomstwaarde: flexibiliteit en uniformiteit

De toekomstwaarde van een systeem en van de infrastructuur wordt bepaald door flexibel in te spelen op toekomstige ontwikkelingen; ofwel hoe bepalend zijn de keuzes nu voor keuzes in de toekomst. Technologische verbeteringen zijn een 'driving force' achter veroudering [Hinte et al., 2003]. Elk systeem moet een vermogen³⁵ bezitten om in te kunnen spelen op de dynamiek van veranderingen binnen de gebruikperiode zoals, binnen integraal waterbeleid, het op kunnen vangen van de fluctuaties met verschillende omlooptijden³⁶.

Onderscheid is te maken tussen procedurele flexibiliteit en inhoudelijke of programmatische flexibiliteit. Inhoudelijke flexibiliteit is in te delen naar verschillende programma's (bijvoorbeeld technisch deelsysteem, ruimte indeling, etc).

Het 'faciliteren' van een bepaalde verwerkingscapaciteit van bijv. afval(water) vraagt een zekere mate van flexibiliteit. Als dit niet gebeurd wordt de infrastructuur de belemmerende factor in het veranderingsproces vanwege te hoge kosten of een verouderde technologie. Dit speelt ook voor de energie-infrastructuur. De Energieraad stelt dat de energie-infrastructuur zélf niet de drijvende kracht is in veranderingsprocessen en dat ze eerder 'faciliterend' is dan 'sturend'³⁷ [AER, 2003a]. In hoofdstuk 2 is geconcludeerd dat dit, in de Nederlandse situatie, niet expliciet waar is. De inpassing van nieuwe technologie is afhankelijk van de aanwezigheid van de benodigde energiedrager, maar ook van de capaciteit van het aangelegde net³⁸.

Bij aanwezigheid van meerdere (markt)partijen is enige mate van gelijkwaardigheid voor deze partijen noodzakelijk: een zogenaamd gelijk speelveld, bekend als 'level playing field', om binnen de eisen van optimale flexibiliteit uitwisselbare eenheden te garanderen.

Flexibiliteit is nodig om zonder grote wijzigingen van het bestaande systeem, een door andere factoren ontstane (sterk) vergrote dan wel verkleinde toestroom c.q. vraag te kunnen verwerken³⁹. Dit moet zo mogelijk onafhankelijk van de andere criteria. Flexibiliteit kan in tegenspraak zijn met één of meer andere (milieu)criteria⁴⁰.

12.2.9

incasseringsvermogen

De samenleving en de economie zijn slechts minimaal voorbereid op een tekort aan, of het ontbreken van water en energie [NARUC, 2003; DOE, 2003; USEA, 2002; NGA, 2002]. Het is van essentieel belang dat de aanwezige systemen en infrastructuren incasseringsvermogen (correctievermogen) bezitten om uitval of verandering in kwantiteit of kwaliteit op te kunnen vangen⁴¹. Uitval of aantasting kan het resultaat zijn van, al dan niet opzettelijk, verkeerd gebruik of sabotage⁴². Beide aspecten impliceren sec technisch gezien voor een systeem hetzelfde, namelijk het ongevoelig zijn voor ongewenste andere processen dan waarvoor het ontworpen is. Ze vragen daarentegen wel een andere aanpak.

Verkeerd gebruik zal altijd voor (blijven) komen, bij willekeurig welk product of proces ook. Eén van de maatregelen om dit tot een minimum te beperken is het betrekken (en dan

gaat het om begrijpen) van de gebruikers bij het product en de daarbij behorende processen. Dit suggereert op z'n minst een zekere noodzaak tot tonen, laten zien/voelen/ruiken. Dit nauwer betrekken van de mensen is echter één van de minst gewenste aspecten met betrekking tot sabotage⁴³.

³⁴ De elektrificatie van de (Nederlandse) samenleving is vergevorderd. De elektriciteitsproducenten hebben altijd een reservecapaciteit ter beschikking. Door de liberalisering is de reservecapaciteit de laatste jaren echter onder druk komen te staan. Het creëren van reservecapaciteit kan op drie wijzen verzekerd worden: (1) de overheid houdt zelf reservecapaciteit aan; (2) producenten worden verplicht tot het aanhouden van een bepaald percentage aan reservecapaciteit; of (3) het apart beprijzen van capaciteit of reservecapaciteit, door leveranciers wordt verplicht, bijvoorbeeld bij elke 100 geleverde producten, moet een '100 + x' capaciteit (tegen bijv. een ander tarief), of x reservecapaciteit gekocht worden, waarbij als voorwaarde geldt dat de reservecapaciteit niet mag worden gebruikt voor productie [AER,2003d].

³⁵ Ook wel omschreven als 'ontwikkelingsvermogen' [NAWO, 2001].

³⁶ Fluctuaties per dag, per week, per maand en/of per seizoen. De natuurlijke fluctuaties zijn binnen het integraal waterbeheer mede richtinggevend voor de vorm en maatvoering van de infrastructuur.

³⁷ De energie-infrastructuur reageert op de ontwikkeling in omvang en technologie van vraag en productie [AER, 2003a], die bepaald worden door veranderingen in de suprastructuur.

³⁸ Een voorbeeld is de eventuele toepassing van micro-warmte/kracht. Hiervoor is een gasnet nodig dat voldoende capaciteit moet hebben. Een gasnet dat is uitgelegd op koken en bijstook voor een elektrische warmtepomp is dan niet voldoende. Als nu niet voor elektrische warmtepompen wordt gekozen en een elektriciteitsnet alleen ter voorziening van elektriciteitsvraag voor verlichting en apparatuur wordt aangelegd, zal ook de capaciteit van het net onvoldoende blijken om later alsnog elektrische warmtepompen

in te zetten. Afhankelijk van de dimensionering en de wijze van bedrijven kan bij micro WKK en PV ook teruglevering aan het net van belang zijn.

³⁹ Al dan niet door middel van een parallelle of seriële uitbreiding van de capaciteit. In de (huidige) praktijk leidt dit veelal nog tot overdimensionering: de piekbelasting wordt dan maatgevend voor de minimale maatvoering.

⁴⁰ Bij doorspoelen van meer (afval)water wordt de flexibiliteit van een systeem verhoogd, doordat het systeem minder gevoelig wordt voor het effect van milieuvreemde stoffen (verdunding).

⁴¹ Het correctievermogen is daarmee gelieerd aan het vermogen tot regeneratie en reflexibiliteit, ofwel "het vermogen om adaptief om te gaan met verandering" [NAWO, 2001].

⁴² Door de toenemende technische complexiteit van structuren en ketens wordt de kwetsbaarheid groter. Dat de effecten van sabotage of al dan niet opzettelijk verkeerd gebruik niet altijd tot gevaarlijke situaties leidt voor de specifiek deelstroom waar de storing ten gevolge van de uitval optreedt blijkt uit een analyse van Kreuger [1995] van de effecten van een uitval gedurende enkele weken van de elektriciteitsvoorziening van een gebied ter grootte van West-Nederland. De effecten beperken zich niet tot de elektriciteit. Ook de overige energievoorzieningen krijgen bij een dergelijke storing grote problemen: zo zal de verwarming van het merendeel van de bouwwerken uitvallen en zal het tanken van fossiele brandstoffen niet meer mogelijk zijn. De drinkwatervoorziening blijft wel functioneren, dat wil zeggen in gebouwen tot en met de vierde, wellicht vijfde verdieping. De grootste problemen worden als gevolg van uitval van de elektriciteitsvoorziening over zo'n periode verwacht bij de rioleringen. Rioolgemalen hebben

veelal nog geen noodstroomvoorziening. Op sommige plaatsen zal het daarom al na ca zes uur mis gaan.

Ik korte tijd zullen fecaliën en ander afval niet meer kunnen worden afgevoerd, met als consequentie dat er grootschalige overstort plaats vindt met directe gevolgen voor de gezondheid ter plekke. Mocht de uitval in een regenachtig jaargetijde plaatsvinden dan zullen de polders ook onderlopen aangezien ca. 95% van onze polderbemaling elektrisch is (de rioolbemaling vind nagenoeg 100% elektrisch aangedreven plaats). Mobiele stroomaggregaten zijn beschikbaar en kunnen ter plekke worden ingezet, maar bij uitval van een hele landstreek zal dit ontoereikend zijn. De communicatie zal in eerste instantie minder problemen ondervinden van een dergelijke elektriciteitsstoring. Hoofdcentrales hebben noodaggregaten en kleinere centrales blijven doordraaien op accu's (eventueel gevoed door mobiele aggregaten). Ook hier zal een langdurige storing in een groter deelgebied onvoldoende op te vangen zijn. De verwachting is verder dat het telefoonnet door overbelasting zal uitvallen [Kreuger, 1995]. Over het algemeen gaat het om storingen in kleinere gebieden die sneller zijn op te lossen. De grootste, minst geanalyseerde risico's ontstaan door de interactie en sequentie van uitval die plaats kan vinden bij al dan niet opzettelijk verkeerd gebruik [NARUC, 2003]. De factor tijd is evenals de schaal van de storing van cruciaal belang. Tijd is moeilijk beheersbaar, de omvang van de storing biedt evenwel mogelijkheden. Het is algemeen bekend dat een netwerkstructuur die uit al dan niet gekoppelde kleinere deelsystemen bestaat, een groter incasseringsvermogen bezit met betrekking tot plaatselijke verzwakking c.q.verstoring.

⁴³ Beschadiging door ongelukken of sabotage aan kritieke delen van een leidingnet kan een grote reikwijdte hebben. Bij graafwerkzaamheden in

Hiervoor geldt juist de wens tot een zekere gecontroleerde afstand. De gecombineerde oplossing voor beide (uitval of aantasting), naast het creëren van incassingsvermogen van het product/systeem, zal liggen in het nauwer betrekken, waarbij er een grotere ‘zichtbaarheid’ voor de medegebruikers dan wel passanten komt. Allerlei min of meer ingrijpende mogelijkheden zijn te introduceren om verkeerd gebruik te detecteren en te corrigeren⁴⁴.

12.3

Ruimtelijke beoordelings- en evaluatiecriteria

12.3.1

begripsbepaling

Bij het maken van een keuze uit verschillende systeemopties is het van belang dat de varianten aan de hand van vooraf vastgestelde criteria beoordeeld worden. In de bouw worden ‘criteria’⁴⁵ al snel gekoppeld aan het gerenommeerde drietal van Vitruvius: bruikbaarheid (gemak), bouwbaarheid (degelijkheid) en schoonheid (genoegen)⁴⁶. De meeste mensen zijn geneigd om bouwbaarheid objectieverbaar te noemen, bruikbaarheid minder, en schoonheid eigenlijk niet [Sierksma, 1988; Quanjel & Zeiler, 2003]. Bij het maken van specifieke systeemopties zijn de Vitruviaanse criteria verwerkt binnen de eerder toegelichte driedeling: stromen, gebieden en actoren⁴⁷ [Tjallingii, 1996]. In onderliggend onderzoek wordt een groter schaalniveau beschouwd dan dat van het gebouw (en de context) alleen. De vier belangrijkste condities voor de vitaliteit, en daarmee milieupotenties van het grotere schaalniveau van stedelijke milieus zijn: flexibiliteit, complexiteit, identiteit en strategie [Urhahn & Bobic, 2000]. De condities combineren Papanek’s functies Associatie, Toepassing en Esthetiek. Flexibiliteit is goed te omschrijven als criterium voor systemen. Bij complexiteit en identiteit ligt dit anders. ‘Identiteit’ wordt binnen onderliggend onderzoek beschouwd als een gebruiker gerelateerd criterium; ‘complexiteit’ is eerder in hoofdstuk 10 geanalyseerd en het beste te omschrijven als de maximale flexibiliteit om, een mix van kwalitatieve groottes (functies), kwantitatieve groottes (dichtheden, stroomgroottes) en het continue proces van transformatie, op te nemen. ‘Strategie’, ten slotte is noodzakelijk om de ruimtelijke kwaliteit te bereiken en te behouden⁴⁸.

Bij het beoordelen en evalueren van een technisch (deel)systeem zijn de volgende ruimtelijke criteria te onderscheiden:

1. inpasbaarheid in de woonomgeving (h.12.3.2);
2. optimalisatie (grond)oppervlaktegebruik (h.12.3.3);
3. minimalisatie/optimalisatie materiaalgebruik (h.12.3.4);
4. afscherming sabotage/vandalisme (h.12.3.5);
5. toegankelijkheid actoren (h.12.3.6);
6. optimalisatie inzameling/transport (h.12.3.7);
7. aanpasbaarheid/uitbreidbaarheid (h.12.3.8);
8. esthetische kwaliteit (h.12.3.9).

Ook voor ruimtelijke criteria geldt dat bij een mogelijke prioriteitstelling de op kwaliteit gerichte maatregelen belangrijker zijn dan de kwantitatieve maatregelen, omdat ze vaak voorwaardelijk zijn.

Er zijn binnen de criteria 2 soorten beoordelingswaarden te onderscheiden [Geldof, 1993]:

1. Begrenzingswaarden, en
2. Afstemmingswaarden⁴⁹.

Aangezien de criteria nagenoeg allemaal optimaliseringsvraagstukken betreffen, zijn ze, bij gebruik als beoordelingswaarde, alle acht te beschouwen als afstemmingswaarde.

Alleen de criteria afscherming en toegankelijkheid, die een dilemma kunnen inhouden, moeten als begrenziingswaarden worden gedefinieerd. Los daarvan zijn specifieke criteria of kenmerken te benoemen die vanuit de samenleving gevraagd worden in het proces van de besluitvorming bij de keuze en realisatie van de specifieke systeemoptie. Deze besluitvorming gerelateerde criteria zijn samen te vatten in de eerder genoemde drie dilemma's en raken niet alleen de ruimtelijke-, maar ook de milieutechnische- en vooral sociale criteria [Ruis, 1996]:

- 'snelheid en kwaliteit',
- 'zekerheid en legitimiteit',
- 'efficiëntie en participatie'⁵⁰.

Een voorbeeld van het eerste dilemma is het gevaar van trage of sluipende besluitvorming⁵¹. Eén van de negatieve effecten van sluipende besluitvorming is 'doelverschuiving'. Bij het dilemma snelheid (of tijd) versus kwaliteit speelt de vraag of deze elementen tegengesteld zijn aan elkaar of juist een voorwaarde voor elkaar⁵².

de buurt van kritieke componenten van technische infrastructuur is een eigenaar/-beheerder van ondergrondse infrastructuur er bij gebaat dat de informatie over de ligging van componenten zo nauwkeurig mogelijk is, terwijl vanwege dreiging van sabotage een 'brede' bekendheid omtrent de exacte ligging van deze kritieke componenten ongewenst geacht wordt [COB, 2003].

⁴⁴ Bijvoorbeeld door het systeem, of delen daarvan, afkoppelbaar te maken.

⁴⁵ Volgens Dewey [1931] heeft eenieder zijn eigen wereldperspectief, en heeft iedereen recht op dat perspectief, maar dat houdt niet in dat elk perspectief even veel 'waard' is. Die verschillende 'waarde' van perspectieven c.q. kritische oordelen impliceert dat er criteria moeten zijn op grond waarvan het verschil in waarde kan worden vastgesteld.

⁴⁶ *Utilitas, firmitas, venustas* [Vitruvius, s.d.].

⁴⁷ In de voorgaande paragraaf zijn de aan de 'stromen' gerelateerde milieutechnische criteria en milieutechnische kwaliteiten opgehangen. Deze paragraaf worden voor de 'gebieden' (en daarvan afgeleide kwaliteiten) ruimtelijke criteria gesteld.

Gerelateerd aan de 'actoren' kunnen sociale criteria, ofwel criteria vanuit het gebruikersperspectief gekoppeld worden (h.12.4).

⁴⁸ Vooral gericht op de wijze hoe regels optimaal toegepast kunnen (of moeten) worden om de gestelde doelen te bereiken.

⁴⁹ Begrenzingswaarden zijn er om belangen te beschermen (een absoluut gestelde grens), terwijl afstemmingswaarden tot stand komen in een afwegingsproces (het lokale optimum in tijd en ruimte).

⁵⁰ De roep om snelheid, zekerheid en efficiëntie speelt vooral bij de realisatie van projecten. Elk van de projecten is een doel op zich. De parameters kwaliteit, legitimiteit en participatie richten zich meer op de suprastructuur, waarbij aandacht wordt geschonken aan de doelstellingen van de projecten, inclusief de wijze waarop daarover besloten moet worden. Ten aanzien van het dilemma zekerheid versus legitimiteit moet bekeken worden hoe te voorkomen is dat maatschappelijke belangen onvoldoende expliciet en integraal worden afgewogen. De besluitvorming over de systeemkeuze en bijbehorende technische infrastructuur komt (te) vaak op

een 'sluipende' manier tot stand. Politieke keuzes kunnen de marktorientering van veranderingen in de infrastructuur bepalen, bijvoorbeeld door de snelheid van marktopening, mededingingsbeleid, tariefregulering, belastingsconstructies, milieuregels en toezicht [Ruis, 1996]. Vooral bij de introductie van nieuwe systemen en opwekkings- of behandelingswijzen zullen door de investering in moeite en tijd bij het doorlopen van het proces en de vele belangen die hierdoor ontstaan oorspronkelijke doelen en behoeften van het project steeds verder naar de achtergrond verschuiven.

⁵¹ Door het steeds bijstellen van doelen en uitgangspunten en door een fragmentering van beslissingsmomenten, is er sprake van een 'sluipende' besluitvorming. De argumentatie om een project (al dan niet) te realiseren verandert wanneer kritiek op het project (of argumenten om het project niet uit te voeren) niet voldoende kunnen worden weerlegd, of doordat de tijd de argumenten inhaalt [Bruijn et al., 1996].

⁵² Een voorbeeld is de besluitvorming bij de aanleg van de Betuwelijn, die bij grotere zorgvuldigheid niet of anders was uitgevoerd.

De Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid stelt dat het kernprobleem van traagheid bij het veranderen van systemen of bij het realiseren van nieuwe projecten gevormd wordt door de tijd die met de besluitvormingsprocedures is gemoed⁵³ [WRR, 1994]. Toch is niet wetenschappelijk hard te maken dat tijdsbeslag een probleem kan worden genoemd⁵⁴. In het algemeen stelt 'duurzame ontwikkeling' naast inhoudelijke ook processuele eisen aan besluitvormingsprocessen. Het sluit beter aan bij participatie, kwaliteit en legitimiteit dan bij efficiëntie, snelheid en zekerheid. Van belang is te beseffen dat de dilemma's niet in alle gevallen tegenstellingen inhouden: een snellere besluitvorming kan de legitimiteit (en actualiteit) van een besluit vergroten, en het streven naar draagvlak middels participatie kan de besluitvorming versnellen. Een goede, aansprekende esthetische ruimtelijk integratie c.q. oplossing is minder eenvoudig hard te maken, maar kan bevorderend zijn voor meerdere van de andere ruimtelijke, sociale en zelfs milieutechnische criteria.

12.3.2

inpasbaarheid in de woonomgeving

Bij een ontwerpopgave treedt altijd een afbakening naar schaal op. Zo ontstaat een gelaagdheid in ontwerpbeslissingen, waardoor besluiten op een hoger schaalniveau als kader gelden voor ontwerpen op een lager schaalniveau. Maar ook dient op een hoger schaalniveau rekening gehouden te worden met de ontwerpproblemen die aan de orde zijn op lagere schaalniveaus. In werkelijkheid is met betrekking tot de schaalniveaus sprake van 'glijdende' grenzen. Elk schaalniveau heeft een bepaalde, veelal beperkte, opnamecapaciteit⁵⁵ of bereik⁵⁶. Van de Ven [1995] introduceerde daartoe het begrip tijdschalen⁵⁷.

De mogelijkheden worden door de capaciteit bepaald. Dit is dus een kritische factor voor de mogelijkheid tot het bewerkstelligen van autonome entiteiten. De capaciteit is nauw verbonden met de inpasbaarheid in de woonomgeving (en –gebouwen) van de verschillende systemen en netwerken. Het gaat op voor de infrastructuur als geheel, maar vraagt extra aandacht in geval van de zichtbare stromen, zoals afval en (afval)water⁵⁸.

De ruimte die een systeem inneemt bestaat uit de ruimte voor de installatie, de leidingen en gebruiksappendages. De grootte en het ruimtebeslag van de installatie is vooral afhankelijk van het aantal gebruikers. Op gebouwniveau moet vaak aan bepaalde randvoorwaarden worden voldaan om inpassing van nieuwe technologie mogelijk te maken⁵⁹. Ook moet met aspecten als geluidshinder, visuele hinder, stank, mogelijke gevolgen van dynamische processen (trilling), gezondheid en veiligheid rekening gehouden worden. Daarnaast zijn installaties soms afhankelijk van specifieke omgevingsfactoren zoals (dag)licht en/of een bepaalde temperatuur. Vanzelfsprekend brengen de oplossingen ook beperkingen mee voor het algehele ruimtelijk ontwerp van een gebouw, een complex of ensemble of zelfs de gehele wijk⁶⁰.

12.3.3

optimalisatie (grond)oppervlaktegebruik

In de steeds dichter bevolkt rakende (stedelijke) gebieden is optimalisatie van het (grond)-oppervlaktegebruik een gegeven. Het gaat niet alleen om de benodigde fysieke ruimte voor behandeling, opwekking of transport, maar ook om de niet direct vereiste fysieke ruimte, als juridische (hinder)zones en ruimte die nodig is voor toegankelijkheid van systemen, maximale belastingen en eventuele belemmeringen.

12.3.4

minimalisatie c.q. optimalisatie van het materiaalgebruik

De eindigheid van bepaalde elementaire stoffen is een milieuprobleem. Dat wat gebouwd of geprojecteerd wordt moet altijd of eenvoudig te modificeren zijn, of veranderingen in het programma kunnen opnemen met een minimale materiële aanpassing. Dit begint op de stedenbouwkundige schaal [Hinte, 2003]. Thema's als 'dematerialisatie' en demontage ten behoeve van hergebruik worden belangrijker. Lichtheid en dematerialisatie zijn niet alleen milieutechnische-, maar ook ruimtelijke criteria, aangezien vergaande ontwikkeling en/of toepassing gevolgen heeft voor de schaal van toepassing en dus voor de directe samenhang van de Ruimtelijke Ordening.

Bij energiebesparing wordt vrijwel direct gedacht aan verbetering van efficiëntie aan de aanbodkant door inzet van betere conversietechnologie, die tot minder energieverliezen leidt. Vanuit het oogpunt van toekomstwaarde verdienen vraagbeperkende maatregelen de voorkeur boven efficiënte conversietechnologie. Deze zijn te koppelen aan de gebruiker, maar ook aan de omgeving van de gebruiker. Een goed casco staat tot renovatie 30 à 50 jaar en gaat daarna nog langer mee, terwijl efficiënte conversietechnologie, zoals een elektrische warmtepomp na zo'n 15 jaar moet worden vervangen⁶¹.

⁵³ Binnen het ontwikkelings- en realisatieproces kunnen wetgeving en beleid niet in alle gevallen tot legitieme afstemming tussen onderneming en de betrokken actoren leiden. Vijf beperkingen van wetgeving en beleidsvorming zijn: (1) er verloopt altijd zekere tijd tussen het moment waarop een maatschappelijk probleem optreedt of dreigt op te treden en het moment dat wetgeving en beleid gemaakt of geactualiseerd zijn; (2) de omstandigheden waaronder wetten en beleid tot stand komen kunnen veranderen zodat ze niet langer in alle situaties toepasbaar zijn; (3) de mogelijkheden tot naleven van wetten af te dwingen zijn beperkt; (4) door mondialisering en denationalisering is ontwijken van wetten en beleid uit te nutten. Bovendien zijn er staten waarin wetten en beleid niet volgens democratische principes tot stand komen; en (5) wetten kunnen niet eindeloos in complexiteit toenemen; op een gegeven moment wordt uitvoering onmogelijk, en bovendien is niet ieder probleem door middel van wetgeving op te lossen [vrij naar Steinman & Scherer, 2000; Linden, 2003].

⁵⁴ Een snelle besluitvorming is niet

per definitie beter. Een langzame besluitvorming kan zorgvuldiger en in een aantal gevallen kostenbesparend werken [Bruijn et al., 1996].

⁵⁵ De opnamecapaciteit heeft een technische en een sociale component. Zo kan het technisch gezien voortkomen uit het maximaal beschikbare en omzetbare daglicht ten behoeve van natuurlijke zuiveringsprocessen of om zonne-energie (uitgedrukt in W/m²) op te wekken. De opnamecapaciteit kan echter ook voortkomen uit (niet altijd zichtbare) sociale begrenzingen. Het is van belang om deze te combineren.

⁵⁶ Het bereik speelt bij bepaalde transportvormen, bijv. bij afvalafzuigsystemen. Vergelijkbaar is hoe vroeger de grootte van nederzettingen samenhang met de transportwijze, zoals vijf kilometer als diameter van de 'loopstad', twintig kilometer van de 'paardenstad', etc. [Reh et al., 2003] of het aantal inwoners (bijv. voor de Romeinen 50.000, i.v.m. de bestuurbaarheid).

⁵⁷ Bij fysische, chemische en biologische processen is sprake van tijdschalen, die bijvoorbeeld bij waterbeheer verbonden zijn aan de afstroming van water, bestaande uit een snelle piekafvoer en een trage

afvoer via grondwater.

⁵⁸ Tenzij sprake is van 100% hergebruik loost een decentraal afvalwatersysteem zijn effluent bijvoorbeeld op het oppervlaktewater. Daarnaast is sprake van hemelwater, dat kan worden vastgehouden, zo mogelijk benut en ingevoegd in het watersysteem. De mate waarin deze stromen mengen is afhankelijk van de situatie.

⁵⁹ Voor inpassing van warmtepompen moet het CV systeem op een lage temperatuur worden uitgevoerd, voor micro-WKK is een rookgasafvoer nodig en voor PV is het nodig dat de huizen op de zon georiënteerd zijn.

⁶⁰ Met uitzondering van een pilot-project in Almere (en naar verwachting Arnhem) wordt afval bovengronds afgevoerd. De noodzakelijke infrastructuur moet minimaal van omvang zijn i.v.m. consequenties voor het hele ruimtelijke ontwerp (zoals voor de brandweerauto).

⁶¹ Oriëntatie en constructieve maatregelen kunnen later niet meer eenvoudig worden aangepast.

⁶² Zie ook de milieutechnische criteria 12.2.8 en 12.2.9.

⁶³ Juist het tonen van het gehele proces (inclusief de minder 'mooie'

12.3.5

afscherming sabotage en vandalisme

Zowel meer centrale alsook decentrale systemen moeten in hun functioneren ongevoelig zijn voor vandalisme of sabotage⁶². Vooral waar het gaat om gezondheidskritische systemen. Dit criterium hoeft niet direct vertaald te worden naar het volledig afsluiten van de systemen naar de openbare ruimte⁶³. Sabotage kan alleen door verregaande maatregelen voorkomen worden. Beter is, vooral veel aandacht te besteden aan de detecteersnelheid (zichtbaarheid) en aan een mogelijk snelle afkoppeling van een deel van het systeem (bij grote(re) systemen), of het gehele systeem (bij kleinere systemen).

12.3.6

toegankelijkheid actoren

Ook wel aangeduid met ‘permeabiliteit’⁶⁴. Zowel ter controle en beheer, als ook voor informatie en educatie dienen de verschillende systemen toegankelijk te zijn voor de actoren. Eén en ander draagt bij aan het bewustwordingsproces bij bewoners/gebruikers van eigen handelen en van de mogelijke consequenties daarvan. Het biedt tevens mogelijkheid voor ander, zogenaamd “dubbel” gebruik (zie hoofdstuk 9.4).

De toegankelijkheid beperkt zich vaak niet alleen tot de schaal van personen. Het kan ook betrekking hebben op vervoer. Verkeer met een grote as-druk moet in de buurt kunnen komen (in verband met reparaties, toe- en afvoer van onderdelen c.q. deelstroomvolumes). Dit aspect kan ‘conflicteren’ met de gewenste afscherming tegen sabotage. Een zorgvuldige vormgeving van de toegankelijkheid kan hier op in spelen. Water kan bijvoorbeeld zichtbaar en hoorbaar zijn (visueel en auditief toegankelijk) zonder dat het bereikbaar is (fysiek toegankelijk) voor onbevoegden.

12.3.7

optimalisatie inzameling en transport

De inzameling en het transport moeten geoptimaliseerd worden qua ruimte-, energie- en materiaalgebruik. De laatste twee zijn reeds als milieutechnisch criterium uitgewerkt. Ruimtelijke consequenties zijn afhankelijk van de schaal van toepassing (in m¹, m² en m³), de transportwijze en het al dan niet bundelen van (oplossingen voor) stromen.

12.3.8

aanpasbaarheid en uitbreidbaarheid

Door steeds betere technieken en continu veranderende stromen is de aanpasbaarheid (lees flexibiliteit) en de fysieke behuizing van de systemen en stromen een belangrijk gegeven⁶⁵. Niet alleen mogelijke groei, maar ook krimp, door verbeterde techniek en verbeterde ontwerpen van installaties, moet opgevangen kunnen worden. Dit is, omdat de levensduur van het systeem verschillend kan zijn van dat van de woonwijk als geheel en/of van de technische infrastructuur⁶⁶.

Aan het begrip ‘flexibel’ is een duidelijk schaaloptimum te koppelen. Bovendien biedt het een zinvolle invalshoek voor innovatie. Het kiezen voor beide extremen, het hoogste schaalniveau (centraal⁶⁷) of het laagste schaalniveau (van een gebruiker, of woning⁶⁸) lijkt op voorhand vanuit dat aspect bezien dan ook niet gunstig.

12.3.9

esthetische kwaliteit

Dit aspect lijkt als onderdeel van ruimtelijke kwaliteit⁶⁹ moeilijk objectief te definiëren. Toch is het te beschouwen als één van de criteria voor blijvend succes van een ontworpen bouwwerk en voor zover zichtbaar voor de systemen [Kennedy & Kennedy, 1997; Vliet & Stein, 2004]. Er is bij sanitatiesystemen een principieel verschil tussen autonome systemen die (zoals het huidige flush-and-forget systeem) zoveel mogelijk anoniem en onzichtbaar hun werk doen, en integrale systemen die een zichtbaar en vanzelfsprekend deel uit maken van de dagelijkse leefomgeving [Luising, 2001]. Doel is om positieve redenen, positieve aansporingen (incentives) te vinden voor de installatie van een alternatieve oplossing [Winblad, 1998]. De beleefbaarheid van bijvoorbeeld een watersysteem in de wijk kan een onderdeel zijn. Een ideaalbeeld is ‘spelende kinderen (en volwassenen) in gezuiverd water’ [Pötz & Bleuzé, 1998].

Vanuit milieutechnisch oogpunt gezien is esthetische kwaliteit één van de potentieel gevaarlijke fasen in de levenscyclus van de entiteit. Uit hygiënische overwegingen zijn de onderdelen vóór de zuiveringsstap bijvoorbeeld niet geschikt om geheel zichtbaar of tastbaar te maken. Het aspect is nauw verweven met gebruikersgerelateerde criteria zoals Identiteit, Creativiteit, of Expressie (binnen het schema van Papanek). Daarbij haakt het in op twee van de in hoofdstuk 6 geformuleerde fundamentele behoeften. Het kan de milieuzorg, de eerste vereiste op weg naar ecologisch bouwen volgens het principe van voorwaardelijkheid [Jong, 1996] (zie Proloog; Figuur 0.5), helpen ondersteunen.

De noodzaak tot diversiteit – ook al moeilijk objectiveerbaar⁷⁰ – is een aspect dat bij esthetische kwaliteit samenhangt met het scheppen van optimale mogelijkheden voor de Identiteit, Creativiteit en Expressie.

aspecten), gecombineerd met een meer verfijnd (esthetisch) ontwerp kan tot op zekere hoogte positief gebruik bevorderen.

⁶⁴ Dit wordt gedefinieerd als de kwaliteit die beïnvloedt waar mensen kunnen gaan en staan, en waar niet [Roaf & Viljoen, 2004].

⁶⁵ Dit wordt naast flexibiliteit ook wel vertaald naar variëteit, ofwel ‘de kwaliteit die de mogelijke soorten menselijk gebruik beïnvloedt’ [Roaf & Viljoen, 2004].

⁶⁶ Een relatief nieuwe technologie kan ook relatief snel verouderen. De

flexibiliteit om een systeem te vernieuwen (‘upgrade’) moet aanwezig zijn. Omgekeerd kan een gebouw of een wijk, in technisch goede staat door demografische veranderingen opeens vanuit sociaal-ruimtelijke oogpunt verouderd zijn.

⁶⁷ Op stedenbouwkundig niveau is de mate van aanpassing van bebouwing en uitbreiding een indicatie. Ook hier geldt dat de onderdelen van het systeem bereikbaar moeten zijn voor vervanging/aanpassing/ reparatie.

⁶⁸ Op het niveau van de woning en

het woongebouw is de flexibiliteit af te meten aan de mate waarin andere indelingen in de plattegrond mogelijk zijn en in de mate waarin het systeem is te repareren of vervangen zonder de bouwkundige structuur aan te passen.

⁶⁹ Zie ook h 12.3.1 en h 12.4.6 .

⁷⁰ Habraken stelde dat diversiteit niet te ontwerpen valt [Habraken, 1983]. Het belang van diversiteit komt ondermeer voort uit de steeds grotere verscheidenheid aan leefstijlen, en de wens die te tonen [Urhahn & Bobic, 2000].

12.4

Criteria vanuit het gebruikersperspectief

12.4.1

begripsbepaling

Op allerlei gebied wordt nieuwe (decentrale) technologie ontwikkeld, maar de opname door c.q. realisering in de samenleving stagneert vaak [Timmeren & Röling, 2003b]. Van de wisselwerking individu – samenleving, die de aard van de menselijke behoeften in een stabiele samenleving kenmerkte, is niet veel overgebleven: de behoeften van de mensen lijken niet te verschillen van de geprogrammeerde behoeften van de maatschappij. Netwerkstructuur c.q. infrastructuur gerelateerde bedrijven bevinden zich in een spanningsveld tussen techniek, markt, maatschappij (algemeen belang) en regulering. Naast de eerder behandelde heersende paradigma en dominante actoren ligt de oorzaak veelal bij ‘gescheiden circuits’ in het technologie-ontwikkelingsproces [Vergragt, 1992]. De oplossing ligt mogelijk in een verbreding van ontwikkelingsnetwerken voor technologie.

Een andere oplossingsrichting is het verbeteren van de maatschappelijke betrokkenheid bij de nieuwe oplossing door middel van voorlichting en succesvolle voorbeelden c.q. ‘pilot-projecten’. Dit is gemakkelijker gezegd dan gedaan. Collingridge [1980] wees hier al op. Hij stelde met betrekking tot ‘technologie overdracht’ dat, wanneer een technologie nog ‘jong’ is, de maatschappelijke implicaties nog niet bekend zijn. Is dat wel het geval, dan is de technologie al zo zeer verankerd, dat ze niet goed meer aan te passen is. Dit wordt ook wel het ‘Collingridge-dilemma’ genoemd.

De bestaande technologie heeft een sterk systeemkarakter, waardoor ze zowel technisch als sociaal moeilijk aan te passen is [Vergragt & Groenewegen, 1989b]. Voor de aanpak en oplossing is het nodig fundamenteel na te denken over de maatschappelijke voorwaarden, waaronder deze technologie ontwikkeld is en heeft gefunctioneerd. De ontwikkelingen met betrekking tot de rol van de betrokken actoren zijn in hoofdstuk 3 geanalyseerd. Geconstateerd is dat veranderingen noodzakelijk zijn, maar ook dat maatschappelijke voorwaarden drastisch moeten veranderen. De vraag is of dit überhaupt mogelijk is.

Volgens McKenzie en Wajcman [1985] bestaan hierover drie opvattingen:

- technologisch determinisme: de auteurs stellen dat de technologie zich autonoom (vanuit zichzelf) ontwikkelt en niet vanuit de maatschappij beïnvloed kan worden;
- economisch determinisme: technologische innovaties zijn alleen succesvol op de markt te brengen wanneer dat economisch rendabel is;
- sociaal-constructivistisch determinisme: de technologieontwikkeling komt tot stand doordat overeenstemming tussen actoren wordt gecreëerd over de richting waarin de technologie moet gaan, en wanneer de verwachting van economisch rendement aanwezig is. Dit kan leiden tot een ‘self-fulfilling prophesy’ [Bijker, 1987].

Aangezien in hoofdstuk 5.2 de eerste twee opvattingen over de technologische ontwikkeling van de te onderzoeken stromen, en van de eraan gekoppelde technische infrastructuur als redelijk onwrikbaar zijn geanalyseerd, is te concluderen dat de oplossingen gebaseerd moeten zijn op de sociaal-constructivistische opvatting.

Het is van belang dat de actoren en hun belangen in kaart gebracht worden. Bovendien, en dat bleek in de vorige paragrafen meerdere keren, hangt een succesvolle implementatie van decentrale systemen ook af van de acceptatie door gebruikers. Acceptatie (adoptie) en

participatie door gebruikers is, naast de juiste kennis van de techniek door de gebruikers (voorlichting) van groot belang voor de betrokkenheid en voorkomt veel sociale, ruimtelijke (milieu)problemen. Betrokkenheid is voorwaarde voor het succesvol functioneren van al dan niet nieuwe, volhoudbare centrale, maar vooral ook van volhoudbare decentrale systemen. Er is daarom gekozen om de sociale condities, c.q. criteria vanuit dit gebruikersperspectief te formuleren.

Vanuit gebruikersperspectief zijn de volgende criteria⁷¹ (als sociale criteria) voor het beoordelen en/of evalueren van een technisch (deel)systeem te onderscheiden:

1. handhaving dan wel verhoging gebruiksgemak (h.12.4.2);
2. geen afbreuk aan comfort (h.12.4.3);
3. vergelijkbare kosten; op te delen naar investeringskosten en onderhouds- en gebruikskosten (h.12.4.4);
4. Machtiging ('empowerment'): onafhankelijkheid van gespecialiseerde instituties en infrastructurele netwerken / -systemen (h.12.4.5);
5. imago en leesbaarheid: esthetische kwaliteit en zichtbaarheid oplossingen (informaliteit/veiligheid) (h.12.4.6).

Ook voor sociale criteria geldt dat bij een mogelijke prioriteitstelling de op kwaliteit (welzijn) gerichte maatregelen belangrijker zijn dan de kwantitatieve maatregelen, aangezien ze voorwaardelijk zijn.

12.4.2

handhaving dan wel verhoging gebruiksgemak

Voor nieuw te introduceren systemen geldt te allen tijde dat het gebruiksgemak, zoals tot op dat moment gangbaar, niet mag verslechteren. Een mogelijk probleem is dat bij gebruikers, door een zekere vorm van gewenning, bepaalde gewoontes ingesleten raken⁷².

Daarnaast speelt steeds vaker dat toepassing van meer 'high-tech' ook zogenaamde 'high-touch' vereist⁷³ en dat comfort een subjectieve beleving betreft⁷⁴.

Het gebruiksgemak is in te delen in drie aspecten: het specifieke gebruik⁷⁵, het functioneren en het (eigen) onderhoud, zoals bij afval(water) waar de gebruiker geen omkijken naar heeft wanneer de verwerking centraal geregeld is ('flush and forget'). Als de verwerking decentraal plaats vindt, wordt de gebruiker meer geconfronteerd met gebruik (consequenties van gedrag) en onderhoud⁷⁶.

⁷¹ De sociale criteria die meer gereleerd zijn aan de overige actoren zijn opgenomen als voorwaardelijke criteria om aan deze gebruikgerelateerde-, ruimtelijke- en milieutechnische criteria te kunnen voldoen.

⁷² Vrijwel elke wijziging kan dan op verkeerde gronden als een verslechtering beoordeeld worden.

⁷³ Onderhoud en reparatie zijn steeds complexer, vragen zeer specifieke kennis en vergen ook vaak

fysieke aanwezigheid van specialisten [Kleinknecht, 1998].

⁷⁴ Comfort en de waardering van mogelijke veranderingen in gebruik zijn subjectief, en afhankelijk van culturele en demografische factoren. Een voorbeeld is dat jongeren, als de reden wordt uitgelegd, makkelijker accepteren dat de man moet gaan zitten bij het plassen (i.p.v. te blijven staan), dan eerdere generaties mannen [Werner, 2004].

⁷⁵ Voorbeelden zijn het verplicht moeten scheiden van afvalstromen, het moeten plaatsen van bepaalde gebruiksupparaten bij specifieke aansluitpunten (en soms op vaste aansluittijden) en de dubbele doorspoelknop op het toilet.

⁷⁶ In sommige gevallen, zoals bij het composttoilet, is de gebruiker volledig verantwoordelijk. Vaak blijft het onderhoud van gedeelde systemen grotendeels aan professionele organisatie(s) uitbesteed.

12.4.3

geen afbreuk aan comfort

Comfort is geen vastomlijnd begrip. We spreken van een zogenaamde glijdende schaal. Over het algemeen zal dit inhouden dat er geen als vervelend beschouwde beperkingen komen als gevolg van het gekozen systeem, wat neerkomt op een zekere betrouwbaarheid en robuustheid⁷⁷. De factoren tijd en regelbaarheid zijn belangrijke aspecten⁷⁸. Ook aan hinder gerelateerde aspecten -zoals geluid, geur, ruimtebeslag en uiterlijk zijn van belang [Beeldman, 1997]. Oude beproefde technieken worden door gebruikers geprefereerd vanwege de grote (bewezen) betrouwbaarheid. In praktijk gebrachte nieuwe technieken hebben vaak last van kinderziektes, die door veel gebruikers als nadeel wordt ervaren. Gevoelsmatig geeft dit een grote afhankelijkheid van bedrijven en instellingen om één en ander goed te kunnen laten functioneren. Ook een ander ontwerp van 'standaard' gebruikselementen van systemen kan als comfortreductie beleefd worden⁷⁹.

12.4.4

vergelijkbare kosten

Bij een woning gaat het in eerste instantie om de stichtingskosten en de kosten van benodigde installaties voor energie- en drinkwatervoorziening, en afval- en afvalwaterbehandeling. Daaronder vallen ook kosten van (bepaalde) bouwkundige maatregelen⁸⁰. Voor de gebruikers zijn de gebruiks- en verbruikskosten van belang⁸¹. Deze komen voort uit de investeringskosten en onderhouds- en beheerskosten. Enige variabelen zijn de factoren (afschrijvings)tijd en (mogelijk) eigen beheer. Het presenteren van de alternatieve oplossing als een positieve keuze is voorwaarde voor acceptatie [Winblad, 1998]. Daarbij mogen de kosten geen negatieve rol spelen⁸². Voor de technische infrastructuur geldt dat 'hoe meer leidingen in en om het huis liggen, hoe hoger de aanleg- en onderhoudskosten van de leidingen zijn. De hoeveelheid aan te leggen leiding wordt bepaald door twee factoren, te weten de afstand tot de verwerkingsinstallatie c.q. opwekkingsinstallatie (m^1), en het scheiden van een stroom in deelstromen van verschillende kwaliteiten (vraagt ook meer parallelle transportopties). Behalve voor de leidingen zijn de kosten van de installaties, verrekend per huishouden van belang, net als bepaalde aansprekende of belemmerende kosten dan wel subsidiaire regelingen⁸³.

12.4.5

machtiging (empowerment): onafhankelijkheid van gespecialiseerde instituties en verplichte netwerken

Dit hangt nauw samen met het onderhouds- en storingsgedrag van een toegepaste technologie⁸⁴ en de (vrije) beïnvloedbaarheid daarvan door de gebruikers⁸⁵. Bij een gemeenschappelijk warmtenet bijvoorbeeld is het afhankelijkheidsgevoel sterk⁸⁶. Steeds meer burgers bekruipet het gevoel dat de samenleving kwetsbaarder wordt, en dat dit onverminderd doorgaat [Lettinga, 1997]. Onder de noemer van 'verhoging van doelmatigheid', 'milieurendement' en 'gemeenschappelijk belang' wordt door de toepassing van geavanceerde technologie een steeds grotere afhankelijkheid gecreëerd⁸⁷. Wat door de relatief onbeperkte beschikbaarheid van energie, schoon water, afvalafvoer e.d. geleid heeft

tot enerzijds een grotere ontplooiingsmogelijkheid voor mensen, betekent aan de andere kant dat men afhankelijker is geworden: grotere ontplooiing gaat samen met vereiste grotere zelfbeheersing (onderhoud)⁸⁸.

Een groeiende groep mensen binnen de samenleving heeft een latent verlangen naar het verkrijgen van een grotere onafhankelijkheid. Deze groep mensen sluiten zich bewust buiten, zorgt voor zichzelf en voelt zich daar wel bij. Dit buitensluiten vindt plaats via het (semi) permanent vestigen in enclaves dan wel ‘nederzettingen’⁸⁹. Vaak gaat het om zogenaamde gedoogde vormen van wonen. Het creëren van een keuzevrijheid binnen de ruimtelijke ordening, die mensen de mogelijkheid biedt om onafhankelijk(er) van deze veelal zeer geavanceerde infrastructurele technische netwerken en de bijkomende (dure) gespecialiseerde instituties (voor onderhoud en beheer) gebruik te maken, is mogelijk een nieuwe sociaal doel.

⁷⁷ Geen hinder betekent geen verstoppingen in de leidingen (afvoer), uitval van toevoer (drinkwater, elektriciteit), geen stankoverlast of lawaai tijdens gebruik (of gebruik door derden), en dergelijke.

⁷⁸ Een bewoner wil het bijv. vrijwel altijd snel warm hebben en de temperatuur in huis goed kunnen regelen [Beeldman, 1997].

⁷⁹ Enkele voorbeelden zijn andere stopcontacten voor gelijkstroom en/of laagspanning (de gebruiker wordt gedwongen z'n aansluitingen te veranderen), een dubbel waterleidingnet met vereiste verschillende leidingsoorten (de doe-het-zelver kan niet zomaar de leidingen met zelfde materialen veranderen), verplichte compost- of afvalbakken (het ontbreken van goede ruimte), een composttoilet (het veelal geïntegreerde ventilatiesysteem voelt tijdens het gebruik vervelend aan) of een separeertoilet (de feces en urine worden apart ingezameld; de gebruiker moet altijd zittend urineren). Toch hoeft dit niet automatisch in te houden dat een dergelijke optie afvalt. In geval van het separeertoilet kan het probleem ondervangen worden door het plaatsen van een additief urinoir. Dit neemt wel meer ruimte in beslag en kan voor verschillende gebruikersgroepen, zoals kinderen, weer comfortproblemen geven.

⁸⁰ In verhouding tot de totale stichtingskosten stellen de kosten van vraagbepalende, bouwkundige maatregelen relatief weinig voor [Beeldman, 1997].

⁸¹ De systeemkeuze heeft invloed op de prijs van de woning, en in geval van huur op de maandelijkse huur- en servicekosten.

⁸² Naast altruïstische motieven (een schonere wereld voor ons allemaal, voorbeeldfunctie, etc.) is geldbesparing waarschijnlijk de belangrijkste aansporing (‘incentive’) voor alternatieve systemen te kiezen, het maakt niet uit of het gaat om centrale sanitatie, zonnepanelen of om windenergie.

⁸³ De heffingsvrije voet van de kleinverbruikersheffing, over de eerste 800 m³ en de eerste 800 kWh waar geen heffing over betaald hoeft te worden is soms niet toepasbaar. In het geval van een elektrische warmtepomp kan de bewoner niet van de vrijstelling voor aardgas profiteren; een nadeel voor deze optie. Niet vergeten moet worden dat 800 m³ aardgas meer energie vertegenwoordigt dan 800 kWh elektriciteit. Dit ‘probleem’ is ook te vertalen naar de vergelijking gasgestookte dan wel elektrische warmtepomp: een elektrische warmtepomp heeft minder GJ aan elektriciteit nodig, dan een aardgasgestookt systeem GJ’s nodig heeft aan gas, maar elektriciteit is per energie-inhoud wel duurder dan gas.

⁸⁴ Zie hoofdstuk 12.2.7 en h 12.4.3.

⁸⁵ Empowerment wordt gedefinieerd als ‘de kwaliteit die de gevoelsmatige mogelijkheid beïnvloedt om zaken te veranderen, anders dan (slechts) het reageren op’ [Roaf & Viljoen, 2004].

⁸⁶ Uit onderzoek naar de opinie over warmtedistributie blijkt dat afhankelijkheid als een nadelig aspect van warmtedistributie wordt beschouwd. Of deze perceptie terecht is, moet blijken uit onderzoek naar storingsgevoeligheid van gas-, elektriciteits- en warmtelevering [Beeldman, 1997].

⁸⁷ Deze afhankelijkheid wordt als beperkend ervaren door lagen van de bevolking met een krappe inkomenssituatie. Het wordt moeilijker je eigen leven te bepalen. Mensen hebben, soms tegen beter weten in, het verlangen om zelf dingen in de hand te (willen) houden.

⁸⁸ Geldof [1995] constateert met betrekking tot het stedelijk waterbeheer dat ‘in het verleden steeds meer verantwoordelijkheden weggehaald zijn bij burgers, terwijl men zich daarna verbaast dat burgers zich minder verantwoordelijk gedragen’.

⁸⁹ De verzamelnaam is informele stedenbouw. Het betreft wonen in vakantieparken of -huisjes, volkstuincomplexen en geannexeerde ruimten, zoals in hinderzones, die buiten de geëigende ruimten vallen door de afwezigheid van (delen van) de infrastructurele technische netwerken (zie hoofdstuk 6). Onder deze definitie lijken technisch gezien ook de zgn. ‘compounds’ (bewaakte omheinde woonoorden) te vallen, maar die zijn nadrukkelijk niet als vorm van informele stedenbouw aan te merken.

12.4.6

imago en leesbaarheid: esthetische kwaliteit & waarneembaarheid oplossingen

Het aspect esthetische kwaliteit is indirect bij de milieutechnische en ruimtelijke criteria behandeld. De esthetische kwaliteit van het systeem is niet eenvoudig te beoordelen. Een vergelijking met voorbeelden van water in de leefomgeving die als positief worden ervaren kan helpen⁹⁰. Een variant accepteren is afhankelijk van het (vaak) subjectieve beeld van de installatie en/of de bijbehorende infrastructuur. Dit wordt wel de leesbaarheid genoemd⁹¹. De bekendheid met en de informaliteit (waaronder gebruiksgemak) van een installatie en het imago ervan zijn van belang. Zonder voorlichting zal de publieke opinie een nieuwe technologie al gauw als ingewikkeld, teveel gedoe of als te futuristisch bestempelen en blijft men bang voor kinderziekten⁹². Onderdeel van het imago is de ‘transculturaliteit’⁹³. Het zichtbaar maken van processen die normaliter niet of minder bekend zijn geeft een gevoel van ‘veiligheid’ waarmee de kennis van effecten van eigen handelen vergroot wordt, en de gebruiker zich meer positief opstelt. Bovendien kan het leiden tot een verdere informaliteit (‘vertrouwd raken met’), mindere afhankelijkheid, een (gevoelsmatig) grotere veiligheid en bovenal een meer attractieve woonomgeving⁹⁴. De zichtbaarheid zorgt voor een bepaalde identiteit van de buurt, wijk of enclave en verhoogt de betrokkenheid door aan te sluiten bij de identiteit van de verschillende bewoners⁹⁵. Bij de milieutechnische, ruimtelijke en sociale optekening van Ruigoord [DIOC, 2000] (zie Figuur 8.27 b), een kunstenaarsnederzetting nabij Amsterdam die in principe niet als milieubewust te boek staat, noch gekenmerkt wordt door meer dan normaal milieubetrokken bewoners, blijkt dat door het ontbreken van aansluitingen op de riolering de mensen de (zwart)waterafvalstroom individueel en deels als cluster oplossen via septic tanks en/of helofytenzuivering. Uit de optekening blijkt ook dat op een enkele uitzondering na alle bewoners gebruik maken van eco-schoonmaakmiddelen omdat ze, naar eigen zeggen, “het riet bij gebruik van de ‘normale’ (af)wasmiddelen direct zagen plat slaan”. Met andere woorden, men zag en ondervond direct de nadelen van verkeerd handelen [Timmeren & Kristinsson, 2001]. Dit voorbeeld laat zien dat het weer zichtbaar maken van de afvalwaterstroom en bijbehorende behandelingsmethode onder bepaalde voorwaarden⁹⁶ kan bijdragen aan bewustwording en kan leiden tot gedragsverandering ten opzichte van het gebruik van natuurlijke hulpbronnen. Uit verschillende referentieprojecten (hoofdstuk 8 en 9) blijkt dat het meer zichtbaar maken van de stromen en op- of bewerkingstechnieken leidt tot een grotere sociale controle en dientengevolge vaak ook tot grotere betrokkenheid. Het raakt daarmee de in hoofdstuk 6 behandelde eis van veiligheid⁹⁷.

12.5

Conclusies & Aanleiding Hoofdstuk 13

12.5.1

conclusies hoofdstuk 12

- Voor verschillende milieutechnische deelcriteria geldt dat ze ruimtelijke en sociale consequenties kunnen inhouden die moeilijk verenigbaar zijn met gestelde condities of zelfs in strijd kunnen zijn met één of meer van de andere criteria.
- Structurele verbetering leidt tot een prioriteitsstelling van de criteria die de volgorde van de Nederlandse woningwet (1901) volgt, en die overgenomen is in het bouwbesluit

(1992): gezondheid, veiligheid, functionaliteit (c.q. betrouwbaarheid, stabiliteit). Nu is dit nog te vaak de volgorde ‘betrouwbaar, betaalbaar en schoon’ [ref. AER, 2003c].

- Op grotere schaalniveaus dan dat van het gebouw (en de context) zijn de ruimtelijke criteria, vanuit de algemene (nuts)voorzieningen, systemen en bijbehorende essentiële netwerken bezien: flexibiliteit, complexiteit, identiteit en strategie.
- De dilemma’s omtrent de vaststelling en toetsing van ruimtelijke criteria binnen een sociale context onderstrepen het belang van een integrale planvorming en –realisatie bij het ontwikkelen van milieubewuste, volhoudbare alternatieven voor de essentiële voorzieningen.
- In de zichtbare ruimtelijke structuren moeten de onzichtbare technische infrastructuren worden geïntegreerd. De verbinding tussen de milieucriteria en de ruimtelijke criteria levert bij de kritische stromen in sommige gevallen een dilemma: de noodzaak van gecontroleerde afstand versus het maximaal (zintuigelijk) betrekken van de gebruikers.
- De dilemma’s in relatie tot infrastructuur zijn: snelheid en kwaliteit, zekerheid in verhouding tot legitimiteit en efficiëntie in relatie tot participatie.

⁹⁰ Water en groen worden alom gezien als een belangrijk deel van een aantrekkelijke leefomgeving. De populariteit van tuinen en parken, fontein, grachten, vijvers etc. door de eeuwen heen bewijst dit. Op een meer prozaïsch niveau worden de waardeverhogende effecten van uitzicht op water op de transactie-prijzen van huizen geschat op 6 tot 15 procent [Bervaes, 2004]. Vraag is of onderdelen van oplossing van bijvoorbeeld decentrale waterzuivering dezelfde positieve associatie kunnen bieden, zoals die is verbonden aan oppervlaktewater, waterkunstwerken en groenvoorzieningen.

⁹¹ Gedefinieerd als ‘de kwaliteit die de mate waarin mensen begrip hebben voor de mogelijkheden die een plaats of systeem biedt, beïnvloedt’ [Roaf & Viljoen, 2004].

⁹² Bij gevoeldige systemen geldt dat een zichtbaar systeem kan bijdragen aan het inzicht en zal gebruikers bewust houden. Een onzichtbaar systeem moet ‘onderhouden’ worden door informatie.

⁹³ Gedefinieerd als ‘de kwaliteit die de capaciteit beïnvloedt om je onderdeel te voelen van een groter ecosysteem en het begrip van de rol die eenieder daarin speelt’ [Roaf &

Viljoen, 2004].

⁹⁴ De Jonge, hoogleraar Corporate Real Estate Management stelde: “duurzaamheid is dierbaarheid”. De verbinding tussen de eigen identiteit van een persoon en de identiteit van de gebouwde omgeving is van cruciaal belang voor de betrokkenheid [Dorst, 2002b].

⁹⁵ De huidige sanitiesystemen kunnen de hoeveelheid milieuvreemde stoffen, die de consument op het riool loost, verwerken zonder dat de consument merkt dat hij iets niet goed (genoeg) heeft gedaan. Een meer op een specifieke afvalstroom toegespitste behandelingsmethode zou deze hoeveelheden niet kunnen verwerken, met als gevolg dat de consument direct of indirect geconfronteerd wordt met de gevolgen van zijn actie of misschien zelfs de actie van een van zijn buurtbewoners. Dit zou na verloop van tijd moeten leiden tot een grotere participatie en mogelijk tot het ‘eigen maken van het systeem’ en een meer milieubewuste omgang met afval(water). Een bewustwordingsproces in combinatie met goede voorlichting is de enige methode om een toegespitst behandelingssysteem operationeel te kunnen houden.

⁹⁶ Ruigoord is een gemeenschap die als uniek, of zelfs uitzonderlijk valt te omschrijven. Het is een voorbeeld van een ‘Silent Green’ samenleving [Timmeren, 2003]. Aspecten en bevindingen zijn niet zondermeer te extrapoleren naar andere situaties in of buiten Nederland. Juist deze afwijkende aspecten kunnen gezien worden als toetsingskader voor heersende, afwijkende ideeën van ruimtelijke ordening en organisatie die verdergaan dan de infrastructuur en technische systemen alleen: te denken valt aan Lichte Stedenbouw, Informele Stedenbouw en vormen van zelfbeheer en vergaande bewonersparticipatie (zie hoofdstuk 5.6).

⁹⁷ Een beheersbare en als veilig ervaren omgeving kan door informele controle (bewoners zelf) en formele controle (politie, buurtwerk, etc.) bereikt worden. Jacobs [1961] stelde “street must have eyes”, ter bevordering van de informele controle: het laten participeren van gebruikers bij het beheer (behoud) van de (openbare) ruimte en daaraan gekoppelde of daarin geplaatste onderdelen, zoals zitjes, informatieborden, bushokjes of kunstwerken. Mogelijk kan dit ook voor bepaalde nutsvoorzieningen gelden.

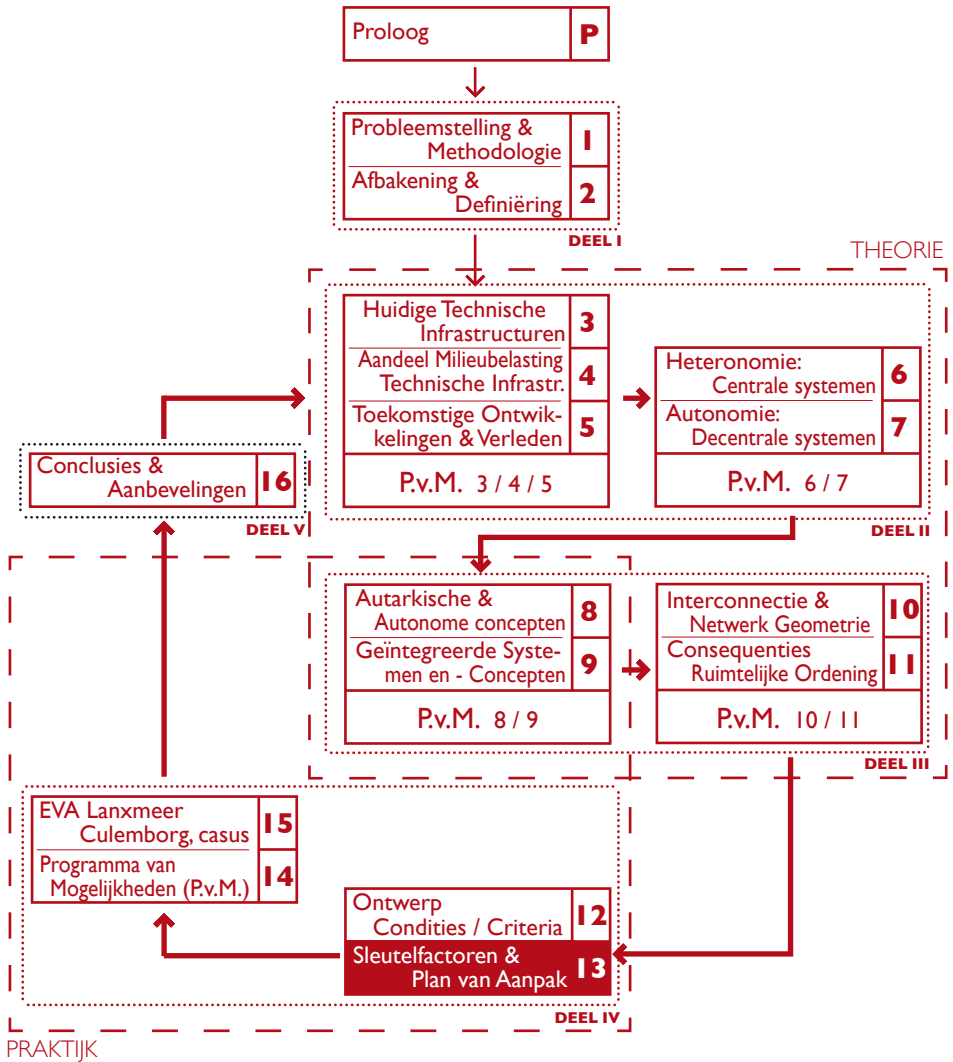
12.5.2

aanleiding hoofdstuk 13

Het opstellen van de criteria heeft geleid tot een serie van potentiële condities binnen het Programma van Mogelijkheden (PvM; hoofdstuk 14.4.2) om de vergaande doelstelling van het onderzoek, en het tweede-, ontwerpgerichte deel aan op te hangen. Milieucriteria staan niet los van de ruimtelijke criteria, de betrokken actoren, en de sociale criteria. De toetsing van de opgestelde milieutechnische criteria aan de zeszijdig functiematrix van Papanek [1995] heeft het belang van drie functies ‘Toepassing’, ‘Associatie’ en ‘Esthetisch’ als milieutechnisch gezien potentieel gevaarlijke fasen binnen de levenscyclus van producten getoond. De gewenste verschuiving van de fundamentele doelvervulling van de publieke netwerken van ‘onderhoud’ naar ‘bescherming’ geeft reden te bezien in hoeverre ruimtelijke schaalaspecten van invloed zijn op de keuze van verzekeren van publiek belang. Vooral daar, waar dit het belang van ‘duurzame ontwikkeling’ betreft (het kader van dit onderzoek). Het heeft (vooral) te maken met de wens tot bescherming van de fundamentele behoeften hygiëne/gezondheid/veiligheid en betrouwbaarheid. Zonder dat de voordelen van de in hoofdstuk 6 geconstateerde laterale fundamentele behoeftevervulling, zoals de onafhankelijkheid van de technische infrastructuren en technische deelsystemen, in gevaar komt, moeten we proberen dit te realiseren.

De duidelijke verweving van deze ruimtelijke kwaliteit, dan wel het streven ernaar met gebruikers en andere gerelateerde aspecten, is continu. Andere infrastructuur en ruimtelijke vormgeving kan om ander beheer en gebruik vragen. In de probleemanalyse is beperkte en in sommige gevallen zelfs teruglopende betrokkenheid van actoren geconstateerd. Om de gewenste ruimtelijke kwaliteit te bereiken is een duidelijke strategie voorwaarde.

Oplappingsrichtingen voorzien van een tijdpad worden uitgeschreven tot een plan, waarin het gewenste programma, de specifieke vorm van het ruimtelijke milieu, en de onderlinge afstemming van de verschillende betrokken actoren en aanwezige regelgeving is opgenomen. De analyse daarvan, en van de mogelijke vormen van sturing en de wijze waarop actoren al dan niet betrokken worden zullen in het volgende hoofdstuk aan de orde komen.



Sleutelfactoren en Plan van Aanpak

13.1

Inleiding

13.2

Ondersteunen van verandering

13.3

Vraag- en aanbodsturing

13.4

Participatie als voorwaarde

13.5

Conclusies & Aanleiding Hoofdstuk 14

h | 3

“Knowing is not enough,
we must apply.
Willing is not enough;
we must do.”

Goethe

13.1

Inleiding

In het voorgaande hoofdstuk zijn de geformuleerde criteria gerelateerd aan milieutechnische, ruimtelijke en sociale (maatschappelijke) kwaliteit.

Geprobeerd is het toetsingskader te completeren ter ondersteuning van de beantwoording van de onderzoeks hoofdvraag¹. De rol van de actoren en de wijze hoe ze betrokken worden is daarbij doorslaggevend.

Dit hoofdstuk tracht de basis te leggen voor enerzijds de (toetsing van de) aan te dragen oplossingsrichting zoals die in het laatste deel van het onderzoek zal worden uitgewerkt in de praktijkcasus, en anderzijds de wijze waarop dit in de praktijk, tezamen met de actoren is te realiseren en te beheren: Hoe de omgangswijzen aangaande implementatie van afwijkende centrale, decentrale en lokale systemen te formuleren. Indirect vormt het de opstap voor het beantwoorden van achtergrondvraag II² en III³ met betrekking tot de afsluitende praktijkcasus Lanxmeer in Culemborg. Het accent ligt daarbij op de mogelijkheid om de participatie en betrokkenheid van actoren, in relatie tot achtergrondvraag IV⁴ te vergroten.

Achtergrondvraag IV:

In hoeverre kan via het oplossen van duurzaamheidsvraagstukken de participatie en betrokkenheid van gebruikers verhoogd worden?

Bekeken wordt hoe de verschillende relevante actor(groep)en te betrekken zijn, en hoe gedrag te sturen is. Met het accent op het uitgangspunt van deze studie: strategische maatregelen ten behoeve van structurele verbetering, worden de belangrijkste methoden en strategieën geanalyseerd, om de in vorige hoofdstukken als gewenst naar voren gekomen innovatieve systemen in relatie tot het verduurzamen van de essentiële stromen te realiseren. Nadruk ligt op het implementeren, begeleiden en beheren op schaalniveaus die in de voorgaande hoofdstukken als meest kansrijk naar voren zijn gekomen: de drie laagste schaalniveaus. Interactie tussen de verschillende actoren én stromen speelt een centrale rol, en ligt in het verlengde van de belangrijkste conclusies van de voorgaande hoofdstukken: de milieutechnische en ruimtelijke condities op de verschillende schaalniveaus, en de regionale verbinding c.q. stedelijke vorm, de stedelijke typologie en de invulling ervan op gebruikersniveau (gericht op grotere betrokkenheid en gedragsverandering).

¹ Onderzoekshoofdvraag (overgenomen uit hoofdstuk 1.3.2): Hoe kunnen duurzame vormen van hergebruik en milieubewuste voorziening van de essentiële 'stromen' energie en sanitatie in de gebouwde omgeving worden gerealiseerd. Is er een optimale schaal, en wat zijn de consequenties voor de gebouwde omgeving?

² Achtergrondvraag II gaat over de verschillen, die voortkomen

uit de schaal van toepassing van oplossingen met betrekking tot de verduurzaming van de drie essentiële, technische (infra)structuren en de mogelijke consequenties op de andere schaalniveaus.

³ Achtergrondvraag III gaat over de optimale schaal of schalen van toepassing van nutsvoorzieningen (de essentiële stromen) en de mogelijk autonomie daarvan.

⁴ Toelichting bij achtergrondvraag IV (ten dele overgenomen uit hoofdstuk 1.3.2): Onderzocht moet worden in hoeverre het al dan niet dichter bij de gebruikers realiseren van autonome systemen m.b.t. de essentiële stromen leidt tot een grotere betrokkenheid van die gebruikers en of het meer zichtbaar maken van de oplossingen leidt tot al dan niet positieve gedragsveranderingen.

13.2

Ondersteunen van verandering

13.2.1

begripsbepaling

Techniek beïnvloedt het sociale leven⁵, ook al gaat dat niet zover als technici wel eens denken: sociale problemen zouden op te lossen zijn via technische oplossingen.

Buckminster Fuller⁶ stelde aan het begin van de 20e eeuw dat veelal oplossingen verwacht dan wel gezocht worden in “toekomstige technologische ontdekkingen, de zogenaamde nieuwe technologie die alles repareert wat verkeerd is op aarde”. Probleem is dat bij dit technologie-gefixeerd ('techno-fix') denken (zie hoofdstuk 5.2.3) te weinig rekening wordt gehouden met het feit dat de introductie ervan vrijwel altijd gepaard gaat met meerdere onvoorziene neveneffecten⁷ [Papanek, 1995].

Relatief gezien is onze beperkte kennis en organisatie een probleem bij de huidige oplossingen. De theorie is ontwikkeld op uitdagingen van gisteren, terwijl de context wezenlijk veranderd is. Zo wordt de maatschappij gekenmerkt door constante verandering en transformatie⁸ [Röling, 2000b]. Dit komt neer op het creëren van een nieuwe dynamische efficiëntie, een open-einde conditie als start in plaats van een vast einde om naar toe te werken [Hinte et al., 2003].

Evenals Todd en andere ecologen (zie hoofdstuk 9.4.3), biologen en sociologen [Holling, 1995; Maturana & Varela, 1992; Harper, 2000], stelt Röling dat 'cognitie' (waarneming, emotie/affectie en actie) [Capra, 1996] een meer centrale rol dient in te nemen binnen de huidige systemen en bijbehorende structuren c.q. 'gebieden' [Tjallingii, 1996]. Dit gaat verder dan 'adaptie' alleen. Al bij initiatief en ontwerp moet er rekening mee worden gehouden. Dit wordt wel een 'resource based view'⁹ genoemd, in tegenstelling tot de gangbare 'market based view'.

De (woon)gebiedsrelevante actoren kunnen zich binnen zo'n proces op de toekomst, de onzekerheid en het onverwachte instellen, waarbij ze alternatieve mogelijkheden voor het ontwerp c.q. de inrichting van de eigen (woon)omgeving ontdekken, onbewuste strategieën aan het licht brengen of bevorderen en permanente ervaring opdoen met het aspect gemeenschappelijk handelen.

Door een verknoping van zowel bronnen als aanwezige (betrokken) actoren kunnen de in een bepaald (woon)gebied aanwezige kansen effectiever benut worden. Centraal staat het incorporeren van het principe van 'improvisatie'¹⁰ Een voorbeeld van deze visie is de uitwerking van de 'Eco-kathedraal' in Mildam¹¹. Er worden vijf fasen onderscheiden van de vertaling van cognitie in 'ecologische rationaliteit' [Röling, 2000b]:

- Controle;
- Aanpassing;
- Leren;
- Verbeteren (evolueren / innoveren), en
- Terugkoppeling veranderen.

Vraag is op welke wijze duurzame technologie kan worden gestimuleerd, wie verantwoordelijk is, en hoe ze optimaal kan aansluiten bij de vijf fasen van cognitie. Moet het vanuit de overheid gestuurd worden of moet het worden overgelaten aan de industrie en de marktwerking¹².

In de praktijk lijkt efficiëntie en bekwaamheid van organisaties om te leren van, dan wel aan te passen op de markt te lijden te hebben onder een gebrek aan 'sociaal kapitaal'¹³

[Buchanan, 2002]. Ten aanzien van bijvoorbeeld de energiemarkt zijn zowel politiek, bedrijfsleven en maatschappelijke organisaties van mening dat de markt niet vanzelf het maatschappelijk belang van een goed functionerende energiemarkt, een acceptabele natuur- en milieubelasting en een ongestoorde beschikbaarheid van energie tot stand laat komen en dat de overheid op deze terreinen dus een taak heeft [AER, 2001].

13.2.2

belang van actoren

Weale [1998] stelt dat woongebiedgerelateerde actoren zich bevinden in een ‘democratische driehoek’ tussen de drie hoofdfactorgroepen: overheid, markt (economische actoren) en burgers. Binnen deze woongebiedgerelateerde actoren driehoek is sprake van een veranderde situatie tussen de staat en huishoudens en in mindere mate tussen de markt en huishoudens¹⁴. Het is een meervoudig verbonden netwerk. [Innes & Booher, 2000]. Het belang van een wetenschaps-institutioneel ‘pragmatische context’ moet door de belangrijkste-, en door sterk dominante actoren, onderkent worden.

⁵ Het op elkaar betrokken zijn van mensen en wat zich daaruit ontwikkelt en/of ontwikkeld heeft aan onderlinge relaties en aan verwachtingen over eigen en andermans gedrag [Smeulders, 1987].

⁶ Buckminster Fuller (1895-1983): Amerikaanse ingenieur, wiskundige, architect schrijver en uitvinder. Als ‘visionair van de moderne tijd’, ook wel de Leonardo da Vinci van de 20e eeuw genoemd. Eén der eersten die zich bewust was van de beperktheid van grondstoffen en waarschuwde voor een zorgvuldige omgang met het milieu. Ontwierp auto’s, (nood)gebouwen, universele landkaarten en zeer materiaalzuinige constructies [Röling, 2003]. Van belang zijn vooral de experimenten met geodetische koepels: sterke, goedkope koepels overtrokken met lichte materialen zoals aluminium, plastic, canvas of een lichte houtsoort, volledig op krachtwerking in de natuur(kunde) gebaseerde constructies en daarom materiaal economisch verrassend [Marks, 1966; Röling, 2003; Amazone, 2004].

⁷ Noch in algemene wetenschappelijke kennis, noch in een verandering van het economische systeem alleen of tezamen, is een basis te verwachten om het ecologische dilemma op te lossen. Mogelijk geldt dat de voorliefde voor technische oplossingen en ons vertrouwen in economische krachten in toenemende mate

deel uit maken van het probleem [Beck, 1994; Röling, 2000].

⁸ Het overleven van de mensheid hangt volgens Röling samen met de aanleg van de mens om paradigma’s te veranderen, en effectief om te gaan met die verandering [Röling, 2000, vrij naar Kuhn, 1970].

⁹ Do more with less [Hinte et al., 2003].

¹⁰ Improvisation is the concertino of action as it unfolds, drawing on available material, cognitive, affective and social resources [Cunha, 2000].

¹¹ Dit ‘kunstproject’ van Louis Le Roy is gebaseerd op de visie van de filosoof Henri Bergson, opgeschreven in “L’Evolution créatrice”, waarin hij de mens plaatst als een actief centrum in een creatief evolutionair proces in ruimte en tijd en waarin kortlopende acties of spektakels creatieve krachten kunnen ontlokken voor een bepaalde tijd, maar waar deze in de loop van de tijd zich moeten voegen naar een ‘tijd continuum’ om de echte ‘evolution créatrice’ te doen verschijnen [Hinte et al., 2003].

¹² De Leeuw [1992] relateert het bestuurlijk effect in zijn beschrijving van de “Wet van de Bestuurlijke Drukke” (...) “proberen meer bestuurlijk effect te bereiken dan mogelijk is, leidt onvermijdelijk tot meer bestuurlijke inspanning bij gelijktijdige vermindering van

het bestuurlijke effect”. Volgens Hengeveld [1993] wordt de begrenzing gevormd door het bestuurlijk vermogen en de bestuurbaarheid. Van Thijn [1979, p.106] stelde het marktdenken eerder al ter discussie: “(...) is het zo dat alleen een onbeheerste samenleving optimale ontplooiingskansen krijgt op de menselijke persoonlijkheid? Of is een zekere mate van beheersing van de samenleving toch voorwaarde om niet slechts aan onkelingen, maar aan iedereen ontplooiingskansen te garanderen”.

¹³ De inbreng van ‘sociaal kapitaal’ op een digitale manier verzorgen en verbeteren lukt steeds beter, zoals door het opzetten van een digitaal sociaal cluster. Bij het zogenaamde ‘Grameen bankieren’ worden mensen in een cluster gelinkt als ze een lening willen. Een groep van bijvoorbeeld vijf personen neemt de verantwoordelijkheid voor elk van de leden. Het systeem werkt uitstekend, terwijl de sociale banden tussen de leden, zonder dat men elkaar kent, over het algemeen zeer sterk zijn [Buchanan, 2002].

¹⁴ Zie hoofdstuk 1.4 t/m 1.6 (probleemanalyse).

Het impliceert dat ze bijdragen aan het methodisch werken, het uitvoeren van experimenten waar mogelijk-, het logisch redeneren, het toetsen van uitspraken en het communiceren in zo objectief mogelijke termen¹⁵. Dit gebeurt nog onvoldoende, met name daar waar het de aan gezondheidsaspecten rakende stromen betreft.

Innovatie in netwerken en werkwijzen biedt de mogelijkheid de maatschappelijke prestaties van de verschillende sectoren te vergroten. Sleutelbegrippen zijn democratisering¹⁶ en communicatie¹⁷.

Voor blijvend succes (vol functioneren) is acceptatie door de actoren doorslaggevend.

Projecten waarbij groepen 'woonconsumenten' initiatief nemen, en gedurende het gehele proces gezamenlijk als ontwikkelaar optreden, zijn hiervan een voorbeeld. De hoeveelheid milieumaatregelen op wijkniveau zijn groter dan bij 'doorsnee' projecten met aandacht voor 'duurzaam bouwen', al kunnen maatregelen ook individueel getroffen worden. Hoe eerder de (toekomstige) bewoners in het planproces worden betrokken, des te meer milieumaatregelen worden geëffectueerd [Silvester & Vries, 1999], en des te groter de (blijvende) betrokkenheid van actoren¹⁸ [Heel & Jansen, 1999].

Een reductie van de (drink)water- en energievraag door gebruikers zelf is een belangrijke methode om de milieubelasting van deze 'stromen' en alle erbij behorende technische infrastructuur te verminderen. Gesteld kan worden dat het een voorwaarde is voor een haalbare autonome c.q. voorziening met (verdergaande) aandacht voor duurzame ontwikkeling. Goede voorlichting, vergelijking met anderen of zelfs vormen van competitie met mede (groepen) bewoners leidt tot water-, afval- en energiebesparing bij of door bewoners. De organisatie Global Action Plan in Nederland heeft hiertoe diverse projecten opgezet¹⁹ [GAP, 2002; Luttervelt et al., 1997; Harland & Staats, 1997]. Tegelijkertijd constateert Duijvestein [2001] in de wijk Nieuwland te Amersfoort, en bij enkele andere milieubewuste woonprojecten, dat het besef van energie uit hernieuwbare bronnen, milieubewust gebruik tot op zekere hoogte in de weg kan staan²⁰.

De dimensionering van (autonome) systemen vindt plaats op basis van een mogelijke piekvraag²¹. Al dan niet samen met de gebruikers kan er voor gezorgd worden dat de piekvraag wordt geminimaliseerd.

In Tilburg en Groningen zijn zogenaamde 'Eco10' projecten²² opgezet [Quist et al., 1999b; Harland & Staats, 1997]. De resultaten zijn op verschillende manieren te interpreteren. Het doel, een gemiddelde energiebesparing van 10% voor gas en elektriciteit (ecosteps genoemd) werd door de huishoudens die aan het programma deelnamen gehaald, maar het betrof een wel erg minimale deelname²³. Vanwege dit geringe aantal deelnemers valt te stellen dat op de schaal van de wijk bezien de behaalde besparingen minder groot zullen zijn [GAP, 2002; Luttervelt et al., 1997]. Andermaal blijkt hoe belangrijk een brede²⁴ betrokkenheid van vooral de gebruikers is²⁵.

Onder bepaalde voorwaarden kan de visuele aanwezigheid, bijvoorbeeld van fotovoltaïsche cellen of waterzuiveringsmethoden, en het goed inzichtelijk maken van de resultaten het proces ondersteunen²⁶ (zie ook hoofdstuk 12.4.6).

Het is van belang om juridische aspecten met betrekking tot de gebouwde omgeving -vooral waar het plaatsgebonden regelgeving betreft- (bepaalde aansluitrechten en -plichten) nader te onderzoeken²⁷. Dit aspect van zogenaamde 'autonome wetgeving' [Skendroviae, 1995], los van plaats (of land), is in ontwikkeling en kan de acceptatie en het succes van processen die gebaseerd zijn op het 'economies of scale' principe helpen versnellen.

13.2.3

actoren in de gebouwde omgeving

Bij de ontwikkeling van gebouwen of wijken en de daaraan gelieerde (technische) infrastructuur en technische systemen missen belanghebbende partijen vaak een concretisering van het abstracte begrip ‘maatschappij’ en van de erbij behorende ‘maatschappelijke behoeften’ binnen de ‘suprastructuur’, zoals in hoofdstuk 6 gedefinieerd. Diverse benaderingswijzen zijn hiervoor ontwikkeld.

Het realiseren van een technisch systeem als genoemd, kan gezien worden als een vorm van ‘ondernemen’. Binnen het strategisch management, of zelfs strategisch niche management en sociaal niche management²⁸ vormt de stakeholderbenadering²⁹ [Freeman, 1984], ten behoeve van ondernemingen, een goed aanknopingspunt om te komen tot een meer nauwgezette onderverdeling van belanghebbende partijen.

¹⁵ Indien men zich daar niets van aan trekt kan men zich beroepen op het zijn van pragmatist of conventionalist” (...) “Concurrentie met wetenschappelijke theorieën is slechts mogelijk volgens de concurrerende voorwaarden van de wetenschappelijke pragmatische context” [Sierkma, 1988, p.70].

¹⁶ Democratisering is actueel geweest in de jaren zeventig van de 20e eeuw. Het is “een proces waarbij de minder invloedrijken in een sociaal verband meer invloed (ver)krijgen op de besturing van dat verband” [Lammers, 1978, p.5]. Enkele auteurs stellen dat democratisering en kleinschaligheid nauw samenhangen en geven het een politieke lading door te stellen dat “echt democratiseren alleen kleinschalig mogelijk is” [Gerwen, 1978]. In het begrip democratisering staat, meer dan in de eerder besproken emancipatie en ontplooiing (zie hoofdstuk 1.2.1), de verhouding bestuur-bestuurden centraal. Het beheersingsaspect domineert, en is te vertalen naar individuele en collectieve zelfhandhaving.

¹⁷ Voor communicatie geldt dat bij een ‘te weinig’ aan gemeenschappelijkheid een brug ontbreekt tussen beide ‘taalwerelden’ terwijl een ‘te veel’ leidt tot miscommunicatie.

¹⁸ Van Heel onderscheidt de volgende schaarse goederen m.b.t. ‘lasten binnen milieubescherming’: (1) Geld; (2) Tijd; (3) Grijszelleen; (4) Bestuurskracht; (5) Absorptievermogen van de bestuurde, de deelnemer [Heel & Jansen, 1999].

¹⁹ Het centrale doel van deze GAP, Global Action Plan -groepering is het stimuleren van een milieubewuste leefwijze en een structurele energiebesparing. Men richt zich naast energieverbruik ook op waterbesparing en afvalreductie [GAP, 2002].

²⁰ Gebruikers denken al gauw dat ze meer energie kunnen verbruiken omdat ze opgewekt is uit hernieuwbare bronnen. Bij een autonoom systeem dat onafhankelijk is van het gebruik, zou dit kloppen (zie hoofdstuk 8).

²¹ Een andere zienswijze van de gebruikers of bewoners en een verandering van (het) gebruik kunnen deze piekvraag zonder meer beïnvloeden: bezuinigen met behoud van comfort via de portemonnee.

²² Deze eco10 projecten bestaan uit deelprojecten voor huishoudens, scholen en winkels en houden een wijkgerichte aanpak van gebruiksgedrag in.

²³ 171 van de 1160 huishoudens (ofwel 15%) hebben de milieugedragscan ingevuld en ingeleverd. Maar 15 huishoudens (ofwel 1,3%) hebben deelgenomen aan het ecosteeps besparingsprogramma.

²⁴ Breed houdt niet alleen in dat er zoveel mogelijk aandachtsvelden of milieuthema’s bij betrokken zijn, maar ook dat er brede steun onder de gebruikers qua aantal is en zij dit met hun gedrag ook ondersteunen.

²⁵ Dit is niet alleen een probleem bij Ecoteams/Milieuteams, maar ook bij veel milieuwijken. Goed ontworpen

(veelal duurdere) installaties helpen ten dele omdat zij beter regelbaar / aanpasbaar zijn aan individueel gedrag binnen het huishouden.

²⁶ Door middel van een goede monitoring, gekoppeld aan een begeleiding met prestatie- en gedragsveranderingsadviezen.

²⁷ Valt buiten het kader van dit onderzoek.

²⁸ Social niche management vraagt in aanvulling op statisch niche management naast ruimte om te experimenteren met nieuwe technologieën, ruimte om te experimenteren met nieuwe sociale rangschikking/samenwerking [Verheul & Vergragt, 1995].

²⁹ Een methode om de abstracte ‘maatschappij’ en bijbehorende suprastructuur (zie hoofdstuk 6.2.1) op een zodanige manier te beschrijven dat concrete communicatiepartners, de ‘belanghebbende’, gedefinieerd kunnen worden. Voorgesteld als een spinnenweb met in het midden de onderneming (of het doel); eromheen alle stakeholders (cirkelvormig met verschillende diameters), die onderling ook een relatie kunnen hebben (de ‘stakeholdercoalities’). Over het algemeen zijn huidige stakeholders goed te identificeren, en zijn ze nauw gelieerd aan de systeemgrenzen van functies. Toekomstige ‘stakeholders’ zijn moeilijker te bepalen, en zijn binnen het ontwikkelingsproces afhankelijk van het gekozen toekomstscenario.

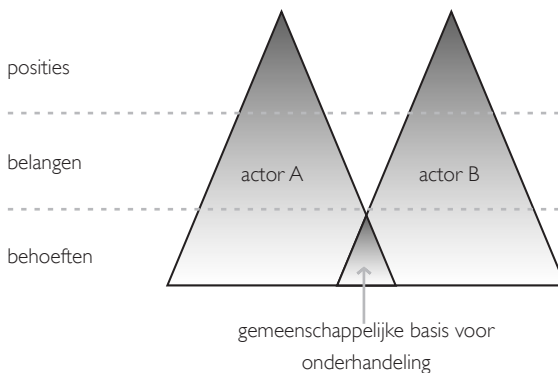
Volgens Freeman kunnen bijna alle 'belanghebbende partijen' (stakeholders) worden ingedeeld binnen de categorieën [Freeman, 1984, p.55]:

- eigenaren,
- financiële instellingen,
- actiegroepen, klanten/gebruikers,
- consumentenorganisaties,
- vakbonden, werknemers,
- handelsorganisaties,
- concurrenten,
- leveranciers,
- overheden³⁰,
- politieke organisaties.

Deze partijen hebben eigen belangen en wensen gedurende de levenscyclus van het te (her)ontwikkelen deel van de (gebouwde) omgeving. Veelal wordt nog amper kritisch gekeken naar een mogelijk betere afstemming, laat staan naar een afstemming op de specifieke wensen van de gebruikers [Kristinsson et al., 1995b], al lijkt dit de laatste jaren enigszins te verbeteren [Plug, 2002]. Juist op het gebied van de diverse belangen is een overlap te vinden die de basis kan vormen voor verdergaande afstemming.

Figuur 13.1

Afstemmen van belangen en behoeften van stakeholders



Het gaat niet alleen om financiële belangen maar ook om maatschappelijke belangen, hygiënische belangen, milieubelangen, technische belangen en sociale belangen.

De belangen kunnen qua voorkeursvolgorde en actor-gerelateerdheid veranderen in tijd. Traditioneel gezien is altijd al sprake van een hiërarchie tussen de bestuurslagen van de verschillende overheden, waarbij de hogere overheden veelal de beslissingen nemen en de lagere overheden vervolgens de besluiten loyaal uitvoeren. Deze verhouding heeft de laatste jaren zijn vanzelfsprekendheid verloren; steeds duidelijker wordt bijvoorbeeld de dubbelrol van de overheid³¹.

Een groot deel van het bedrijfsleven (inclusief nutsbedrijven, ontwikkelaars e.d.) heeft de eerste twee trede-niveaus van 'de ladder van Brezet, Cramer en Stevels'³² [Stevels, 1996] nog niet doorlopen en is daardoor beducht om aan niveau 3 te beginnen.

Ook de internationale concurrentiepositie geeft zorgen, en de vanuit de wetenschap aangedragen methoden van milieuvalidatie komen niet altijd overeen met de consumentenvoorkeuren en de overheidsprioriteiten³³ (zie hoofdstuk 4.2.2).

Het karakteristieke van de ruimtelijke ordening is dat veel partijen betrokken zijn bij het ontwikkelen van beleid en bij opzetten, uitwerken en uitvoeren van projecten, maar dat geen van de partijen de ander tot medewerking kan dwingen³⁴ (zie hoofdstuk 9.2.3). Er is tot op zekere hoogte sprake van vervreemding. Om dit te doorbreken moeten er concrete (gemeenschappelijke) doelen worden geformuleerd. Hier ligt een taak voor ontwerpers. Van belang is te beseffen dat het onderdeel 'ontwerp' of de groep 'ontwerpers', niet meer specifiek bij één van de bovenstaande groepen ('de 10 van Freeman') is in te delen³⁵.

Het ontwerpen behoort zich te richten op de fysieke context van leefbaarheid en volhoudbaarheid, waarbij de nadruk ligt op het creëren van voorwaarden (binnen een bepaalde proceskwaliteit) voor het ontstaan van een ruimtelijke-, sociale- en milieukwaliteit. Eén van de middelen daartoe is differentiatie³⁶. De nadruk moet liggen op het zo optimaal mogelijk benutten van de biotextuur om de omgeving beeldkwaliteit en identiteit te geven (zie hoofdstuk 11.2.5). Dit vraagt om een procesgerichte benadering waarbij het gebruik en de levensloop van een ontwerp evenzeer van belang zijn als het ontworpen object of systeem zelf [Dorst, 1999; Timmeren, 1999b].

Het ontwerp is slechts de drager voor het gebruik. De gebruiksfase is binnen de totale milieubelasting gedurende de levenscyclus nagenoeg altijd de belangrijkste component [Brosowski, 2002]. Het ontwerp ondersteunt en beïnvloedt de gebruiker. Vandaar ook dat het vroegtijdig betrekken van de gebruikers van zo groot belang is voor de uiteindelijke leefbaarheid en volhoudbaarheid van een ontwerp.

Een integrale aanpak met een vroegtijdige bewonersparticipatie³⁷, blijvende betrokkenheid van alle partijen binnen de vier onderkende groepen van actoren, en een grote nadruk op de gebruiksfase is daarom nodig. Uitgangspunt is dat gedragsneutrale milieumaatregelen zo mogelijk moeten worden toegepast. De overige maatregelen hebben alleen dan zin als het bewonersgedrag erbij aansluit en er sprake is van voldoende capaciteit en flexibiliteit bij de aanbieders dan wel verwerkers van de milieugerelateerde stromen. Per systeem of te ontwikkelen product / object kan een zogeheten actorenkaart³⁸ worden samengesteld (Figuur 13.2). De actorenkaart is te beschouwen als een afgeleide van het stakeholder concept bij ondernemingen [Freeman, 1984], waarbij een zogenaamde 'stakeholder map' wordt opgesteld. Het is van belang om per project de belanghebbende actoren (de stakeholders) te definiëren en te identificeren.

³⁰ Soms is nog sprake van een 'trusted third party' en van actoren die voortkomen uit functies zoals (wettelijk) registrerende taken en zgn. 'ondergrondleveranciers' [COB, 2003].

³¹ De overheid moet het besluitvormingsproces vormgeven en heeft daarnaast bepaalde belangen bij de uitkomsten van het proces, bijvoorbeeld in het voorkomen van financiële tegenvallers en risico's. Ook de nutsbedrijven hebben bepaalde belangen, die al in een vroeg stadium leiden tot eisen waaraan de gemeentelijke overheid moet voldoen bij de 'aanleg' (het bouwrijp maken) van een locatie.

³² Zie hoofdstuk 1.2.2; Figuur 1.3 .

³³ Zie hoofdstuk 5.3.1 .

³⁴ Teisman heeft het daarom over (complexe) besluitvormingsprocessen als kunst (moeilijke actie) [Teisman & Hartog, 1993].

³⁵ Bakker & Steemers [1995] stellen dat het de taak van planologen en (stede)bouwkundigen is, in kaart te brengen wat mensen willen. Bakker stelt daarbij dat "technici niet goed weten hoe zij met belanghebbenden moeten communiceren, ze sluiten zich te vaak af van de signalen uit de samenleving en schrijven daarom voor wat mensen zouden moeten willen. Het gevolg is dat de maatschappelijke krachten niet tot ex-

pressie komen" [Bakker, 1995a].

³⁶ Differentiatie kan betrekking hebben op de kwaliteit van het product, de kwaliteit van levering en specifieke (secundaire) gebruikers- of gebiedseigen eisen of -wensen.

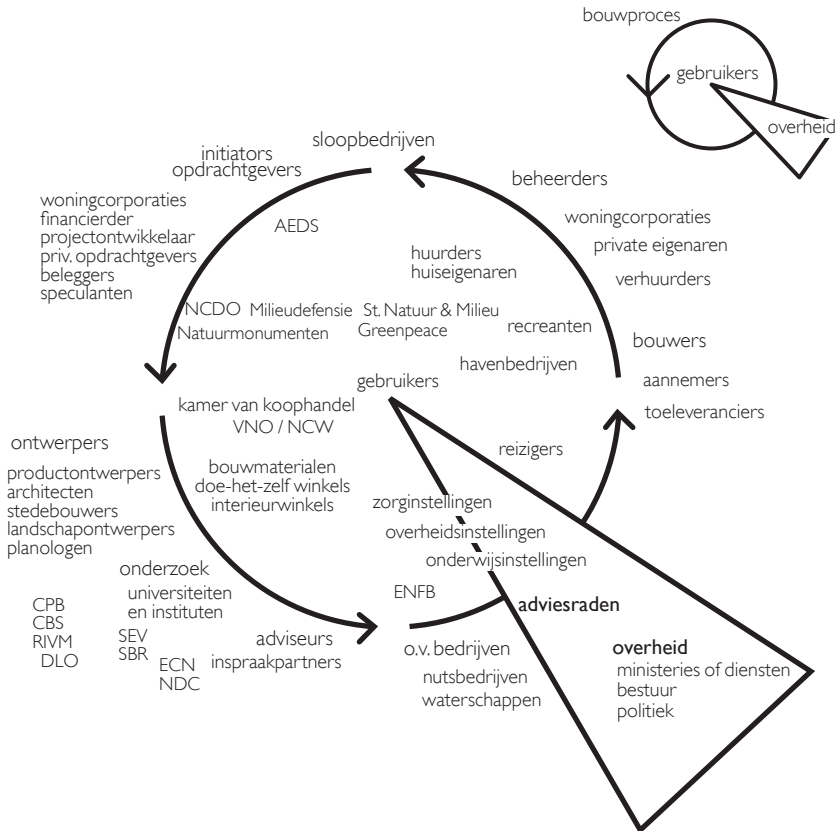
³⁷ Bewonersparticipatie in het bouwproces houdt in, dat belanghebbende bewoners deelnemen aan het proces van stichting, vormgeving, inrichting en beheer van hun woongebied.

³⁸ Geeft een overzicht van de verschillende actoren die betrokken zijn bij transformatieprocessen in de gebouwde omgeving in de tijd bezien [Bueren & Dorst, 1999].

Algemeen gesteld zou een belanghebbende actor gedefinieerd kunnen worden als een persoon of groep die een legitiem belang heeft of zegt te hebben bij het handelen, de normen of de intenties van 'de onderneming'³⁹ [Linden, 2003]. Een individu of groep kan tegelijkertijd meerdere rollen als actor hebben.

Figuur 13.2

'Actorenkaart' gebouwde woonomgeving met aandacht voor duurzaam bouwen



Voor elk van de belanghebbende actoren moet gekeken worden naar twee dimensies⁴⁰ [Freeman, 1984]:

1. de belangen van de actor, en
2. de invloed die deze kan uitoefenen op de 'onderneming'⁴¹.

De mogelijke belangen zijn in te delen in:

1. 'formeel-rechtmatige belangen' (aandeelhouders, eigenaren, etc.)⁴²,
2. 'economische belangen' (leveranciers, werknemers, etc.) en
3. 'beïnvloede belangen' (consumentenorganisaties, milieubeweging, overheden, etc.).

Binnen het ontwikkelingsproces moeten de belangen van alle actoren worden afgewogen aan de hand van gezamenlijk (objectief-) gedefinieerde en onderschreven normen.

Aandachtspunten daarbij zijn:

1. actoren moeten geïdentificeerd worden aan de hand van de vraag of ze een legitieme claim op de handelingen, normen of intenties van de plannen hebben;
2. wanneer aan de voorwaarden om te komen tot legitieme resultaten moet worden voldaan, moet vermeden worden dat gecommuniceerd wordt d.m.v. 'geldstromen';
3. dit geldt ook voor communicatie door middel van het 'machtsmedium';
4. de diverse dialogen tijdens het ontwikkelingsproces moeten zo verlopen dat alle actoren de gelegenheid hebben om geldigheidsaanspraken te kritiseren of in te lossen [vrij naar Linden, 2003].

Om te komen tot kwaliteit door procesintegratie moeten de actoren beoordeeld worden tegen het licht van de processen waarin zij werken en de systemen waarvan ze zich bedienen. Het formuleren van een gemeenschappelijke probleemdefinitie alleen is niet voldoende voor het realiseren van innovatieve- en / of andere technologie- of systeemimplementaties.

Het (regelmatig) identificeren van een beslispunt binnen het ontwikkelings- en bouwproces is noodzakelijk. Dit beslispunt is om te bepalen of het project of proces naar de volgende fase kan worden 'getild'. Ook nodig is het moment van verandering van het te hanteren systeem te identificeren. Dit laatste in verband met de verschillende beoordelings- en referentiekaders, methoden, systematieken en basisgegevens die bij iedere actor in de keten worden gehanteerd [Smook, 1995].

Strategische allianties tussen 'stakeholders' om oplossingen uit te werken naar uitvoerbare concepten zijn een 'must'. Daarvoor is het creëren van een zgn. 'sociale niche' nodig, bijvoorbeeld door overheden, om ruimte te scheppen voor sociaal technologische experimenten.

Tot slot vraagt de ontwikkeling van de uitvoerbare concepten om een strategie naar implementatie en uiteindelijk diffusie in de maatschappij, c.q. adoptie door de gebruikers.

³⁹ Het in tijd bezien volhoudbaar realiseren van een alternatieve (afwijkende-) integrale oplossing (zie hoofdstuk 1.6.2) wordt gelijk gesteld met het realiseren / in stand houden van een 'onderneming'.

⁴⁰ Freeman spreekt over dimensies omdat hij twee assen introduceert in wat hij noemt een 'stakeholder grid'. Dit grid bestaat uit een veld met negen vakken (van elk weer drie bij drie) waarbij telkens een andere combinatie van één categorie uit beide dimensies wordt gemaakt.

⁴¹ Het is mogelijk dat een individu of groep tegelijkertijd meerdere rollen als stakeholder of actor kan hebben. Een werknemer kan bij-

voorbeeld een gebruiker/klant zijn en daarnaast lid of deelnemer zijn van een beheerende partij, politieke partij of vakbond.

⁴² De stakeholder benadering wordt voor bepaalde doeleinden, zoals maatschappelijk verantwoord 'ondernemen' bekritiseerd. De kritiek richt zich op het feit dat het (moment van) categoriseren vooral op grond van belang en macht slecht gekozen c.q. bruikbaar is voor dit doel. Meer algemeen geldt dat, hoewel binnen Freemans definitie in principe alle mogelijke stakeholders benoemd kunnen worden, het onderscheid 'wel of niet belanghebbend' te snel bepaalde groepen uitsluit. Handelingen komen bin-

nen de benadering alleen tot stand door wederzijdse beïnvloeding (formele- of stemmacht, economische macht dan wel juridische- of politieke macht) en niet als gevolg van bijvoorbeeld de (wederzijdse) wens legitiem te handelen. Bij het onderscheiden van legitieme dan wel illegitieme claims, waarvoor binnen de benadering geen criterium geldt, geeft dit problemen [Linden, 2003].

13.3

Vraag- en aanbodsturing

13.3.1

begripsbepaling

Een grotere vrijheid voor gebruikers vraagt om sterkere sturing op hoofdlijnen, vooral voor behoud van kwaliteitsgaranties en duidelijkheid omtrent verantwoordelijkheden tijdens functioneren en disfunctioneren. De bescherming van de eindgebruiker krijgt een groter belang. Bovendien zijn lange termijn belangen via de kleinere schaalniveaus mogelijk beter beïnvloedbaar⁴³. De gangbare praktijk leidt te makkelijk naar conventionele oplossingen. Sturing is een manier om ‘conventionele’ onderdelen van de gebouwde omgeving sneller te verduurzamen. Ze kan betrekking hebben op gecombineerde dan wel lokale of zelfs persoonsgebonden schaalniveaus. Uit recent Europees onderzoek naar mogelijkheden tot verduurzaming van de verwarming en verlichting van huizen is naar voren gekomen dat innovatieve kansrijke concepten altijd sterk actorgerelateerd zijn [Pfeiffer, 2000].

Zichtbare dan wel onzichtbare sturing speelt altijd een belangrijke rol⁴⁴.

Sturing is te definiëren als een ‘doelgerichte en veelal effectieve institutionele dan wel operationele (zelf)coördinatie van (woon)gebiedsfactoren en hun handelingen’⁴⁵. De beleidsvoerders, of (stad)politiek en de (woon)gebiedsfactoren staan in een wederkerige relatie tot elkaar, waardoor de scheiding tussen sturingssubject en –object feitelijk opgeheven wordt. Bij sturing ten behoeve van duurzame ontwikkeling zijn er drie wegen:

1. beïnvloeding; door middel van overreding, prikkeling of macht⁴⁶;
2. betrekken van participanten, met nadruk op interactie en onderhandeling.
Door duurzaamheidsgeoriënteerde controle en zelfreflectie op de effecten van handelen;
3. verzelfstandiging van verantwoordelijkheden waardoor men zelf rechtstreeks invloed heeft (door een vergroting van de handelingsvrijheid c.q. -ruimte van de (woon)gebiedsfactoren).

De institutionele factoren die een rol spelen kunnen worden ingedeeld naar formele en informele regels om de verhouding tussen de actoren onderling en de procedures vast te leggen. Om sturing optimaal te laten functioneren moeten de formele en informele regels verleiden tot positief gedrag in plaats van het doel met verbodsbepalingen proberen te bereiken. Sturing komt neer op sturing op vraag voor de toevoerstromen (beperken gebruik van energie, drinkwater, etcetera), en aanbodsturing van de af te voeren stromen (voorkomen van afval, afvalwater, etcetera). Het is een eerste en belangrijke stap bij, c.q. voorwaarde voor verduurzaming. De gestelde doelen worden er niet mee bereikt maar de nadelen worden verminderd.

13.3.2

kwalitatieve versus kwantitatieve sturing op vraag en aanbod

Sturing op vraag kan zowel kwantitatief als kwalitatief plaats vinden. Kwantitatief kan dit via bouwkundige maatregelen die bepaalde randvoorwaarden scheppen. De manieren om door bouwkundige maatregelen de stromen energieverbruik, waterverbruik en afvalproductie terug te dringen zijn beperkt. Het extra isoleren, het aanbrengen van ‘hotfill aansluitingen’, het toepassen van water- en energiebesparende installaties en -appendages kunnen een eerste aanzet zijn. Deze maatregelen veroorzaken geen gedragsverandering.

Aanschaf en gebruik van de meeste (energiezuinige) apparatuur hangt af van het gedrag van de bewoners. Sturing op vraag is afhankelijk van het gedrag, en van acceptatie door bewoners [Willis & Scott, 2000]. De beschreven opties sluiten elkaar niet uit. De combinaties zijn afhankelijk van elkaar en van de gekozen energievoorziening⁴⁷. De manier waarop de overheid, een mentaliteitsomslag kan stimuleren is ingewikkeld. Zo zijn mogelijke financiële consequenties als gevolg van verbetering c.q. vernieuwing van systemen door de overheid op te vangen. Subsidies, bonus/malus regelingen, oplegging en ander-soortige regelingen kunnen gebruikers stimuleren, maar kunnen ook de fabrikanten ten goede komen⁴⁸ [Boersema, 1998].

Sturing is vooral van belang bij de energiestroom en aanwending van hernieuwbare bronnen. Een wisselend aanbod van hernieuwbare energiebronnen vormt het voornaamste probleem. Het aanbod van energie uit hernieuwbare bronnen kent duidelijke pieken. Deze komen nagenoeg nooit overeen met de vraagpieken, zodat of overgedimensioneerd wordt, of in een opslagvoorziening moet worden voorzien.

Bij de waterstroom speelt de oplossingsrichting 'sturing' eerder bij de afvoerstroom (aanbodsturing). Bij de meeste afvoernetwerken is nog sprake van een vermenging van huishoudelijk afvalwater met regenwaterafvoer (van daken en wegen) en bij zogenaamde piekbuien is sprake van een overbelasting van het netwerk⁴⁹. De sturing op vraag betreft dus feitelijk een aanbodsturing (van het afvalwater), dus een sturing op vraag van beschikbare afvoercapaciteit [Wiggers, 1991]. De oplossingsrichtingen liggen in dit geval in een sturing via het langer vasthouden en vertraagd afvoeren van (afval)waterstromen⁵⁰.

Een andere mogelijkheid van sturing op vraag berust op introductie van differentiatie naar kwaliteit, tijdsperiode en plaats van levering. Differentiatie in kwaliteit kan naar kwaliteit van 'het product', naar kwaliteit van levering en naar specifieke (secundaire) gebruikers- of gebiedseigen eisen (of -wensen), bijvoorbeeld van de netwerkcapaciteit. Zo is het voorstelbaar dat de technische kwaliteitseisen voor energie-, watertoevoer dan wel afvoer van afval(water) voor bepaalde groepen van afnemers hoog zijn, en dat verlaging van eisen kostenbesparend werkt. Via doorberekening naar afnemers kan dit aanzetten tot aangepast gebruik, met kwantitatieve reducties. De netten moeten dan op een gedifferentieerde levering (of afvoer) toegerust zijn⁵¹.

⁴³ Naast de schaal zijn ook de herkenbaarheid van het concept of plangebied en de eigen interesses en leefstijl van belang voor de mate van betrokkenheid

⁴⁴ In het onderzoek is gewerkt met normatieve scenario's waarbij zes concepten zijn uitgewerkt. Al deze concepten zijn gerelateerd aan enige vorm van 'milieuzorg', onderverdeeld naar 'Soft care' (via educatie of behoeftevervulling op andere deelgebieden), 'High care' (het aanpassen van leef- en/of woonstijlen), 'Easy care' (via technologiegestuurde regeling, gekoppeld aan maxima), 'Care outsourcing' (vervangen van producten door diensten en intelligente voorzieningen), en 'Care socialising' (het delen van faciliteiten

en services) [Pfeiffer, 2000].

⁴⁵ Sturing wordt niet zozeer uitgelegd in de cybernetische betekenis van gecontroleerde leiding van een groep gebruikers als ware het een soort commune, maar als 'een op de actoren gericht instrument' [Mayntz & Scharpf, 1995].

⁴⁶ Er kan onderscheid gemaakt worden tussen de volgende soorten instrumenten: financiële-, juridische-, materiële-, personele middelen en informatievoorziening [Jong et al., 1993b].

⁴⁷ De meerkosten van het plaatsen van een zonneboiler bij stadsverwarming zijn hoger dan bij de aanwezigheid van een individuele HR-ketel.

⁴⁸ Indien gekozen wordt voor het te bate van de burger te laten komen

steunt dit de wens om draagvlak te creëren voor de (vaak nieuwe) systemen [Schaminée, 1999].

⁴⁹ Dit soort piekbuien zijn maatgevend voor de (over)dimensionering. Stroomafwaarts levert dit dermate grote problemen op dat het systeem overstorten behoeft.

⁵⁰ Dit is zelfs zonder besef of medewerking van de bewoners te doen.

⁵¹ Een probleem dat bij de elektriciteitssector speelt is dat 'kwaliteitsaspecten' (spanning en blindvermogen) het eenvoudigst door producenten verzorgd kunnen worden (de frequentie kan zelfs alleen maar door producenten geregeld worden).

Door de mogelijke scheiding tussen aanbieder en producent binnen de geliberaliseerde markt komen er problemen met de allocatie van kosten⁵². Met name in de elektriciteitssector ontstaan steeds meer mogelijkheden om door middel van vermogenslektronica de kwaliteit van het geleverde naar wens aan te passen [Künneke et al., 2001]. Differentiatie naar kwaliteit van levering is op te delen naar continue levering, afschakelbare levering en levering als 'back-up' bij uitval van de eigen energievoorziening. Energieafnemers die in staat zijn op prijssignalen te reageren kunnen hun energierekening aanzienlijk beïnvloeden. Differentiatie bij continu-levering vraagt een groter netwerkcapaciteit dan wel afschakelbare contracten. De informatieoverdracht (uitwisseling) is bij deze vormen van sturing op vraag van doorslaggevend belang⁵³. Differentiatie als gevolg van specifieke eisen aan plaatselijke netwerkcapaciteit leidt ertoe dat netwerken al dan niet tijdelijk een relatief hogere belasting voor het milieu vormen. Zo stimuleren prijsverschillen tussen regio's de energiehandel, en kunnen daarmee (tijdelijk) een onevenredig sterke druk op delen van het netwerk leggen. Soms leidt dit tot congestie. Een dergelijke vorm van differentiatie is alleen op te vangen via (al dan niet tijdelijke) introductie van decentrale netwerken.

De in gang gezette transformatie naar een meer gedifferentieerd aanbod c.q. verwerking van de verschillende stromen vormt de aanzet tot een ander aspect van sturing: transformatie van het aanbod van producten (water, warmte, elektriciteit, afvalverwerking) naar diensten (aandrijving van machines, verlichting, klimaatbeheersing) [Künneke et al., 2001]. Door rechtstreekse afname van dit soort diensten (niet door aankoop van het product energie) is voor grootgebruikers mogelijk economisch voordeel te behalen. Ook kan het (een) toegevoegde waarde opleveren.

13.3.3

directe versus indirecte sturing op vraag en aanbod

Sturing op vraag vindt plaats op een directe manier of op indirecte manier. Directe sturing op vraag is het aan of uitschakelen van apparatuur of ketencomponenten door een tijdschakelaar of door een signaal van de (energie)leverancier. Indirecte sturing op vraag is het stimuleren van het gebruik van apparatuur op bepaalde tijdstippen. Zo is door middel van dal- en piektarieven of via weergavesignaal (bij energie uit hernieuwbare bronnen) aan te geven, dat energie of water beschikbaar is⁵⁴. Hieraan zitten veiligheids- en gebruiksconsequenties. Bewoners moeten hun gedrag aanpassen. De mogelijkheid is (nog) discutabel in verband met veronderstelde comfortreductie voor gebruikers [Van Hall, 2001]. Indirecte sturing op vraag gaat uit van de mogelijkheden van gedragsverandering door bepaalde stimulansen. Een verschil in dal- en piektarief voor het elektriciteitsnetwerk is in Nederland algemeen geaccepteerd⁵⁵. Bij een centraal elektriciteitsdistributienet zal sturing op vraag uit moeten gaan van de energieleverancier. Bij het elektriciteitsnet is door het grote aantal gebruikers goed voorspelbaar wanneer een piekvraag optreedt, en dus wanneer verschuiving van de vraag door sturing gewenst is. Elke nivellering van pieken in de vraag is wenselijk omdat hierdoor de, al dan niet conventionele, centrales minder piekvermogen hoeven te leveren, wat energie, infrastructuur en kosten bespaart [Willis & Scott, 2000]. Bij een autonoom elektriciteitssysteem is met een voldoende aantal woningen een redelijk stabiele vraagcurve mogelijk [Koornneef, 2002]. Het koppelen van meerdere gebruikers heeft naast het verminderen van de onzekerheid van de gemiddelde vraag het voordeel van de zogenaamde vraagnivellering. Bij een systeem van enkele gebruikers, of huishoudens zijn

de vraagpieken veroorzaakt door het gelijktijdig opereren van elektrische apparatuur relatief hoger en onregelmatiger dan bij een netwerk bestaande uit meer huishoudens.

Bij een groot aantal afnemers is de piekvraag relatief kleiner, zodat het maximale vermogen dat geleverd moet kunnen worden reduceert.

Vraagnivellering is ook te bereiken bij menging van afnemers met een verschillend vraagpatroon zoals bedrijven, industrie en woningen of verschillende type gebruikers (of woningen). In de Amerikaanse situatie blijkt (de energievraag is vele malen groter dan voor woningen in Nederland) dat de vraag van 100 woningen al nagenoeg overeenkomt met de gemiddelde vraagcurve (zie hoofdstuk 7.3.2; Figuur 7.4).

Afhankelijk van de gebruikte hernieuwbare energiebronnen (zoals wind en zon) zal het aanbod energie mogelijk slecht voorspelbaar zijn. Sturing op vraag kan door middel van verschillende tarieven op vaste tijdstippen minder effectief zijn. Een directe sturing op vraag van apparatuur op een signaal van een centrale regelunit heeft meer effect⁵⁶.

De consequenties voor het directe gebruik zijn nog onduidelijk.

Door de meer directe relatie tussen opwekking en gebruik wordt sturing op vraag bij een autonoom decentraal systeem sneller geaccepteerd dan bij een centraal systeem⁵⁷.

Voor aan afvalwater- en toevoerwaterstroom gerelateerd gebruik ligt het aspect sturing op vraag moeilijker. Van vraagnivellering is door koppeling van meerdere afnemers bij de toevoer geen sprake, aangezien de leidingen sowieso onder druk moeten staan. Bij de afvoer gaat het nivelleereffect wel op. Het vertragen van de afvoer van piekbelasting(en) kan gecombineerd (de)centraal geregeld worden.

Ook voor de (vaste) afvalstroom en afvalwaterstroom is het mogelijk om te komen tot enige vorm van sturing op vraag⁵⁸, vraagreductie en zelfs van vraagnivellering.

Door het samengaan van de afvalstroom van meerdere gebruikers kan het aantal legingen (van bijv. de container) per huishouden dalen. Dit heeft consequenties voor de gebruikers c.q. veroorzakers. Aspecten als sociale controle, mogelijke hygiëne en andere hindergerelateerde problemen spelen sneller een rol.

⁵² Binnen de gangbare centrale systemen houdt dit in dat het voor bepaalde netwerkgerelateerde diensten onder de huidige omstandigheden onmogelijk is te bepalen wat de precieze netwerkkosten van een transactie zijn [Künneke et al., 2001].

⁵³ Het elektriciteitsnetwerk biedt nog veel mogelijkheden om deze informatie-uitwisseling te ondersteunen via de zogenaamde 'powerline telecommunication' (het verzorgen van telefonie en/of internet communicatie via het zelfde elektriciteitsnet).

⁵⁴ Apparatuur die in aanmerking komt voor directe sturing op vraag zijn vaatwasmachines, wasmachines en wasdrogers, vanwege het hoge elektriciteits- en watergebruik tijdens

relatief korte perioden van de dag. Ook een ligbad of buitenkranen kunnen tijdelijk sensorgestuurd onbruikbaar gemaakt worden.

⁵⁵ Bij experimenten in de Verenigde Staten is gebleken dat zelfs aanzienlijke verschillen in dal- en piektarief (tot 1:8) snel geaccepteerd worden en tot een significante verschuiving in tijdstip van gebruik kunnen leiden. Zo vond 90% van de deelnemers een dergelijk tariefverschil eerlijk [Lutzenhiser, 1993].

⁵⁶ Te denken valt aan het minder ter beschikking hebben van elektriciteit over een periode of op het moment zelf (apparatuur die een bepaalde energievraag hebben slaan niet aan).

⁵⁷ In het Verenigd Koninkrijk en Denemarken is aangetoond dat door

efficiënte verbeteringen en sturing op vraag aan de aanbodkant reducties tot maximaal 65-86% van het primaire energieverbruik mogelijk zijn [Urbed, 2001].

⁵⁸ Het is eenvoudiger voorwaarden te scheppen voor gemeenschappelijke compostering, wat de overblijvende (anorganische) afvalstroom kan reduceren tot een derde van wat ze nu is.

13.4

Participatie als voorwaarde

13.4.1

begripsbepaling

Het concept van duurzame ontwikkeling stelt eisen aan de vorm van het besluitvormingsproces. In het Brundtlandrapport wordt op het belang van democratische procedures gewezen [WCED, 1987]. Voor velen is het moeilijk te denken vanuit sociale relaties, waarbij 'macht' niet op enigerlei wijze meespeelt [Smeulders, 1987]. De actoren tonen doorgaans een polariserend gedrag. Dit komt voort uit het feit dat achter alle bedoelde interacties van mensen hun onbedoelde onderlinge afhankelijkheid schuilgaat [Elias, 1971, p.155]. Volgens Elias moet de samenleving gezien worden als een verzameling van netwerken tussen mensen die van elkaar afhankelijk zijn (en dus macht op elkaar kunnen uitoefenen) omdat ze zich allemaal gespecialiseerd hebben in het uitvoeren van een bepaalde functie in de samenleving. Om een zo breed mogelijke deelname van alle woongebiedsinterne groepen van belanghebbenden te verkrijgen is het kiezen c.q. betrekken van deze partijen, ofwel de zogenaamde aanspraakgroepen bepalend voor het uiteindelijke ontwikkelingsproces. Deelnemende groepen belanghebbenden, ofwel 'partners' kunnen normatief worden aangewezen, of op grond van hun 'macht' en 'invloed' in het woongebied⁵⁹ [Healey, 1998].

Het enerzijds pogen zoveel mogelijk mensen bij de besluitvorming te betrekken en anderzijds proberen de kosten en tijd, die met besluitvorming gemoeid gaan, te minimaliseren lijkt op gespannen voet te staan. Bij de verschillende actoren binnen een ontwikkelings en/of realisatieproces is, ongeacht de individuele en soms conflicterende doelen, altijd een basis om samen te werken (zie Figuur 13.1). Meer abstract en algemeen gesteld geldt de achtergrond van het 'halfrooster axioma' (zie hoofdstuk 10): Er zijn praktisch geen gesloten (autonome) groepen mensen in de moderne stad of samenleving. De werkelijkheid van de sociale structuur van vandaag is die van overlapping. Onderzoek van Granovetter [1983] en Glass [Alexander 1966] heeft aangetoond dat de sociale structuur van de samenleving georganiseerd is volgens de kenmerken van een aristocratisch netwerk, een polycentrisch systeem met overlapping en met meer of minder belangrijke knopen. In combinatie met de constatering van Granovetter van het belang van de 'zwakke verbindingen' betekent dit, dat het betrekken van actoren georganiseerd moet worden rondom deze zwakke verbindingen en niet –zoals gangbaar is– rondom de sterke en sterk-verbonden actoren.

Het Brundtland rapport maakt duidelijk dat duurzaamheid en democratie in relatie staan. Een (meer) 'duurzame' samenleving kan slechts breed gedragen worden gerealiseerd. Volgens de dynamische interpretatie van duurzame ontwikkeling dient de proceskant van het beleid benadrukt te worden, en niet de grenzen⁶⁰.

Inspraak speelt in op de toenemende mondigheid van de burger en draagt bij aan de ontwikkeling van individu en groepen [Ruis, 1996]. Aangezien kennis een belangrijke machtsfactor is bij de totstandkoming, participatie en het beheer van de gebouwde omgeving, is het noodzakelijk aandacht te besteden aan de verdeling van die kennis onder de (al dan niet) participerende actoren⁶¹. Er moet onderscheid komen tussen strategische planning en operationele planning⁶². Mensen dienen zich bewust te worden van hun sociale omgeving en hun verantwoordelijkheid voor de samenleving waarvan zij deel uitmaken. Het vergroten van kennis is voorwaarde voor het (goed) kunnen functioneren van samen-

levingsvormen die gebaseerd zijn op meer decentraal beheer van de sociale en ruimtelijke omgeving. Dit geldt vooral voor de toepassing van ver(der)gaande concepten op de lage schaalniveaus en op gemeenschappelijke basis. De fysieke omgeving ondersteunt de sociale omgeving en kan betrokkenheid genereren [Dorst, 2002b].

De aanpak van participatie is door Klarenbeek [1975] onderverdeeld naar verschillende functies van vroegtijdige participatie. Deze zijn samen te vatten als educatie, bewustwording, verder betrekken van bevolking, bevorderen van communicatie met het bestuur en organisatie van bewoners(groepen)⁶³. Het gaat om doelen ten behoeve van de bewoners zelf. Meer algemeen zijn vier functies te omschrijven met betrekking tot participatie of inspraak:

1. participatie ten behoeve van de effectiviteit van de planning;
2. participatie ten behoeve van de effectuering van het overheidsbeleid;
3. participatie als ideologisering van de democratische beginselen;
4. participatie als materiële belangenbehartiging van de bewoners.

Er is een kanttekening te maken bij de participatie zoals geïnitieerd vanaf de jaren zestig: Participatie leidt niet per definitie tot kwaliteitsverbetering van projecten. Wel realiseren gebruikers zich hoe een voorstel of project tot stand is gekomen en accepteren ze sneller. Voor het globaal indelen van inspraak naar vorm en graad is de 'Inspraakladder' als basis genomen. In de praktijk zijn er met betrekking tot dit schema specifieke vormen van participatie bijgekomen, die veelal te maken hebben met de 'richting' waar de organisatie van de participatie vandaan komt. In de meeste gevallen blijft dit nog een overheidstaak. Alle graden en vormen van participatie komen voor, zelfs meerdere binnen één project. Algemeen doel blijft een sterker identificatieproces van de gebruiker met zijn woonmilieu en de eraan gelieerde sociale, technische en ruimtelijke aspecten⁶⁴, waardoor een grotere zorg voor, en tevredenheid met de woonomgeving ontstaat. Bewoners zijn vooral betrokken bij de twee kleinste schaalniveaus, de eigen woning en directe omgeving [Driessen, 1994].

⁵⁹ De intenties die mensen proberen te realiseren leiden, dankzij onderlinge afhankelijkheid, er toe dat hun handelingen –al dan niet bedoeld– functioneel met elkaar verbonden raken [Martens, 2003; Linden, 2003]. Daar waar het gaat om afwijkende, nieuwe systemen of producten kan het leiden tot beperking van 'groepsdenken'. Douglas [1996] onderscheidt twee typen van 'sociaal (samen)leven' die worden bepaald door de twee dimensies groep en netwerk ('grid'): de individualistische, 'sectarische' of 'egalitaire' en de hiërarchische. Hierbij bepaalt de groep in hoeverre individuen een onderdeel zijn van een begrensde eenheid terwijl het netwerk bepaalt in hoeverre elk individu wordt geleid door regels. In de jaren '70 onderzocht de sociaal psycholoog Irving Janus [Janus, 1982] de wijze waarop groepen mensen tot besliss-

singen komen. Hij concludeerde dat als gevolg van het streven naar consensus de bedrevenheid van de groep vaak om alternatieve opties legitiem te beschouwen beperkt is [Buchanan, 2002].

⁶⁰ Innovaties via de markt kunnen door een stijgende energieprijs worden afgedwongen.

⁶¹ Monopolisering van kennis door een besloten, zichzelf controlerende groep ondernemingen is in strijd met het streven naar een betere spreiding van machtskansen [Bergvelt, 1980].

⁶² Bij strategische planning gaat het om het denkraam voor beslissingen, de oriëntatie, het creëren van consensus en de 'performance'. Bij operationele planning zijn de doelen harder; er is een vaste tijdsplanning, een vast budget en 'conformance'

⁶³ Klarenbeek [1975] noemt ze de "normatieve functie, analyserende

functie, mobiliserende functie, rationale functie, wervende functie, strategische functie, pleitfunctie, en kritische functie".

⁶⁴ Illustratief zijn de resultaten van de Gemeente Hof van Twente van een evaluatie met betrekking tot het afkoppelen van regenwater in de wijk 'De Esch'. Doordat bewoners niet overtuigd zijn van de meerwaarde voor hun eigen woonomgeving, verloopt de inrichting van particuliere kavels niet overal volgens plan en worden problemen verwacht in de beheersfase. Geconcludeerd wordt dat het concept wellicht technisch gezien goed is, maar dat de regie door de gemeente verbeterd dient te worden, bijvoorbeeld d.m.v. een aanspreekpunt en wijkbeheer. Een dergelijk (innovatief) systeem moet ook nog enkele jaren gemonitord, en bewoners enkele jaren begeleid worden [Verbeek, 2002].

Er zijn altijd bewoners te vinden die op hoger schaalniveau mee willen en kunnen praten. Dit is van belang, omdat de randvoorwaarden voor veel 'behoefte' (binnen de suprastructuur) juist op een hoog schaalniveau worden vastgesteld⁶⁵.

Tabel 13.1

Participatieladder naar graad van inspraak

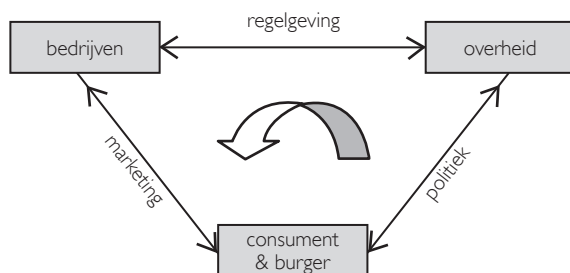
participatievorm	inspraakgraad	inspraakvorm
non-participatie	inspraak achteraf eenzijdige voorlichting	- bezwaarschriften - (gemeentelijke) voorlichting, voorlichtingsbijeenkomst
raadpleging	tweezijdige voorlichting onderzoek	- hoorzitting - enquêtes, (diepte)interviews
overleg	overleg	- voorgeschreven overleg met adviesraden, belangenorganisaties, hogere overheden, e.d.
inspraak voor het bestuur	indirecte beïnvloeding	- inspraak via adviesraden, belangenorganisaties, e.d.
inspraak voor bewoners	directe beïnvloeding	- inspraakgroepen brengen rechtstreeks verslag uit aan (volks)ver- tegenwoordiging
(mede)zeggenschap	medezeggenschap zeggenschap	- projectgroep met bevoegdheden - deelplanraden, sectieraden, werkgroepen

De laatste tijd staat activering en coördinatie van corporatieve (woongebieds)actoren meer op de voorgrond; voorheen was het vooral deelname van individuele bewoners door middel van participatie alleen [Innes & Booher, 2000].

De als lineair te typeren verhouding Staat⁶⁶–Burgers (een moderne, machtsgefragmenteerde samenleving) wordt daarbij getransformeerd in een afwisselend netwerk van samenwerkingsstructuren [NAWO, 2001].

Figuur 13.3

Relatieschema overheid, bedrijven en gebruikers



Gevolg is een veranderde speelruimte bij de coördinatie- en participatieprocessen van (woon)gebieden. Niet (alleen) de aanwezige potenties, bekwaamheden en activiteiten van de bewoners zelf zijn uitgangspunt van de ontwikkeling, zogenaamde 'empowerment', maar vooral de verweving van de verschillende groepen (netwerking) [Innes & Booher, 2000].

De volgende vormen van samenwerking c.q. interactie zijn daarbij te onderscheiden:

- tussen overheid en markt: ‘Publiek Private samenwerking’,
- tussen privé huishoudens en overheid: ‘buurtontwikkeling’, ‘huurderszelfhulp’, ‘eigen beheer’, en
- tussen markt en privé huishoudens: ‘Social Sponsoring’, ‘Social Management’ en zogeheten ‘Development Banking’ of ‘Social Investment’.

13.4.2

participatie bij de realisatie van infrastructuren

De probleemanalyse aan het begin van deze studie toont dat een steeds groter deel van de technische infrastructuur ten behoeve van de essentiële stromen als verouderd en slecht(er) functionerend beschouwd moet worden. Het gevolg is milieuschade en gevaren voor de gezondheid. Alleen technologische ontwikkeling volgens geldende paradigma's en vervanging van verouderde systemen zijn onvoldoende waarborg voor een grotere betrokkenheid, terwijl het toch gaat om 'de gebruiker'.

Globaal gezien kent Nederland twee modellen op grond waarvan de besluitvorming rond de (technische) infrastructuur plaats vindt.

Allereerst het 'beslismodel', of 'referee model', dat de oorzaak van moeizame besluitvorming bij tegenwerkende individuen, belangengroepen en lagere overheden legt. Om (veelal relevante) redenen van eigenbelang houden zij besluiten tegen die vanwege 'algemeen belang' wenselijk zouden zijn. Om krachtiger en sneller te werken wordt besluitvorming van hogerhand opgelegd en grijpt men terug naar 'harde' wetten zoals de 'Tracéwet'⁶⁷ en zachtere zoals het 'nimby' (not in my backyard). Belanghebbenden die bij de besluitvorming worden betrokken wordt te vaak alleen negatieve invloed toegeschreven. Dit is een onterechte vooronderstelling.

Het alternatieve model is het 'interactiemodel', ook wel 'coach model' genoemd, dat uitgaat van de stelling dat het de besluitvormers zijn die moeizame besluitvorming veroorzaken. Zij willen teveel grip op de besluitvorming houden, waardoor zij minder geneigd zijn met afwijkende belangen rekening te houden.

Het introduceren van gidsprincipes (pilot projecten, omvattende structuren, denkrampen) en daarmee het incorporeren van cognitieve processen is een middel dit tegen te gaan.

Om uiteindelijk werkelijk bij te dragen aan kwaliteitsverhoging van infrastructuren is integratie van systemen van belang.

Alle 'partners' binnen het proces dienen zich bereid te verklaren tot integratie van te hanteren systemen⁶⁸. Het principe van duidelijk omschreven instructies is ook anders te vertalen; bijvoorbeeld door uitbeelding in een ontwerp [Schrijnen, 2005]. De alternatieve aanpak wordt wel het 'architect model' genoemd.

⁶⁵ Milieubewuste gedragingen komen voort uit waarden oriëntaties, postmaterialisme en soms zelfs statusoverwegingen. Vooral het postmaterialisme komt tot uiting in een gelijkheidsideologie maar ook in deelname aan activiteiten met een ideëel karakter (vrijwilligerswerk), gekoppeld aan milieubewuste gedragingen [Driessen, 1994].

⁶⁶ Staat is binnen deze relatieschematische betekenis ook een mogelijk synoniem voor bijvoorbeeld een (autarkische) commune (zie hoofdstuk 8).

⁶⁷ Wet gemaakt t.b.v. (in eerste instantie) de Betuwelijn die via één procedure de optelsom van vele deelprocedures van (doorsneden) deelgebieden moet voorkomen.

Omstreden vanwege de door de oud ministers Nijpels en Kroes bedachte aanpak (aanbesteden per stukjes van 5 km) om de verplichte MER (milieu effect rapportage) overbodig te maken.

⁶⁸ Alle mogelijke obstakels tussen de verschillende fasen in het ontwikkelings- en bouwproces wegnemen. Oorspronkelijk juist aangebracht om

De laatste tijd wordt steeds vaker het inzetten van nieuwe al dan niet interactieve informatie-technologie aangemerkt als meer effectief. Binnen een digitale (web)omgeving kan eenvoudig een eenduidige werkomgeving en systeem worden geïntroduceerd die onbelemmerd door de diverse partners kunnen worden ingezien en zo nodig beoordeeld.

Voordeel van het ‘coach model’ voor een meer effectieve en snelle realisatie van (technische) infrastructuur te bewerkstelligen is het voorkomen van het te snel toewerken naar een oplossing in de vorm van een bepaald infrastructuurproject zonder dat genoeg over de relatie tussen de suprastructuur (de maatschappelijke behoeften; ofwel ‘wat willen we’) en de infrastructuur (‘hoe kunnen we deze doelstelling het beste realiseren’) is nagedacht.

De belangrijkste methode van besluitvorming volgens het interactie- of coachmodel is de ‘co-productie’⁶⁹ [Bekkers et al., 1996]. De methode berust op het erkennen van het bestaan van wederzijdse afhankelijkheid van verschillende partijen en belangen.

Co-productie is te ondersteunen door het stimuleren van participatie van burgers.

Co-productie kan de besluit-vorming zelfs versnellen [Teisman, 1996]. In de beginfase van het project zal het meer tijd, en wellicht meer geld kosten, maar dit verlies wordt in een later stadium goed gemaakt.

Het interactie- of coachmodel, binnen de methode ‘co-productie’ geeft een complexe besluitvorming: individuen en organisaties nemen beslissingen die van invloed zijn op het resultaat. Complexe besluitvormings processen zijn door Teisman [1992] onderzocht binnen drie theoretische benaderingen⁷⁰:

- de uni-centrische (of top-down) –benadering.
- de multi-centrische (of bottom-up) –benadering.
- de pluri-centrische (of interactie) –benadering.

Ter verduidelijking van deze vormen van benadering hanteert Teisman postulaten⁷¹ [Teisman, 1993]. Bij de uni-centrische benadering is het beleidsperspectief “het centrale doel”⁷², en zijn de eenheden in het beleidsveld hiërarchisch geordend. Daarbij zijn de volgende postulaten te onderkennen⁷³:

- er is een centrale eenheid die maatschappelijke problemen definieert en het besluit neemt hoe aan te pakken;
- deze eenheid heeft een bovengeschikte rol in de samenleving en kan haar wil opleggen;
- deze eenheid is het best in staat “het algemeen belang” te behartigen.

Bij de multi-centrische benadering onderscheidt hij als beleidsperspectief “het aggregeren van lokale doelen”, met als postulaten:

- decentralisatie is een feit en onontkoombaar; beslissingen liggen in handen van lokale actoren;
- de centrale overheid moet lokale actoren zo weinig mogelijk beperkingen op leggen;
- de beslissingen van de lokale actoren leiden zonder centrale interventie tot een optimale situatie;
- de rationaliteit ligt in het eigenbelang van de actoren⁷⁴.

Bij de ‘pluri-centrische-, interactie benadering is “het ontwikkelen van bevredigende doelen door wederzijdse beïnvloeding” het gestelde beleidsperspectief.

De volgende postulaten zijn geformuleerd:

- beleidsstelsels bestaan uit centrale en lokale eenheden die in wederzijds afhankelijke relatie met elkaar staan;
- noch centraal, noch decentraal: alleen gedeeld beslissingsrecht leidt tot optimaal beleid;
- niet het algemeen belang, of het eigen belang, maar het gezamenlijk belang is toetssteen voor het beleid.

Deze interactiebenadering berust op de basis van het netwerkdenken, of wat McKenzie en Wajzman [1985] het sociaal-constructivistisch determinisme noemen. Pluri-centrische middelen zijn informatie, politieke steun en legitimiteit. Vandaar dat (goede) ‘communicatie’, en betrokkenheid sleutelbegrippen zijn.

Bij een dergelijk complex interactie- en integratieproces is het van belang een zogenaamde ‘leidende actor’ te benoemen. Als eerste komt de ontwerper van het systeem daarvoor in beeld⁷⁵. De planner van het systeem (mogelijkerwijs de ontwerper) moet een belangrijke rol spelen binnen het coördinatieproces⁷⁶, maar de rol van de ontwerper is geheel anders dan van oudsher door ontwerpers ervaren c.q. opgevat⁷⁷. Bovendien zijn instrumenten gericht op besluitvorming noodzakelijk, opdat men niet blijft hangen in een eeuwigdurende discussie- en/of ontwerpfase.

In de relatiesfeer van actieve actoren of partners kan naast het wegnemen van het machtsmedium ook het geldmedium⁷⁸ aangepakt worden. De eerder genoemde ontwikkeling van het inzetten van al dan niet interactieve informatietechnologie lijkt een belangrijke optie voor het creëren van een eenduidig proces.

De pluricentrische-, of interactie benadering lijkt in de huidige ‘specialisatiesamenleving’ de meest geschikte methode om dynamische processen te benaderen: het is een interactief leerproces waarbij participanten mogelijk zelfs hun doelen pas ontwikkelen en afstemmen

een goede ordening te bewerkstelligen. Het ontwikkelings- en bouwproces is alleen te verbeteren als de ordenende systemen afgebroken worden, waarna het ontwikkelings- en bouwproces als één doorlopend proces gezien wordt.

⁶⁹ Co-productie is “een proces van gemeenschappelijke beeldvorming, gericht op het ontwikkelen van een gezamenlijke beleidspraktijk in een arena van wederzijds afhankelijke actoren” [Bekkers et al., 1996].

⁷⁰ Gestelde benaderingen gelden voor het interactie- of coach model en voor het beslis- of referee model.

⁷¹ Stellingen die onbewijsbaar zijn, maar moeten worden aanvaard om bepaalde feiten te kunnen begrijpen.

⁷² Beleidsontwikkeling staat binnen deze benadering synoniem met sturing; het is een regelsysteem [Hengeveld, 1993].

⁷³ We hebben een ‘goedwerkende’ (goedbedoelende) overheid hebben die het ook nog voor het zeggen heeft (Quod non).

⁷⁴ Een neoliberale benadering: het zelfsturend vermogen van de samenleving (of individu en individuele actoren) staat centraal. Als metafoer gebruikt Teisman [1993] ‘de marktplaats’.

⁷⁵ De constatering komt deels voort vanuit een soort negatieve selectie: elk van de andere actoren kan zich moeilijk los maken van de eigen specialistische taak en beheerst vaak onvoldoende het proces van methodisch ontwerpen en integreren.

⁷⁶ Vaak ontbreekt het aan creativiteit en staat de leidende actor te ver af van het concept voor het systeem om een goede integrerende rol te kunnen spelen binnen het verdere ontwikkelings- en realisatieproces [Smook, 1997].

⁷⁷ Het verschil zit vooral in de vorm van het coördineren en het meer volgend werken (het uitwerken van meerdere alternatieven op basis van bijvoorbeeld maximalisatiestudies) ten opzichte van het (van oudsher) poneren van oplossingen, die pas in tweede instantie via toetsing bij de verschillende partijen/betrokkenen aangescherpt worden.

⁷⁸ De opdrachtgever bepaalt ‘lump sum’ voor de gehele ontwikkelings- en bouwopgave, die in onderling overleg door de verschillende disciplines wordt gealloceerd. Het verplicht de partners tot betere samenwerking. Tegelijkertijd brengt het mogelijk negatieve neveneffecten, zoals onderlinge verwijten, en kan het machtsmedium bij de verdeling belangrijker worden dan gewenst [Smook, 1997].

(bijstellen) tijdens het interactie proces. Van belang is dat zowel in waarden als in richtlijnen of normen wordt gedacht. De oriëntatie⁷⁹ kan geschieden aan de hand van waarden, waarna uitwerking plaats vindt op het niveau van normen.

Deze uitwerking wordt in interdisciplinair verband teruggekoppeld, wat tot aanpassingen leidt, die voor alle disciplines gevolgen kunnen hebben. Binnen deze benadering kunnen 'synergie' (doelvervlochtening)⁸⁰ en 'arrangeren'⁸¹ als doel gelden.

Het onderkennen van het ingewikkelde karakter van de gewenste ontwikkeling is voorwaarde, kan conflicten voorkomen en de efficiëntie van het proces als geheel bevorderen. 'Planning' blijft bij deze interactiebenadering, maar is flexibel in aanpassing en uitwerking, om het proces van besluitvorming, (het prikkelen van de participanten) te bevorderen⁸².

13.4.3

participatie en cognitieve interactie als voorwaarde voor duurzame ontwikkeling

Het (technische) infrastructuurbeleid wordt gekenmerkt door grote economische belangen die door invloedrijke organisaties, de zogenaamde dominante actoren, worden behartigd (zie hoofdstuk 3). Het zijn steeds meer (semi)geprivatiseerde organisaties. Ze onderhouden daarbij goede contacten met de overheid [Ruis, 1996], waarbij de belangen vanwege het sectorale en economische karakter eenzijdig van aard zijn.

Weinigen in de samenleving ontkennen de noodzaak tot het in stand houden of verbeteren van het (leef)milieu, de spreiding van welvaart en welzijn, het bieden van ontplooiingskansen aan eenieder (equity principe) en een grotere mondigheid.

De nadruk op het beperken van de milieubelasting leidt echter al snel tot weerstand. Een maatschappelijk draagvlak op momenten dat dit consequenties heeft, die binnen de huidige economische modellen niet onmiddellijk te verzilveren zijn, ontbreekt. De nadruk moet daarom liggen op het 'geleiden' van een transformatieproces, en mogelijk het vergroten van de milieugebruiksruimte. Er moeten alternatieven geboden worden. Door het participeren van gebruikers bij het ontwerp, de aanleg en zelfs het beheer van (onderdelen van) de gebouwde omgeving kan 'reflexibiliteit'⁸³ bereikt worden. Dit gaat verder dan sociale controle⁸⁴ alleen. Getracht wordt om de gebruiker en/of bewoner aan te spreken op zijn of haar verantwoordelijkheid⁸⁵.

De andere actoren moeten beseffen dat het betrekken van bewoners/gebruikers verder gaat dan alleen maar de fase van veranderen (ontwerp, realisatie). Voor de (duurzame) ontwikkeling van woongebieden leveren de belanghebbende actoren niet slechts een kant en klaar plan af, maar ontwikkelen ze veel meer een totaalconcept, dat met concrete projecten verknoopt is en zo permanent (opnieuw) blijft reflecteren. Een op duurzaamheid georiënteerde ontwikkeling van een (woon)gebied kan beter niet het kant en klare plan volgen, maar moet ingebed worden in een structuur van flexibele en continue veranderingsprocessen. Het moet open staan voor correcties en in staat zijn om doorlopend veranderingen op te nemen. Een geïntegreerde (woon)gebiedsontwikkeling veronderstelt, een gelijktijdige verandering op materieel / fysiek, sociaal en symbolisch vlak. Dit integraal ontwikkelen / vormgeven van een woongebied als sociaal proces wordt 'Place making' genoemd [Healey, 1998; Healey, 1997]. De opbouw van vertrouwensrelaties tussen de betrokken actoren wordt gezien als het sociale kapitaal dat in het woongebied aanwezig is⁸⁶.

De terugtrekkende overheid moet proberen in te haken op de maatschappelijke dynamiek die het marktmechanisme met zich meebrengt, zonder het algemeen nut en de daarbij

behorende nutsvoorzieningen uit het oog te verliezen. Tegelijkertijd moeten de gebieds-relevante actoren meer vrijheid krijgen zaken zelf te regelen, daarbij vrijgesteld van de tot nu toe gangbare verplichtingen (zoals rioolbelasting voor gebruikers, ecotax, vergunningen, mogelijkheid tot zgn. 'parochiale ruimten' in eigen beheer, etcetera). Dit moet gebeuren volgens het in gang gezette proces van deregulering en revitalisatie ofwel 'empowerment'⁸⁷. Een nieuwe taakverdeling is een mogelijkheid. Door middel van samenwerking tussen de betrokken partijen in werkzame coalities kunnen met een minimum aan ingrepen of 'ontginning' [Reh et al., 2003], bestaande cultuurlandschappen en netwerken gefaseerd getransformeerd worden. Dit kan door het te combineren met zogenaamde strategische projecten. Van doorslaggevend belang is via ontwerpend onderzoek de onderlinge verbinding tussen dit soort ensembles, tot reeksen of netwerken te optimaliseren. Daarbij moeten de actoren geïdentificeerd en betrokken worden, waarvoor de Stakeholder benadering⁸⁸ [Freeman, 1984] een goede methode is. Zonder de uitgangspunten van het onderzoek los te laten, kan binnen de methodologie van 'Constructive Technology Assessment' (CTA) [Schot & Rip, 1996] en 'Interactive Technology Assessment' (ITA)⁸⁹ [Grin et al., 1997] het beste gewerkt worden vanuit de besproken 'stakeholder benadering'. Bij dergelijke methodieken wordt gesproken van cognitieve processen en 'higher order learning'⁹⁰ [Quist et al., 2000; Röling, 2000b; Schot & Rip, 1996]. Deze zijn van belang in verband met de doelstelling van verdergaand ondersteunen van duurzame ontwikkeling van het onderzoek⁹¹, en het lange termijn perspectief. Met name de ITA methodologie sluit goed aan op de eerder als optimaal veronderstelde pluricentrische-, of interactie benadering, vooral ook omdat participanten hun doelen pas ontwikkelen en afstemmen (bijstellen) tijdens het (ontwikkelings- en/of interactie)proces.

⁷⁹ Bij de oriëntatie praat men bijvoorbeeld over de bron van het probleem, en van daaruit werkt men aan de oplossing (een bestaande misstand wordt wegegenomen c.q. ontweken en niet verbeterd). Geldof [1995] noemt deze fase het intuïtieve niveau (tegenover het meer rationele niveau van technische richtlijnen en normen).

⁸⁰ Zie hoofdstuk 2.2.1.

⁸¹ Onder arrangeren wordt verstaan "het arrangeren van samenwerking en conflicthantering via tijdelijke samenwerkingsverbanden" [Hengeveld, 1993].

⁸² De 'druipers' is essentieel bij inspraak.

⁸³ Het benutten van de kritische intelligentie en betrokkenheid van de gebruiker (milieutechnisch, esthetisch en sociaal)politiek in de vormgeving van milieutechnische en ruimtelijke processen.

⁸⁴ Binnen de sociologie omschreven als "de manier waarop mensen geleerd hebben elkaar en zichzelf

te beheersen" [Goudsblom, 1974, p.122].

⁸⁵ Rodermond stelt al in 1979: "We zullen ons bewust moeten worden van het feit dat werkelijke vooruitgang niet langer in de eerste plaats gericht moet zijn op een betere materiële of immateriële verzorging maar op ontplooiing van de mogelijkheden die we zelf hebben om onze eigen situatie te verbeteren of te veranderen".

⁸⁶ Gebruikers binnen dit soort langdurige transitieprocessen (verandering van de suprastructuur) kunnen de andere actoren informatie verschaffen over de (waardering van de) ontwikkelingen en veranderingen gedurende een bepaalde tijd.

⁸⁷ Zie hoofdstuk 10.2.1 en hoofdstuk 12.4.5.

⁸⁸ Zie hoofdstuk 12.2.3.

⁸⁹ Beide methodieken zijn gebaseerd op sociale interactie tussen actoren en onderhandelingen en zijn ontwikkeld voor het verbreden van het ontwerp- en ontwikkelingspro-

ces van zowel technologie- als ook beleidsontwikkeling.

⁹⁰ Het gaat vooral om het denken van de betrokken actoren buiten de eigen kaders (paradigma's) [Quist et al., 2000].

⁹¹ In verband met het vinden van acceptabele creatieve oplossingen voor toekomstige problemen (zoals milieubewustzijn) en dan vanwege de eigen perceptie die de verschillende maatschappelijke groepen hebben aangaande duurzame ontwikkeling en de wijze hoe daaraan gerelateerde problemen kunnen worden opgelost. De werkvorm van de ITA en CTA methoden is gebaseerd op basis van workshops met de belanghebbenden van het desbetreffende project. De ontwikkelingsworkshop organisatie is vaak opgebouwd uit de volgende 4 elementen: (1) Belanghebbenden betrokkenheid en workshop organisatie (bijv. ketengerelateerd); (2) kennismaking en introductie; (3) creativiteit sessie (diversificatie); (4) clustering en uitwerking (convergentie).

Als het moment van initiatief naar het niveau van een ontwerpproces kan worden getild verandert ook de wijze van organisatie. Omdat het ontwerpproces wordt gezien als een complex proces met meerdere belanghebbenden, kan het ontwerp- en realiseringsproces het concept van 'Open Design' [Loon, 1998; Gunsteren & Loon, 2000] volgen. Binnen de pluricentrische- of interactie benadering is het concrete ontwerp- en ontwikkelingsproces te omschrijven als de 'Co Design' benadering [Oostra, 2001], waarbij iedere deelnemer in het proces wordt gezien als een expert op zijn of haar gebied. De architect zorgt voor probleem-specifieke interactie zodat een gezamenlijk ontwerp of enkele ontwerpvarianten tot stand komen⁹².

De gewaarwording van een veranderde context en deze zichtbaar maken is noodzaak op weg naar een duurzame samenleving. Het is onvoldoende voorwaarde voor verandering; daarvoor moet het monitoren, het waarnemen, evt. veranderen en leren binnen de samenleving een directer onderdeel worden van die samenleving.

De voorwaarde voor een goede en volhoudbare kwaliteit van de gebouwde omgeving ligt in een 'zelf-lerende' maatschappelijke organisatie. Het vormt de basis van gemeenschappelijke cognitieve processen die mogelijk leiden tot een grotere effectiviteit van handelen. Dit soort 'sociale leerprocessen' wordt ook aangeduid met 'reflexive modernisation' [Beck, 1994]. We spreken dan van een 'assisted self-help' constructie met als hoofddoel 'self-reliance' en een zelf-lerende suprastructuur.

Het introduceren van een platform waar bewoners fysiek en/of digitaal met elkaar over de (gewenste) ontwikkelingen kunnen communiceren, handelen en beslissen kan dit ondersteunen. Het geïmproviseerde handelen wordt in deze brongeorïenteerde aanzet gekoppeld aan het creatieve proces. De Franse antropoloog Lévi-Strauss [1966] omschreef dit als 'bricolage'⁹³. Naast de zogenaamde 'materiële bronnen', zoals de fysieke infrastructuur, de gebouwen, informatiesystemen en financieringsmiddelen, moeten in het bijzonder de cognitieve, affectieve en sociale bronnen⁹⁴ zo benut worden dat de opgave daadwerkelijk uitgevoerd wordt.

13.4.4

voorbeeldconcepten uit de uitvoerings- en beheersfase

Binnen verschillende onderzoeken [NAWO, 2001; Pfeiffer, 2000; Manzini & Jégou, 1999] zijn diverse normatieve scenario's ontwikkeld met daarin wensbeelden met betrekking tot een andere, meer duurzame omgang met de woon- c.q. leefconditie ondersteunende voorzieningen. Het SusHouse project [Sushouse, 2001] beschrijft zes zogenaamde DOS beelden, ofwel Design Oriented Scenarios [Pfeiffer, 2000]:

- 'Comfort Management Service'; het aanbieden van een integraal 'Huismanagement service', verzorgd door de 'comfortleveranciers' (nutsbedrijven) met nadruk op energie efficiënte-, intelligente technologie.
- 'Edumation'; het accent ligt op educatie en voorlichting op gebied van verduurzaming van de leefomgeving van de individuele gebruikers/bewoners door middel van het visualiseren van consumptie van de essentiële stromen, consultatie en stimulerings programma's.
- 'Natural Living'; het op elkaar afstemmen van leefstijlen op het seizoen- en etmaal gevarieerde aanbod van de essentiële stromen en kwaliteiten (temperatuur, water, licht, flexibiliteit) met de nadruk op onafhankelijkheid (zelfvoorziening) van de huishoudens.

- ‘Active House’; de inzet van robotica t.b.v. volledig (automatisch) voorzien van comfort binnen een verplicht gestelde (maximum) verbruikslimiet.
- ‘Wearables’; aanpassing van de comfort voorzieningen naar het individuele (plaatsonafhankelijke) schaalniveau: zoals de zgn. intelligente kleding en ‘wearable’ voorzieningen.
- ‘Come Together’; het delen van voorzieningen en gemeenschappelijke (comfort gerelateerde) diensten en producten (decentralisatie).

Het betreft scenario's die nog niet geïmplementeerd, of milieutechnisch gezien kwantitatief geëvalueerd zijn⁹⁵, maar waarvoor al enkele concepten bestaan die neigen naar (delen van) de bovengenoemde, veelal gebruikersgerelateerde, aanpassingen.

Binnen de uitvoerings- en beheersfase van deze veelal decentrale concepten, gericht op veranderend gebruik⁹⁶, is al langer nagedacht over het beheer (en de beheersing) van systemen en diensten op een dergelijk (lager) schaalniveau. In het Verenigd Koninkrijk en de Verenigde Staten is al geëxperimenteerd. Een voorbeeld is het Energie Service Bedrijf⁹⁷. Het biedt de mogelijkheid van een meer gebruikers, en locatie specifieke aanpak, met betrekking tot zowel de vraag- als de aanbodkant van de service (in dit geval energielevering). Energiediensten zijn in Nederland (vooralnog) mislukt⁹⁸.

Het principe is, al dan niet gecombineerd, te verbreden naar de andere nutsstromen, of op z'n minst de meest essentiële daarvan. Het voordeel van de inzet van het (Energie) Service Bedrijf is dat het kan helpen bij het spreiden van risico en het creëren van een lokale identiteit voor (energie)diensten. Dit laatste is van belang in een geliberaliseerde markt, waar afnemers ‘snel’ kunnen veranderen van toeleverancier.

⁹² De ontwerpmethodologie (zie ook hoofdstuk 1.4.2) volgt globaal de driedeling: ‘probleemdefiniërende fase’ (hoofdstukken 3 t/m 7), werkwijze bepalende fase (hoofdstukken 10 t/m 14), en ‘vormgevende fase’ (hoofdstuk 15).

⁹³ In een creatieve dialoog wordt tegelijkertijd zowel een (gemeenschappelijk) idee gevolgd als ook spontaan (d.w.z. door ingeving van het (synergie)moment) nagedacht over hoe op basis van de aanwezige ‘bronnen’ iets zinvol te ontwikkelen is. Het is een ‘bottom-up-proces’ [NAWO, 2001].

⁹⁴ De cognitieve bronnen duiden de mentale denkmodellen, de affectieve bronnen de emotionele betrekkingen en wederzijdse verbindingen, en de sociale bronnen de sociale structuur van het geïmproviseerde dialoog- en handelingsproces [Cunha, 2000].

⁹⁵ Binnen het onderzoek [SusHouse, 2001] heeft alleen een kwalitatieve milieutechnische analyse en trendonderzoek plaats gevonden.

⁹⁶ Het merendeel van de scenario's impliceerde veranderingen die niet alleen een gevolg met betrekking tot de milieubelasting van de functie zelf inhield, maar ook van de voorziening van de ‘functie’ zelf (bijv. bij het ‘Come Together scenario’, de wijze hoe energie geleverd wordt: decentraal).

⁹⁷ Het is relevant te kijken naar het Verenigd Koninkrijk, waar al langer sprake is van een geliberaliseerde energiemarkt en waar het (Amerikaanse) concept van de ‘Energy Services Companies’ (ESCO's) door toedoen van de deels overheids gefinancierde ‘Energy Saving Trust’ (E.S.T.) meer is uitgewerkt naar de Europese situatie. De Energy Saving Trust definieert de ESCO's als: “being a company providing a complete energy service, combining energy supply with the provision of measures concerned with efficient use” [Urbed, 2001]. De ESCO's zijn oorspronkelijk ontstaan als pionierswerk in de V.S. door het Rocky Mountain

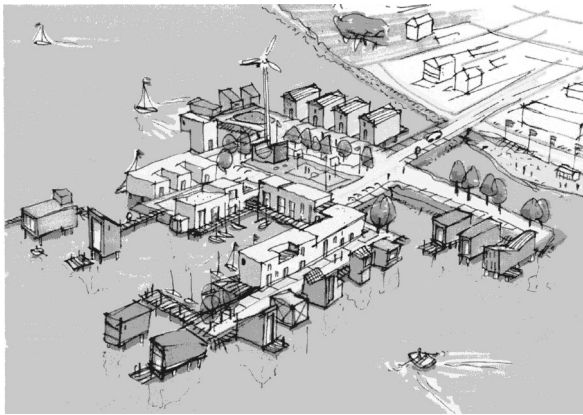
Institute, waarna ze zijn overgenomen door vooraanstaande bedrijven in de utiliteits sector. Er zijn nog maar weinig echte voorbeelden van ESCO's. In Engeland wordt als voorloper Thameswey Energy gezien, terwijl bijvoorbeeld in Denemarken het DIFKO als –nog groeiend- voorbeeld kan dienen. De diensten (services) lopen uiteen van energie efficiëntie, het verkopen van de eerder besproken ‘Negawatts’ tot en met de lokale aanbidding van warmte en elektriciteit. Meer concreet houdt dit voor bijv. het DIFKO in: huis(houden) gebonden waarderings(cijfer) lijsten voor energiegebruik en toegepaste –outlages en vergelijking met nabijgelegen, gelijkwaardige huizen c.q. huishoudens; kleine schaal WKK's, ‘private wire’ elektriciteitsverkoop, zonder (door)berekening publieknet gebruik; en energiediensten voor locale, al dan niet private partijen.

⁹⁸ Als oorzaak wordt gezien dat het concept wellicht te vroeg is geïntroduceerd (in de nog niet of onvoldoende geliberaliseerde markt).

Het concept kan de ontwikkeling van lokale hernieuwbare energiebronnen helpen ondersteunen en kan bijdragen aan de verschuiving naar leveringswaarden zoals ‘verwarming’ en bijvoorbeeld verschillende schalen van ‘comfort’ [Roaf & Viljoen, 2004; Urbed, 2001; Meijkamp, 2000]. Bijkomend voordeel is dat de energie- of (afval)waterbedrijven dichterbij de eindgebruikers, c.q. klanten komen⁹⁹. Van doorslaggevend belang is de communicatie en informatieverstrekking naar de eindgebruikers. Het concept van ‘slimme’ bemetering- en facturering, tezamen met variabele tariefstructuren gekoppeld aan het gebruikersgedrag is mogelijk een goed begin¹⁰⁰.

Figuur 13.3

‘Autarkisch Waterwijk Project’,
Steiger-eiland concept



Andere reeds geïnitieerde concepten richten zich op de vraagzijde van comfort bedienende stromen en infrastructuren. Ze vallen binnen het principe van ‘Edumation’, en zijn de zogenaamde ‘eindgebruiker-’, de ‘feedback-’ en het ‘innovatieve bemeteringsconcept’. De achtergrond van het principe van eindgebruiker bemeteringsconcept gaat verder dan de meterkast bij de voordeur. Het betreft de transitie van levering van een product naar een dienst¹⁰¹ [Meijkamp, 2000]. Een geavanceerd principe richt zich op specifieke apparaten, die nodig zijn voor het omzetten van de dienst in een gebruikersdoel. Electrolux heeft bijvoorbeeld onderzoek gedaan naar de ‘life cycle’ en de milieutechnische impact van hun producten. Direct gevolg van het onderzoek was een groot experiment waarbij 7000 huishoudens in Zweden een gratis wasmachine kregen en de bemetering en facturering geschiedde op grond van de hoeveelheid ‘washcycles’¹⁰² [Electrolux, 1999]. Het principe van ‘feedback’ optimalisatie is in veel landen, waaronder Nederland, onderzocht. In Noorwegen is onderzoek gedaan naar het mogelijke nut van het bij facturering opsplitsen naar soort eindgebruik in combinatie met het tonen van referentiewaarden van, qua grootte en profiel, vergelijkbare huishoudens¹⁰³ [Urbed, 2001]. Steeds meer aandacht wordt besteed aan innovaties met betrekking tot verbeterde bemetering, variërend in een verbeterd ontwerp of andere dan wel meer complete weergave van gegevens.

13.5

Conclusies & Aanleiding Hoofdstuk 14

13.5.1

conclusies hoofdstuk 13

- Vroeger had je de driehoek Burgers, Markt, Overheid. Dit is nu veel complexer (pps constructies, gecombineerd particulier opdrachtgeverschap, etc.); daardoor is het betrekken van burgers in een vroegtijdig stadium van nog groter belang geworden.
- Decentralisatie van projecten naar lagere schaalniveaus maakt het formuleren van concrete gemeenschappelijke doelen eenvoudiger, maar vraagt ook meer sturing.
- In een economische of toegevoegde waarde voor kleinverbruikers, door transformatie van productieaanbod naar dienstenaanbod (dienstenaanbod i.r.t. de essentiële stromen), wordt door de aanbieders nog onvoldoende voorzien.
- Meer vrijheid voor gebruikers vraagt om sterke sturing op hoofdlijnen, naast een wederkerige relatie tussen bestuurders, bewoners en 'bouwers'.
- De als gewenst beschouwde differentiatie is bij de nu gangbare, centrale samenstelling van netwerken overwegend een complicerende factor, en daardoor moeilijk of niet realiseerbaar. Dit staat duurzame ontwikkeling in de weg.
- Besluitvorming rond de technische infrastructuur slaagt via het 'coach model', als de participatie van gebruikers d.m.v. 'co-productie' gestimuleerd wordt.
- Wat nu participatie heet is vaak geen participatie in de zin zoals we dit bedoeld hebben.
- Om te spreken van participatie moet een 'zelf-lerende' suprastructuur worden nagestreefd, waarbij sociale leerprocessen worden geïntegreerd in de ontwikkelings- en gebruiksfases.

⁹⁹ De veelal grotere kapitaal investeringen bij toepassing van decentrale (energie) concepten op basis van hernieuwbare bronnen leiden tot de trend dat de financiële last wordt gespreid door middel van het aanbieden van lease regelingen voor verschillende vormen van energie-efficiënte outillage, zoals WKK units.

¹⁰⁰ Een belangrijke voorwaarde voor het efficiënter sturen en uitbalanceren van vraag en aanbod binnen een systeem of ruimtelijke eenheid (gebouw, buurt, wijk, etc.).

¹⁰¹ De achtergrond is dat het in theorie de klant zou moeten richten op het maximaliseren van de bruikbaarheid van de dienst, terwijl de toeleverancier zich zou moeten richten op het kiezen van de meest efficiënte

methode voor het toeleveren ten behoeve van het eindgebruik en het naar de wens van de eindgebruiker aanpassen van de dienst.

¹⁰² Hoewel de kapitaalkosten van de meer energie efficiënte machines hoger zijn en de levenscyclus-kosten lager zijn, komen de financiële risico's van toepassing van een duurdere, maar milieuvriendelijk apparaat voor rekening van de leverancier van de dienst (Electrolux), die daarmee een beter onderhoud en beheer programma kan opzetten en uitvoeren [Urbed, 2001]. Electrolux claimt dat het ook het gebruikersgedrag beïnvloedt, zoals het draaien van volle wasmachines [Electrolux, 1999].

¹⁰³ Uit het onderzoek kwam naar voren dat de extra informatie als

uiterst bruikbaar wordt ervaren, en dat nog meer toegespitste referentiewaarden (ca. elke 60 dagen) gewenst zijn. De opsplitsing naar soort eindgebruik daarentegen werd van minder belang geacht, en zou eens per jaar kunnen worden verzorgd. Door 20% van de huishoudens werd aangegeven dat interesse bestaat voor een directe toegang tot de eigen en referentie consumptiegegevens via het internet. Studies in de Verenigde Staten hebben overigens aangetoond dat deze verschaffing van extra (relevante) informatie niet per definitie leidt tot een lager verbruik [Urbed, 2001]. Wel geldt dat energie in de Verenigde Staten (te) goedkoop is.

- In de huidige ‘specialisatie samenleving’ heeft alleen een gelijkwaardige behandeling met/van alle belanghebbenden (‘open design’) zonder voorwaarden vooraf, tezamen met een pluri-centrische methode van interactie de meeste kans op dynamische- en/of reflexieve processen van ontwikkeling, realisatie en gebruik.
- De rol van de ontwerper verandert. Naast het gangbare creëren van voorwaarden voor het ontstaan van ruimtelijke-, sociale- en milieukwaliteit wordt ze uitgebreid met het ondersteunen en visualiseren van concrete gemeenschappelijke doelen en het ontwikkelen van varianten. Het is verstandig de ontwerper, leidende actor bij het transformatieproces te laten zijn.

13.5.2

aanleiding hoofdstuk 14

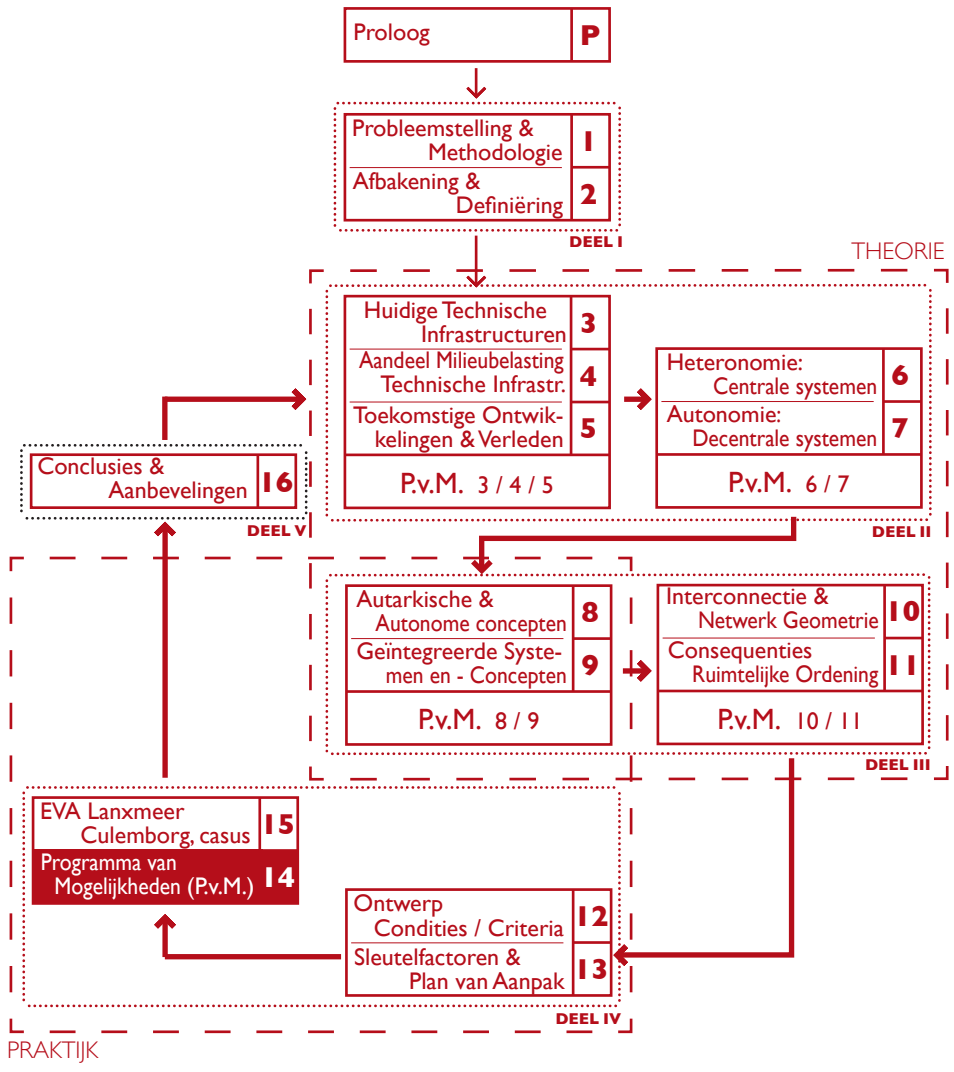
Het opstellen van de belangrijkste milieutechnische, ruimtelijke en sociale criteria voor (alternatieve) systemen heeft geleid tot een serie van potentiële condities.

Vanuit het gehanteerde sociaal-constructivistisch determinisme is het belang van de potentiële gebruikersgerelateerde condities ten opzichte van de ruimtelijke- en milieutechnische condities vooropgesteld.

Het belang van differentiatie is aangetoond. Onderschreven is de noodzaak tot het maximaal betrekken van de verschillende actoren en het belang van het verkleinen van de schaal van implementatie bij structureel andere oplossingen. De potentiële deeltechnieken c.q. deelsystemen van deze structureel andere oplossingen moeten nu geanalyseerd worden. Daartoe is het Programma van Mogelijkheden geïntroduceerd.

Hierin worden de belangrijkste oplossingsrichtingen omschreven, zoals ze zijn voortgekomen uit de analyses van de hoofdstukken binnen dit onderzoek waarin de achtergrondvragen worden beantwoord. Daarnaast komt het Programma van Mogelijkheden (PvM) overeen met de gestelde milieutechnische, ruimtelijke en sociale criteria, zij het dat ze meer oplossingsgericht omschreven worden, en daarmee als kansrijke oplossingsrichtingen gelden binnen het ontwerp en optimalisatieproces.

Het programma van Mogelijkheden kan het kader vormen voor het ontwerpproces binnen de hoofdcasestudie in hoofdstuk 15, waar het geconcludeerde getoetst wordt aan praktijk-situaties, om zo nauwgezet mogelijk de systematische kwaliteiten en de grenzen van de afzonderlijke segmenten aan te geven.



Programma van Mogelijkheden

14.1

Inleiding

14.2

Programma van mogelijkheden Deel II

14.3

Programma van mogelijkheden Deel III

14.4

Programma van mogelijkheden Deel IV

14.5

Overzicht PvM & Aanleiding Hoofdstuk 15

h 14

“Processen als globalisering,
digitalisering, toenemende mobiliteit,
multiculturaliteit en schaalvergroting
lijken allemaal te schreeuwen om een nieuw
paradigma voor de stedenbouw van de
eenentwintigste eeuw .”

Han Meyer

14.1

Inleiding

Ten behoeve van een onderzoeksstructuur die zowel analytische als ontwerpgerichte aanpak steunt is gekozen voor de introductie van een zogenoemd 'Programma van Mogelijkheden' (PvM)¹. Binnen dit Programma van Mogelijkheden worden succes en faalkansen oplossingsgericht omschreven en worden de geldende netwerken en specifieke actoren (met name gebruikers) gekoppeld aan de ecosystemen.

Zowel het deductieve- als het inductieve onderzoeksdeel hebben binnen het onderdeel 'theorie'² aandachtspunten voor het Programma van Mogelijkheden opgeleverd. Het PvM is uitgeschreven, opdat het niet opgevat wordt als sec een maatregelenlijst om de omschreven doelstelling te bereiken³.

Het hoofdstuk vormt tezamen met de ontwerpcriteria uit hoofdstuk 12 en het in hoofdstuk 13 uitgewerkte plan van aanpak de basis voor de uitwerking van de eindcasus Lanxmeer (Culemborg)⁴.

Er is geen sprake van beantwoording van specifieke achtergrondvragen van dit onderzoek; wel wordt een leidraad voor praktijkstudies c.q. -uitwerkingen geboden voor de gestelde centrale probleemstelling op basis van de in voorgaande hoofdstukken naar voren gekomen succes- en faalfactoren. Het heeft geen hoofdstuk specifieke conclusies en het volgt de onderzoeksoptzet tot dusverre: 'Probleemanalyse en –diagnose' (deel II), 'Bestaande concepten en Alternatieve configuraties' (deel III) en 'Ontwerp parameters' (deel IV)⁵. Vanuit de diverse gezichtspunten die aan de orde zijn komen vergelijkbare programma-punten naar voren, reden waarom het hoofdstuk afsluit met een overzicht van de verschillende punten van het Programma van Mogelijkheden.

¹ Het Programma van Mogelijkheden (PvM) is in het kader van deze studie begin 2000 geïntroduceerd en gepresenteerd. Later wordt in andere studies ook wel gesproken van het 'Essay of Clues' ('aanwijzingen'), als "een kaart voor de ontwikkeling van op gezondheid en hygiëne gebaseerde interactieve relaties tussen ontwerpen en de natuurlijke wereld" [McDonach & Braungart, 2003; p.15]. Het P.v.M. en de E.o.C. zijn qua opzet en inzet vergelijkbaar in het (her)ontwerpproces: De opzet is dusdanig, dat de aanwijzingen of mogelijkheden in samenhang te lezen zijn, en niet als een eenvoudige checklist gezien moet worden.

² Zie hiervoor hoofdstuk 1.4.2 met betrekking tot de onderzoeksmethodiek op basis van de regulatieve

cyclus van Van Strien, met een theoretisch en praktisch deel.

³ Evenals de Essay of Clues bevat het PvM een oplossingsgericht kader met zowel kansrijke directe maatregelen (oplossingen), als proces ondersteunende (indirecte) maatregelen. Het bevat ook kansrijke situaties c.q. omstandigheden voor implementatie en algemene en specifieke succes- en faalfactoren voor het introduceren van lokale zelfvoorziening. De onderlinge verwevenheid die voortkomt uit de hoofdstukken van dit onderzoek maakt dat het Programma van Mogelijkheden niet als opsomming te lezen is.

⁴ In deze onderzoekscasus zal op grond van de gestelde eisen (ontwerpcriteria) en mogelijkheden (PvM), een plan uitgewerkt worden op basis van een 'cognitive agent'

(zie hoofdstuk 1.4.1).

⁵ De programmapunten zijn opeenvolgend genummerd en via de paragrafen terug te voeren naar het hoofdstuk waaruit ze voortkomen. Indien een 'programmapunt' een herhaling van een eerder beschreven programmapunt betreft (bijvoorbeeld binnen een andere context) is deze via een kleiner weergegeven herhaling van het oorspronkelijke programmapunt weergegeven, tezamen met een '+' teken en een opsomming naar gelang de hoeveelste keer het een gelijk programmapunt betreft (a,b,c, d etcetera); om aan te geven of het programmapunt elders terug te vinden is. Binnen de hoofdstukken waar de programmapunten uit voortkomen zijn deze eenmalig aangegeven in de kantlijn (de eerste keer dat het genoemd wordt).

14.2

Programma van Mogelijkheden, Deel II

14.2.1

begripsbepaling

Onderzoeksdeel II betreft de probleemanalyse en diagnosestelling. Het Programma van Mogelijkheden volgt de hoofdstukken en bestaat uit vijf delen: het programma dat voortkomt uit de analyse van de bestaande technische infrastructuur (PvM-3), de analyse van de milieubelasting daarvan (PvM-4), de historische analyse en toekomstpaden (PvM-5) en de oplossingsrichtingen heteronomie (PvM-6) en autonomie (PvM-7).

Bij het zoeken naar een optimum schaal voor het kortsluiten van de essentiële stromen is een globale indeling te maken naar een technisch, economisch en sociaal optimum⁶. Sociale aspecten, zoals de gebruiksbeperkingen, het sociale isolement en andere bezwaren die in het verleden nog speelden, vormen steeds minder een probleem. Economisch gezien zijn er veel verschillen tussen centrale en decentrale systemen en tussen de decentrale systemen onderling. Voor wat betreft de geografische omstandigheden, verkeert Nederland, vanwege zijn beperkte oppervlakte, hoge (bevolkings)dichtheid en bewerkbare bodemgesteldheid, in een relatief gunstige positie om (nog) te kunnen kiezen voor een geleidelijke overgang van de huidige infrastructuur (met name de energie-infrastructuur) naar alternatieve configuraties⁷. Bij een eventuele verandering zal het sociale optimum het beslissende aspect worden, al geldt dat dit sterk situatie- en gebruikersspecifiek is. Het Programma van Mogelijkheden (P.v.M.) richt zich op het vraagstuk met betrekking tot de invulling van het fysieke schaalvergrotingsproces.

14.2.2

technische infrastructuur (PvM - Hoofdstuk3)

Met betrekking tot het centrale vraagstuk van de schaalaspecten in relatie tot kansrijke technieken en structuren voor verdergaande verduurzaming en/of ecologisering, is dat beheer een integraal deel uitmaakt van de infrastructuur⁸.

PvM 01

Binnen de geliberaliseerde energiemarkt wordt op dit onderdeel nog winst gemaakt. Dit kan het afstaan van marktaandeel in de weg staan.

Door convergentie van de markten is steeds vaker sprake van potentiële verbeteringen, die betrekking hebben op de interactie tussen de oplossingen aangaande de stromen en bijbehorende systemen en infrastructuur.

PvM 02

Bepalend zijn de wijze van inzameling, opwekking, en transport van de afzonderlijke essentiële stromen, naast grootte (kwantiteit) en samenstelling (kwaliteit). Stroomspecifiek zijn verschillende (kansrijke) oplossingen te benoemen. Zo moet bij de verschillende stromen een scheiding naar deelkwaliteiten komen, bij voorkeur zo dicht mogelijk aan de bron, en zo dicht mogelijk daarbij een vorm van hergebruik vinden.

PvM 03

PvM 04

PvM 05

Het feit dat bij energie nog geen volledige liberalisatie is, levert zowel kansen (bepaalde vrijheid, met mogelijk privaat eigendom van systemen en/of netwerken) als mogelijke belemmeringen op voor alternatieve configuraties (per definitie geen hogere voorzieningszekerheid en volhoudbaarheid door eenzijdige oriëntatie op economische efficiëntie).

PvM 06

De leeftijdsopbouw van zowel de energie-infrastructuur als de afvalwater-infrastructuur, tezamen met het achterblijvende vervangingsbeleid maakt dat er een noodzaak is, en mogelijkheden zijn voor al dan niet parallelle alternatieve systemen in alternatieve netwerkconfiguraties.

PvM 07

Dit kan bijdragen aan vermindering van kosten van heraanleg en/of vervanging⁹.

Er is een toename van persoonlijke eisen die mensen stellen aan hun woning en leefomgeving op het gebied van de (technische) infrastructuur. Dit vraagt om een betere aansluiting.

PvM 08

Ook voor een grotere vrijheid van keuze door de liberalisering van enkele deelmarkten, veroorzaakt door financiële- en maatschappelijke belangen.

Eén van de veranderde aspecten met betrekking tot de essentiële stromen is de transformatie van de markt naar levering van diensten in plaats van producten.

PvM 09

Dit maakt bundeling van gebruikers

PvM 10

en diensten

PvM 11

vanuit bedrijfseconomisch oogpunt aantrekkelijk¹⁰. Een lokale of decentrale bundeling biedt mogelijkheden voor relatief eenvoudiger inpassing van (hernieuwbare) energiebronnen. Afhankelijk van de configuratie kan een dergelijke lokaal gecombineerde c.q. decentrale levering van een dienst leiden tot complicaties bij het huidige proces van de liberalisering.

Mogelijke belemmeringen die dergelijke lokale en/of decentrale systemen met zich mee brengen zijn:

- de veiligheid,
- de zekerheid,
- het beheer,
- de kosten,
- en juridische aspecten zoals:
- aansprakelijkheid
- controle,
- toezicht en
- hinder.

PvM 12

PvM 13

(1) PvM 01

PvM 14

PvM 15

PvM 16

PvM 17

PvM 18

Door deze aspecten vanaf het begin mee te nemen (en zonnig op te lossen) bij de ontwikkeling en implementatie van de alternatieven zijn ze van belemmering te veranderen in kansen.

Bij de vaste afvalstromen, waar het proces van liberalisatie minder gevorderd is en door een ingewikkelde marktstructuur minder voorspoedig verloopt, liggen nog kansen voor het toepassen van het 'economies of scale' principe op het gebied van de inzameling.

PvM 19

⁶ De condities c.q. beoordelings- en evaluatiecriteria (hoofdstuk 12) volgen deze indeling.

⁷ Een eventueel noodzakelijke systemsprong is in Nederland door genoemde kenmerken relatief eenvoudiger te realiseren, dan in landen met (bijvoorbeeld) lagere gemid-

delde dichtheden [AER, 2003a].

⁸ Dit vormt tegelijkertijd zowel een succes- als een faalfactor.

⁹ De met de leeftijdsopbouw samenhangende uitvalduur (bij wegnemen van het zogenaamde uitmiddelingseffect) en toenemende impact daarvan zorgen ervoor dat de vraag naar

dit soort (tijdelijke) al dan niet parallelle systemen maatschappijbreed toeneemt.

¹⁰ Een voorbeeld zijn de warmwaternetten die als gemeenschappelijk, lokaal systeem relatief veilig, minder onderhoudsgevoelig en daarmee als betrouwbaarder worden aangemerkt.

Bij de water gerelateerde systemen liggen kansen die te maken hebben met het tegen- gaan van de misbruik van (drink)water als ‘utility’.	<u>PvM 20</u>
Veel van de water gerelateerde systemen en stromen zijn relatief eenvoudig zichtbaar te maken, en kunnen bij de ruimtelijke ordening als (stedelijk) structurelement ingezet worden.	<u>PvM 21</u>
Dit biedt kansen voor het meer betrekken van eindgebruikers, en daarmee voor milieubewust handelen en de inzichtelijkheid daarvan voor (mede)gebruiker en beheerder, en voor een verbeterde afstemming tussen landelijk en stedelijk gebied,	<u>PvM 22</u> <u>PvM 23</u>
en impliceert een eerdere terugwinning en hergebruik van residuen (afval en afvalwater) afkomstig uit de samenleving.	<u>(1) PvM 04</u>
Andere mogelijkheden liggen in het afkoppelen van de toegevoerde hoeveelheid regenwater bij bestaande afvalwaternetten (waar dit nog niet gebeurd is), ondermeer door een meer optimaal gebruik van bodem en water,	<u>PvM 24</u>
en in de ontwikkeling van afval-, afvalwaterbehandelings- en hergebruikssystemen ‘op maat’,	<u>PvM 25</u>
waarmee transport van afvalwater en afval, en dus kosten worden beperkt. Dit vraagt om een volledige en goede afstemming tussen de belanghebbende actoren.	<u>PvM 26</u>
Het is essentieel de afval(water)stroom te benaderen als een samenstelsel van meerdere nuttige grondstoffen.	<u>PvM 27</u>
Ondermeer impliceert dit dat de afval(water)stroom zo geconcentreerd mogelijk gehouden moet worden, en dat deze zo min mogelijk verdund moet worden met hoogwaardige stoffen, zoals (drink)water.	<u>(1) PvM 20</u>

14.2.3

milieubelasting (PvM - Hoofdstuk 4)

Ten aanzien van de milieubelasting van de gebouwde omgeving speelt op de schaal- niveaus van de (stads)wijk en hoger ¹¹ de (technische) infrastructuur een rol.	
Op de hoogste schaalniveaus geldt bovendien dat het meer centraal stellen van de distributie binnen optimaliseringsprocessen	<u>PvM 28</u>
op andere schaalniveaus dan dat van het gebouw, kan helpen (grensoverschrijden- de ¹² milieugerelateerde problemen, zoals ‘eco-dumping’ en ‘duopolistische’ firma’s, aan te pakken. De keuzemogelijkheid tussen het individuele initiatief en de volledige verzorging door, en afhankelijkheid van netwerken is beter te realiseren op het schaalniveau van stad of wijk,	<u>PvM 29</u>
al dan niet tezamen met andere vormen van beheer.	<u>(2) PvM 01</u>
Het optimaliseren van het ruimtelijke ontwerp, de stedelijke typologie, ofwel het ‘stadstructuurtype’ is één van de belangrijkste instrumenten.	<u>PvM 30</u>
Het aandeel van de technische infrastructuur in de milieubelasting van woon- gebieden is relatief gering en bovendien door alternatieve configuraties en systeem- componenten bij gelijkblijvende structurele uitgangspunten slechts marginaal te verbeteren. Het veranderen van kenmerken zoals dichtheid,	<u>PvM 31</u>
en compactheid	<u>PvM 32</u>
hebben in eerste instantie meer zin ¹³ .	
Ook de energiebelasting van de woningen heeft grote invloed op de milieubelasting van de totale stadswijk en daarmee op het aandeel van de milieubelasting van de technische infrastructuur.	<u>PvM 33</u>
Van belang is het verbeteren van de allocatie van milieubelasting.	<u>PvM 34</u>

Systemen met een hoog opwekkingsrendement hebben een laag aandeel in de milieubelasting van de woningen, terwijl ze juist een hoger aandeel hebben in de milieubelasting van de technische infrastructuur op de hogere schaalniveaus.

Het gezamenlijk beschouwen van dergelijke schaalniveaus is belangrijk.

De benodigde onder- en bovengrondse infrastructuur en de wederkerigheid daartussen worden, met name in Nederland in gebieden met een ‘slappe’

PvM 35

bodem, nog te weinig meegenomen in de overwegingen.

Bij milievalidatie speelt bovendien het aspect ‘relativiteit’. Bij de bepaling van de milieubelasting zijn meetproblemen. Daarnaast is het nauw verweven aan het aspect subjectieve beleving; in het Programma van Mogelijkheden te vertalen naar trachten de milieucriteria in te vullen vanuit de verschillende betrokken actoren.

PvM 36

14.2.4

toekomstpaden (PvM - Hoofdstuk 5)

De oplossingsrichtingen zijn in te delen volgens de twee onderkende toekomstpaden of ‘future paths’: volgens het principe van de ‘economies of scale’ of volgens dat van de ‘scale economy’, anders gezegd globalisering en interconnectie of modularisering en massaproductie.

PvM 37

PvM 38

Door op korte termijn gebruik te maken van ‘natuurlijke technologie’ in een groter aantal (strategische) situaties,

PvM 39

kan de veelal noodzakelijke of onvermijdbaar geachte maatschappelijke ‘paradigma verschuiving’ op weg naar ‘duurzame ontwikkeling’, met de verwachte bijkomende kapitaal vernietiging, voorkomen worden. Voorwaarde is dan wel een ander gebruik van technologie in de vormgeving van processen: een verdergaande interactie met ‘deep ecology’ principes.

PvM 40

Momenteel is vanuit de belangrijkste actoren nog te vaak sprake van een primair technische oriëntatie. Dit heeft niet alleen z’n weerslag in de toegepaste technieken, maar ook in de ontwikkeling van de verschillende infrastructuren. De importantie van het beschermen of verdedigen van een publiek belang moet worden erkend.

In eerste instantie heeft dit betrekking op de zekerheid.

(1) PvM 13

Ook flexibiliteit is een steeds groter publiek belang.

PvM 41

Vanuit de marktpartijen wordt ook steeds vaker gevraagd om flexibiliteit. Twee andere aspecten vanuit de marktpartijen en eindgebruikers zijn: lage kosten en dienstverlening op maat. De laatste vertaalt zich in differentiëring van producten en diensten.

(1) PvM 14

(1) PvM 09

Als gevolg van convergentie van de markten en toegenomen interactie tussen de oplossingen aangaande de stromen en bijbehorende systemen en infrastructuren geldt, dat de verschillende netwerken elkaar niet (fysiek) hinderen, maar zoveel mogelijk op elkaar afgestemd en gebundeld moeten worden¹⁴.

(1) PvM 02

PvM 42

Door de liberalisering zullen zich op de energiemarkt heftiger bewegingen voordoen in de prijzen van gas en elektriciteit. Tezamen met de eerder besproken voorzieningszekerheid,

(2) PvM 13

¹¹ Zie de schaaldefiniëring en –afbakening in hoofdstuk 2.3.1 .

¹² Niet alleen landsgrenzen, maar

bijvoorbeeld ook juridische grenzen, politieke grenzen en beheersgrenzen.

¹³ Er is geen rechtlijnig verband

tussen aantallen bouwlagen en de toename in de stofintensiteit van de bijbehorende technische infrastructuur (zie hoofdstuk 4.3.1).

en de nationale versus supranationale dimensie, zal dit zorgen voor dilemma's c.q. noodzakelijke keuzes, waarbij gedacht moet worden aan een terugvalpositie. PvM 43
 Energiebeheer en -opslag spelen daarbij een grote rol. Op eenvoudige en snelle wijze kan via (strategische) inzet van decentrale opwekking,

(1) PvM 38
(1) PvM 39

zo mogelijk gekoppeld aan lokale opslag, een dergelijke (al dan niet tijdelijke) vergrotinge zekerheid gecreëerd worden¹⁵.

In de (nabije) toekomst moet sterker rekening gehouden worden met een groter aandeel niet stuurbare bronnen. Met de noodzakelijke en gewenste verhoging van de energieproductiviteit, is dit te vertalen naar een ander energiesysteem en of energie- drager,

PvM 44

en een andere netwerk opbouw (netwerkarchitectuur of -geometrie), maar ook naar het beschikbaar maken (of houden) van snel aan- of afkoppelbaar vermogen, te omschrijven als regelbaarheid.

(1) PvM 07

Kansrijke alternatieven met betrekking tot energietransport en -conversie, zijn (onder bepaalde voorwaarden) gelijkstroom, al dan niet gecombineerd met laagvoltage, en opslag.

PvM 45

PvM 46

PvM 47

Voor warmte bieden chemische en latente opslag goede mogelijkheden; voor elektriciteit liggen mogelijkheden bij nieuw ontwikkelde lichtgewicht Lithium-ion cellen. Op lange termijn wordt vooral de inzet van waterstof als energiedrager en indirect als opslagmedium van belang.

(1) PvM 44

Inzet van waterstof als nieuwe energiedrager vraagt om aanpassing(en) in de infrastructuur. De factor tijd wordt van groot belang voor de al dan niet succesvolle transitie en maatschappelijke acceptatie. De meest kansrijke tussenstap is de inzet van decentrale waterstofvoorzieningen

(1) PvM 25

(2) PvM 38

De waterstof wordt geproduceerd op plaatsen waar het benodigd is¹⁶.

Bij voorkeur gebeurt dat door opwekking uit hernieuwbare bronnen, waardoor synergie mogelijk is¹⁷. Het kan ook uit de productie van aardgas komen¹⁸, of betere alternatieven zoals syngas en biogas.

PvM 48

(2) PvM 44

Een ontkoppelde infrastructuur, of infrastructuur die bestaat uit onverbonden decentrale clusters¹⁹ typeert de overgangsfase.

Bij de sanitatiestromen afvalwater en drinkwater moet centraal staan dat de problemen zo weinig mogelijk worden doorgeschoven in tijd en ruimte.

(2) PvM 04

Een punt van aandacht is de omgang met, en betere aansluiting van gebruik op de verschillende waterkwaliteiten, zoals bijvoorbeeld drinkwater, regenwater en grijs-, geel- en/of zwart afvalwater. Drinkwater moet als hoogwaardige grondstof in gebruik zoveel mogelijk beperkt worden.

(2) PvM 20

Regenwater moet zo snel en schoon mogelijk gebruikt, of de bodem geïnfiltreerd worden.

PvM 49

(1) PvM 03

Het grijze-, gele- en mogelijk zwarte afvalwater kan los van de meer vervuilde stromen die direct gezondheidsgevaar met zich meebrengen, ter plekke behandeld en hergebruikt worden.

(2) PvM 03

(3) PvM 04

Afvalstromen zijn te beschouwen als bron van grondstoffen. (1) PvM 27

De vele aanwezige nutriënten moeten dicht bij de bron (her)gebruikt worden, mede door vroegtijdige scheiding naar afval(water)stroomkwaliteit. (4) PvM 04

Net als bij de energiestroom speelt ook bij de sanitatie stromen het beheer een grote rol bij het verduurzamen dan wel er milieubewust mee om (kunnen) gaan. PvM 50

De introductie van RTC, of Real Time Control, is van grote waarde voor een meer efficiënt dagelijks beheer, lagere vervanging-c.q. uitbreidinginvesteringen en betere monitoring. RTC biedt goede mogelijkheden voor (gedeeltelijke) decentralisatie. Een andere maatregel is het opzetten van afval(water)keten bedrijven. PvM 51

Naast procedurele- en kostenvoordelen kan het een andere inzet van keten-ondersteunende middelen bevorderen, en andere oplossingschalen mogelijk maken (zowel de mogelijkheden voor het combineren en/of vergroten van de context als voor het afkoppelen van deelsystemen of deelstromen).

Bij de vaste afvalstromen is het maken van onderscheid tussen organisch en anorganisch afval van belang²⁰. (3) PvM 03

Als bij geen van de andere deelstromen geldt de relatieve complexiteit van de sector. Het vereenvoudigen is een noodzakelijke eerste stap binnen het (mogelijk maken tot) vanuit duurzame ontwikkeling bezien betere omgang met (delen van) de vaste afvalstromen. Dit kan door versmallen van het beleidsproces, PvM 52

beperken van het aantal actoren PvM 53

vergroten van inzicht en opsplitsen van beleidsprocessen (transparantie), PvM 54

en het aansluiten bij alternatieve bestuursvormen en decentrale sturingsmodellen. PvM 55

14.2.5

heteronomie en centralisatie (PvM - Hoofdstuk 6)

De toegenomen afhankelijkheid van een betrouwbare en continue energievoorziening is een belangrijke verandering met betrekking tot het kunnen functioneren van de maatschappij. Dit leidt tot een grote heteronomie van de aanwezige aanbieders en de desbetreffende netwerken. De noodzakelijke zekerheid valt onder de fundamentele behoefte ‘bescherming’. (3) PvM 13

De mate van milieubewustzijn van een huishouden hangt niet samen met het schaalniveau waarop in de fundamentele behoefte ‘onderhoud’ wordt voorzien. Van belang is bijvoorbeeld de aansluiting van de energievoorziening op de culturele en landschappelijke kenmerken van de omgeving, de ‘genius loci’ (functioneel en esthetisch). PvM 56

¹⁴ Optimalisering van dit aspect brengt een grotere mate van flexibiliteit in ruimtegebruik met zich mee en zal stedelijke en natuurlijke programma's volhoudbaar ondersteunen.

¹⁵ Rechtstreeks opslaan van zonlicht of wind (of elektriciteit uit welke bron dan ook) op grote schaal is relatief moeilijk. Maar het wordt eenvoudiger als het in energiekwaliteit (en schaal) is aangepast aan het soort

eindgebruik (exergie), en pieken en dalen elkaar kunnen aanvullen.

¹⁶ Tankstations, warmte-kracht-koppeling installaties, etc.

¹⁷ In verband met de relatief lage energie dichtheid van de meeste hernieuwbare bronnen.

¹⁸ Deze optie is momenteel het meest economisch, maar vanuit volhoudbaarheid minder gewenst.

¹⁹ De noodzakelijke aanpassingen

van de bestaande infrastructuur zijn bij deze oplossingsrichting beperkt.

²⁰ De organische afvalstromen zijn goed decentraal te verwerken. Er vanuit gaande dat volgens de voorkeursvolgorde van afvalbehandeling niet gekozen wordt voor verbranding, moeten de resterende anorganische afvalstromen zo snel en zo dicht mogelijk bij de bron verder worden gescheiden (zie PvM-03 en PvM-04).

Milieubewust gebruik wordt gestimuleerd door een goede aansluiting van woningontwerp op levensstijl, of meer toegepast, woonstijl en op de directe leefomgeving. Aspecten van aandacht voor deze laatste zijn:

- de dichtheid van bouwen,
- typologie,
- de invulling van de open ruimte en
- de bovengrondse infrastructuur, ofwel verkeersontsluiting.

 PvM 57

 (1) PvM 31

 (1) PvM 30

 PvM 58

 (1) PvM 35

Ten behoeve van het beter laten aansluiten op de levensstijl, en woonstijl van bewoners moet de complexiteit van de essentiële voorzieningen en bijbehorende regelingen worden teruggedrongen.

 (1) PvM 54

Dit vraagt vereenvoudiging van de processen, producten (of beter: diensten) en betrokken partijen, en kan door integrale dienstverlening, ofwel het verzorgen en door beheren van integrale pakketten ten behoeve van de behoeftevervulling 'onderhoud' te vergroten (versterken).

 (3) PvM 01

 (2) PvM 09

Door de financiering van infrastructuur uit de algemene middelen te verminderen, wordt de prikkel daadwerkelijk gemaakte kosten terug te verdienen versterkt,

 PvM 59

 (1) PvM 06

maar staat dit duurzame ontwikkeling ervan mogelijk ook in de weg. Om de kansen daartoe te behouden moeten indirecte en externe kosten, die niet berekend en verrekend zijn, teruggebracht worden in de prijs van diensten.

 PvM 60

Variabilisatie van de kosten naar gebruik,

 PvM 61

en het opnemen van de bijbehorende milieubelasting zijn essentieel.

 (1) PvM 32

De inzichtelijkheid van het beheer (de verschillen tussen privaat en publiek beheer) moet voor gebruikers worden vergroot.

 (4) PvM 01

 (2) PvM 54

Een belangrijk aspect bij infrastructuur is de noodzaak tot flexibiliteit. Enerzijds gaat het om flexibiliteit van de afzonderlijke systemen en de componenten zelf, anderzijds om flexibiliteit die neerkomt op het kunnen kiezen voor een andere invulling van de voorziening binnen de keten (warm water in plaats van gas, etc.).

 (1) PvM 42

 (3) PvM 09

Aan het begrip flexibel is, afhankelijk van de stroom, de locatie en de techniek, een duidelijk schaaloptimum te koppelen. In de gebouwde omgeving kan dit vertaald worden naar verbeterde ruimtelijke concepten zoals een gecombineerde, bij voorkeur goed toegankelijke technische infrastructuur. Dit kan bijvoorbeeld door bundeling in een schacht of koker²¹.

 (2) PvM 42

Het centrale elektriciteitsnet is te beschouwen als een opslagsysteem met een zeker rendement²². De mogelijkheid bestaat om deze aan te passen, zodat bij uitval van het centrale net, de systemen als stand-alone kunnen functioneren.

 (1) PvM 43

Een beperking van invoeging van energie(deel)systemen op basis van hernieuwbare bronnen blijft de noodzakelijke 'rem' op de doorgave aan het net van (zelf-opgewekte) energie (de zogenaamde maximale vervangingspercentages). Voor een structurele inpassing van hernieuwbare bronnen (meer dan 35% van de energiestroom) zullen structurele wijzigingen in de opbouw van het net (waaronder de geometrie) moeten plaats vinden, of dienen volledig autonome systemen toegevoegd te worden (zonder koppeling).

 PvM 62

 (2) PvM 07

Autonome systemen met een koppeling naar het centrale net ten behoeve van 'opslag' kunnen bevorderd of geremd worden door een hogere of lagere vergoeding voor teruglevering aan het net (gedifferentieerd tarief).

 PvM 63

Als gekozen wordt voor transport van elektriciteit over grote afstanden²³ kan dit het beste via gelijkstroomdistributie (en hoogvoltage) plaats vinden.

PvM 64

Op lokaal schaalniveau, op de schaal van de gebouw en ensemble (schaalniveaus 1 en 2)²⁴ zijn er mogelijkheden via gelijkstroomdistributie gecombineerd met laag-voltage.

(1) PvM 46

De (afval)waterstromen hebben een veel directer en van oorsprong meer zichtbare relatie met de gebouwde omgeving. Het terugbrengen van de kleine hydrologische kringloop kan helpen de mensen te betrekken bij de problematiek, en hen activeren mee te werken aan verbeteringen.

PvM 65

(1) PvM 24

Dit moet zo mogelijk gebeuren via natuurlijke systemen, vanwege de goede mogelijkheden van integratie en grotere flexibiliteit. Het is van belang de omloopsnelheid te verlagen,

PvM 66

en vermenging van water van lagere kwaliteiten met drinkwater beperken.

(3) PvM 20

De nuttige delen binnen het afvalwater, de zogenaamde nutriënten, worden dan niet onnodig vermengd en behandeld, en kunnen eerder teruggewonnen en hergebruikt worden.

(5) PvM 04

Het introduceren van lokale- en decentrale toegevoegde systemen op strategische plekken kan een deel van de hoge vervangingsinvesteringen van bestaande rioolstelsels en introductie van kostbare nieuwe systemen volgens de conventionele methode voorkomen.

(3) PvM 38

(1) PvM 37

Bij de vaste afvalverwerking zijn de centrale zogenaamde harde fysieke infra-structuren nog te weinig flexibel en storingsgevoelig²⁵.

Voor inzameling zijn er goede oplossingen die verder bouwen op de huidige inzameling per as. Met name stortzuilen met Real Time Control

PvM 67

(1) PvM 50

geven meer comfort, flexibiliteit voor de gebruikers en efficiëntieverbetering voor de verwerkers, mogelijkheden voor betere afvalscheiding en een lagere milieubelasting. Voor het organisch afval is composteren binnen de bebouwde omgeving een reële en goede optie.

PvM 68

(6) PvM 04

(1) PvM 49

De plek is locatie, typologie, en leefstijl afhankelijk.

(1) PvM 56

(1) PvM 57

²¹ Al dan niet gecombineerd met oplossingen op een kleinere schaal van implementatie.

²² De volledige afhankelijkheid van beschikbare elektriciteit geldt zelfs voor energieneutrale- c.q. autonome systemen die wel aan het centrale net gekoppeld zijn.

²³ Bijvoorbeeld in geval van het maken van koppelingen volgens het principe van 'zwakke verbindingen' tussen verschillende netwerken en het small-world principe (zie hoofdstuk 10).

²⁴ Zie hoofdstuk 2.3.1.

²⁵ Dit geldt niet voor harde fysieke infra-structuren (zoals vacuüm afzuiginstallaties) voor afvalwater, en evt. organisch afval, op de lagere schaalniveaus 1 en 2.

14.2.6

autonomie & decentralisatie (PvM - Hoofdstuk 7)

Ten behoeve van de uitwerking van decentrale systemen geldt dat deze, gezien het sturende karakter van het geconstateerde centralisatie paradigma, op één of andere manier ondersteund moet worden. Dit kan door de aansluitverplichting(en) voor bepaalde groepen gebruikers af te schaffen.

PvM 69

(1) PvM 10

(1) PvM 61

Effectiever is het bewust creëren van een niche, ook wel bekend als ‘strategisch niche management’.

PvM 70

Ook convergentie van infrastructuren

(2) PvM 02

kan leiden tot nieuwe mogelijkheden en synergie-effecten. Het vernieuwen van de visie op de (economische) waarde van producten en diensten, en het oplossen van ruimtelijk nadelige kenmerken, zoals het grotere ruimtegebruik

(4) PvM 09

(2) PvM 30

en het ‘relatief aanwezig zijn’ van decentrale systemen c.q. componenten, zijn noodzakelijk. Kansrijk daarbij zijn een nadere uitwerking van de ruimtelijke integratie door middel van meervoudig grondgebruik

PvM 71

(3) PvM 30

en de koppeling aan (positieve) waarneembaarheid ter bevordering van bewustwordingsprocessen en voor educatief gebruik.

PvM 72

(1) PvM 36

De meest gangbare hernieuwbare energiebronnen die decentraal worden toegepast zijn zon, wind, omgevingswarmte en biomassa. Het al dan niet koppelen aan het centrale elektriciteitsnet of centrale warmtenetten

(2) PvM 37

is een dimensioneringsaspect en bepaalt de kans op succesvolle implementatie dan wel falen. Bij het volledig autonoom maken van het energiesysteem, en dus bij afwezigheid van een dergelijke verbinding aan centrale netwerken, wordt de lokale opslagvoorziening van elektriciteit dan wel warmte,

(1) PvM 47

een essentiële systeemcomponent. Het gericht sturen van de vraag (maar ook het aanbod) kan de dimensionering helpen optimaliseren.

PvM 73

Bij de sanitatievoorziening is onderscheid te maken naar vaste afvalbehandeling, afvalwaterbehandeling en gemengde systemen.

Binnen de afvalwaterbehandeling is verschil tussen de verschillende kwaliteiten afvalwater (geel, grijs, licht grijs, bruin en zwart). Van belang is het besef dat afval minder compact (geconcentreerd) is. Essentiële succes- en tegelijkertijd faalfactoren zijn daarom de omgang met hygiëne,

PvM 74

(1) PvM 41

scheiding naar kwaliteit,

(4) PvM 03

en de directe verwerking van uiteindelijke reststoffen zoals slib.

PvM 75

(7) PvM 04

De scheiding naar kwaliteit biedt directe voordelen voor hergebruik ter plaatse. Door vroegtijdige opsplitsing van afvalwaterstromen worden de verschillende deelstromen gevoeliger voor afwijkende stoffen. Bij het systeemontwerp moet hiermee rekening gehouden worden.

PvM 76

De bewustwording en daaraan gerelateerd correct handelen worden van groter belang.

(1) PvM 72

Om een direct hergebruik (nabij de bron) van water, energie en nutriënten beter (efficiënter) mogelijk te maken moeten decentrale sanitatieconcepten ontwikkeld worden in samenwerking met duurzame landbouw en energieconcepten.	<u>PvM 77</u> <u>PvM 78</u>
De nieuwe decentrale sanitatieconcepten kunnen een relevante oplossing vormen voor afgelegen gebieden waar de verbinding met een centraal netwerk technisch, noch economisch aantrekkelijk is. Dit betreft vooral: snel groeiende buitenwijken in zich ontwikkelende landen	<u>PvM 79</u> <u>PvM 80</u> <u>PvM 81</u>
in gebieden met waterschaarste, het ontlasten van overbelaste (bestaande) infrastructuren, en gebieden waar men nutriënten en waterrecycling in het kader van 'duurzame ontwikkeling' lokaal wil oplossen ²⁶ .	<u>PvM 82</u>
Verskillende technieken voor behandeling van afvalwater en organisch vast afval komen in aanmerking voor toepassing in kleinschalige sanitatieconcepten. Niet iedere methode is geschikt voor eenzelfde type afval of afvalwater. Bepalend voor de systeemkeuze zijn de aard en samenstelling van de deelstromen, de hoeveelheden van de deelstromen op een lokatie, en de overige (ruimtelijke en sociale) mogelijkheden en beperkingen van de specifieke behandelingsmethode.	<u>PvM 83</u> <u>PvM 84</u> <u>PvM 85</u>
Gezien de eerder geconstateerde noodzaak tot integratie van dergelijke systemen met andere functies zijn geïntegreerde, bij voorkeur biologische systemen te prefereren boven zogenaamde compacte systemen (ook wel: autonome systemen genoemd ²⁷).	<u>(1) PvM 71</u> <u>PvM 86</u>
Een volledige verflechting van functies per definitie hoeft niet voordelig te zijn, aangezien de levensduur van de verschillende onderdelen of elementen kan verschillen en de integratie de noodzakelijke flexibiliteit in de weg kan staan.	<u>(3) PvM 42</u>
Aspecten van belang voor de succes- c.q. faalkansen van decentrale systemen in het algemeen is enerzijds de (verplicht gestelde) heteronomie van centrale systemen en beherende of controlerende instanties,	<u>(3) PvM 37</u> <u>(1) PvM 69</u> <u>(1) PvM 16</u> <u>(1) PvM 74</u> <u>(1) PvM 08</u>
anderzijds juist een noodzaak tot supervisie en controle, vooral voor de gezondheidskritische aspecten.	
De wijze van invullen moet veranderen: faciliteren in plaats van gedogen. Uitgangspunt is dat vrijwel iedere lokatie uniek is, en bij decentrale concepten vraagt om eigen specifieke oplossingen (dienstverlening 'on-site' en 'op maat'). Volledige dan wel gedeeltelijke autonomie ²⁸ is een argument dat voor inpassing van al dan niet additionele decentrale systemen pleit, omdat inzet ervan flexibele planningsconcepten ondersteunt.	<u>(2) PvM 25</u>
Daartoe moet de ontwikkeling van de infrastructuur zelf, de variabilisatie van de kosten,	<u>(2) PvM 61</u>

²⁶ Net als bij de energie gerelateerde stromen kan ook bij de sanitatiestromen sturing helpen bij het optimaliseringsvraagstuk van de relatief grotere stroomvolume variaties, bijvoorbeeld door middel van tijdelijke opslag en/of Real Time Control.

²⁷ Om verwarring te voorkomen wordt binnen deze studie niet gesproken van autonome sanitatieconcepten als bedoeld wordt op compacte systemen.

²⁸ Bij gedeeltelijke autonomie gaat het om systemen die een bepaald deel van de tijd de verbinding met centrale netwerken benutten om overschot dan wel tekort op te vangen: feitelijk zijn deze concepten als papieren autonomie te beschouwen.

de mogelijkheid tot etikettering,

PvM 87

(5) PvM 03

(2) PvM 57

de tariefregulering in verhouding tot transportafstand,

PvM 88

(1) PvM 28

maar ook de toegang tot de verschillende netten.

PvM 89

tijdig afstemmen op het gekozen systeemconcept, zodat 'scheve' economische uitgangsposities voorkomen worden. Van voordelen als gevolg van de fysieke schaalconomie is voornamelijk weinig tot geen sprake. Bij succesvolle implementatie, en consolidatie zal dit op de lange termijn veranderen.

(4) PvM 37

Het openen van de energie- en vaste afvalmarkt heeft gevolgen voor de grootte van investeringen die gedaan worden door energieleveranciers en afvalverwerkers. De toegenomen onzekerheid van een afzetmarkt door concurrentie en technische ontwikkeling maken kleinere investeringen weer populair.

PvM 90

(2) PvM 06

De voordelen van decentrale systemen kunnen de voordelen van de financiële schaalconomie op termijn beter benutten.

(4) PvM 38

In een dergelijke situatie is klantenbinding van groot belang. Dit leidt eerder tot verbeterde dienstverlening, hetgeen één van de voorwaarden is voor een volhoudbare en succesvolle implementatie van decentrale systemen.

(5) PvM 09

14.3

Programma van Mogelijkheden, Deel III

14.3.1

begripsbepaling

Onderzoeksdeel III betreft onderzoek naar bestaande quasi-autonome concepten en alternatieve configuraties van centrale netwerken. Het Programma van Mogelijkheden volgt de hoofdstukken en bestaat uit vier delen: het programma dat voortkomt uit de analyse van referentieprojecten die naar (semi) autonomie of (quasi) autarkie neigen (PvM-hoofdstuk8), analyse van functie- en systeemintegratie en bijbehorende referentieprojecten (PvM-hoofdstuk9), analyse van integratie bij complexe systemen en ketenonderdelen en een alternatieve netwerkgeometrie c.q. -configuratie (PvM-hoofdstuk10) en de consequenties voor de ruimtelijke ordening en -ontwikkeling (PvM-hoofdstuk11).

14.3.2

autonomie en autarkie (PvM-Hoofdstuk 8)

Onderzoek van de referentieprojecten en het vaststellen dat verbinding van autarkische systemen noodzakelijk is, tonen aan dat volgens de drie vormen van schaalvergroting²⁹ het proces van structurele schaalvergroting (de tweede vorm van geconstateerde schaalvergroting) in principe onveranderd kan plaatsvinden. Voorwaarde is dat het proces van mentale schaalvergroting en het eraan gekoppelde (gevoelsmatige) proces van stijgende afhankelijkheid, afgeremd wordt. Dit is te bereiken door meer vrijheden aan te brengen binnen het fysieke ontwikkelingsproces van schaalvergroting.

Het Programma van Mogelijkheden (P.v.M.) richt zich daarom op het vraagstuk met betrekking tot de opdeling van het fysieke schaalvergrotingsproces. Een (theoretisch) ideaal dat door verschillende futurologen wordt aangehangen is een optelsom van meerdere autonome of zelfs autarkische substructuren of cellen, die voor wat betreft de essentiële stromen onverbonden kunnen zijn. Autarkie is echter door diverse processen van transformatie in principe instabiel. Het onderling verbinden van de autonome substructuren blijft vanuit het principe van zekerheid noodzakelijk.

PvM 91

(4) PvM 13

(5) PvM 37

(2) PvM 43

Indien men een dergelijke structuur wil realiseren op basis van een gedecentraliseerde participatieve democratie geeft het 'polycentrische model' van Rogers [1997] mogelijk houvast voor de organisatie en ruimtelijke uitwerking³⁰.

PvM 92

(2) PvM 32

Het principe gaat uit van compactheid,

(2) PvM 93

en integratie van functies en voorzieningen, waaronder recreatie,

(2) PvM 94

en een gecombineerd ontwerp op basis van duurzaam transport.

(1) PvM 11

Het principe wijkt af van een sec op autarkie gerichte (ideële) strategie, omdat de volhoudbaarheid en flexibiliteit van het gecombineerde (totale) netwerk centraal staan.

PvM 95

(3) PvM 07

De achterliggende gedachte is dat eenvoudig veranderingen (technieken, gebruikers, gebruikswensen, etc.) op korte termijn opgenomen kunnen worden, zonder dat de veelal aan de langere termijn gekoppelde duurzaamheids en zekerheids garanties in verdrinking komen. Bij de inrichting van het theoretische model kan het toekennen van waarden, zoals:

PvM 96

· cultuurwaarden en landschapswaarden,

(2) PvM 56

· natuurwaarden,

(2) PvM 24

· stedelijke waarden en

(4) PvM 30

· sociale waarden

(3) PvM 57

helpen³¹. Het kunnen ondersteunen en profiteren van (de keuze voor) zowel het principe van de 'scale economy' als de 'economies of scale' moet centraal staan bij de ruimtelijke ontwikkeling.

(1) PvM 29

Bovendien kan het de aanleiding vormen voor het afstappen van de in veel autonome en autarkische projecten gekozen introverte ruimtelijke typologie, gericht op exclusie³²

PvM 97

Bij leefgemeenschappen zorgt de huidige typologie er nog voor dat synergie tussen de verschillende 'afgesloten cellen' en/of verschillende schaalniveaus (sociaal, ruimtelijk en milieutechnisch) minder of niet goed mogelijk is.

²⁹ Zie hoofdstuk 6.2.1.

³⁰ Het policentrisch model is gebaseerd op integratie van wonen, werken en recreëren in compacte, naar autonomie neigende knopen, met een fysieke invulling op basis van loop- en fietsafstanden gecombi-

neerd met hoogwaardige verbindingen van openbaar vervoer tussen de knopen. Deze knopen worden gekenmerkt door een hoge dichtheid en meervoudig ruimtegebruik.

³¹ Het principe vormt onvoldoende basis voor het oplossen van de bouwopgave.

³² De typologie van de omsloten kloosterhof. In de Verenigde Staten zijn dit soort omsloten enclaves, die zich als ruimtelijke entiteit afsluiten van de openbare ruimte (door bijv. hekken) ook wel bekend onder de naam 'condominium'.

Bij het merendeel van vroegere en recente concepten speelt de aansluiting van energie- en/of sanitatievoorziening op de landschappelijke kenmerken van de omgeving,

(3) PvM 24

(3) PvM 56

(1) PvM 26

en gekoppelde economische activiteiten

een rol. Meestal komt dit neer op incorporatie van, dan wel aansluiting op (vormen van) duurzame landbouw

(1) PvM 77

Dit aspect kan, naast andere (PvM;94 t/m 96), om verschillende redenen aangemerkt worden als mogelijke succesfactor van verbonden systemen³³.

Een kenmerk dat bij de meerderheid van de onderzochte quasi autarkische projecten naar voren is gekomen, is dat de efficiëntie en integratie van de verschillende onderdelen en het geheel nog onvoldoende is onderzocht, verbeterd³⁴ en uitgedragen.

PvM 98

Daar zou, al dan niet in een beschermde omgeving, ruimte voor gemaakt moeten worden.

(1) PvM 70

Bij enkele projecten leidde dit tot de keuze voor minder vergaande technologie, waardoor volledige autarkie niet (meer) wordt gehaald (Woon/werkhuis Hoek, The Autonomous House). Gehele projecten of onderdelen van het streven naar autarkie worden daarom als volledig mislukt beschouwd (De Groene Leguaan). Het discontinue karakter van het merendeel van de hernieuwbare bronnen en gebruikersgerelateerde stromen biedt ruimte winst te halen bij een betere afstemming tussen vraag en aanbod.

PvM 99

Het principe van Real Time Control³⁵ kan als leidraad dienen.

(2) PvM 50

Ervaring, opgedaan bij de referentieprojecten, leert dat beheersaspecten van belang zijn voor een goed stromenbeheer.

(5) PvM 01

Een goed beeld bieden de projecten Arcosanti en vooral het Hockerton Housing Project. In geval van het HH Project is (zelfs) het omgevingsbeheer meegenomen als stok achter de deur om te voorkomen dat projectontwikkelaars onder het mom van (schijn)duurzaamheid (met het Hockerton Housing Project als referentie) projecten zullen proberen te realiseren in gebieden waar niet gebouwd mag worden. Het achterliggende principe van het Hockerton Housing Project is innovatief: ont koppeling, autarkie, of het streven ernaar. Gecombineerd met een uitgebreid 'Landmanagement Plan' met georganiseerde participatie en zelfbeheer wordt het een mogelijkheid voor bouwen in (beschermde) buitengebied.

PvM 100

(6) PvM 01

Voor de bekeken quasi autarkische referentieprojecten is gebleken dat een goede afstemming op de cultuur en manier van leven, van belang is voor succes en volhoudbaarheid

(4) PvM 57

Het opnemen van educatieve en culturele activiteiten versterkt dit proces, doordat het bijdraagt aan de 'civitas', een actief gemeenschapsleven.

PvM 101

Culturele activiteiten zijn vooral in Arcosanti en de verschillende eco-villages te vinden. Educatieve (voorlichtende) activiteiten zijn in alle referentieprojecten, en dragen bij aan een bepaalde trots (het uitdragen van de maakbaarheid van het ideaal) en gemeenschapszin, wat door de bewoners wordt aangegeven als doorslaggevende factor voor de blijvende betrokkenheid van de verschillende projecten³⁶. De toonbaarheid, of zichtbaarheid van de getroffen maatregelen zijn van belang³⁷

(2) PvM 72

(2) PvM 36

14.3.3

functie- en systeemintegratie (PvM - Hoofdstuk 9)

Een netwerkgeometrie die uitgaat van het creëren van cellen of knopen van hoge dichtheid en beperkte omvang tezamen met nabij gelegen voorzieningen gericht op comfort,

(3) PvM 32
(1) PvM 91

ondersteunt duurzame ontwikkeling die gebaseerd is op gesloten kringlopen.

Op hogere schaalniveaus kan dit worden uitgewerkt volgens een polycentrische ontwikkeling

(1) PvM 92

en biedt dan goede aanknopingspunten voor concepten op andere gebieden, zoals duurzaam transport

(1) PvM 94

en verbeterde integratiemogelijkheden van recreatie nabij wonen en werken.

(1) PvM 93

Dergelijke voordelen voor laterale concepten hebben betrekking op de (verkeer)-stromeninfrastructuur, de cultuurhistorische structuur, de water- en/of de groenstructuur, en zijn sociaal en economisch verbonden. Vooral de water- en groenstructuur (dragere van waarden) vragen om afremmen dan wel voorkomen van de als ongewenst te beschouwen ontwikkelingstendens van verdergaand 'volmorsen' van het landschap en sterke terugloop van agrarisch groen(beheer).

PvM 102
(1) PvM 23

Voor een succesvolle implementatie van decentrale systemen is integratie van functies, ruimten en bijbehorende diensten noodzakelijk³⁸.

(2) PvM 11
(3) PvM 72

Vooral de groen- en waterstructuur bieden mogelijkheden voor ruimte- en functie-integratie

(1) PvM 21
(4) PvM 56

Er zijn goede mogelijkheden voor aansluiting op de functies landbouw en recreatie.

(2) PvM 77
(2) PvM 93

Soms is het te combineren met cultuurhistorische dragers, al dan niet met een educatieve invulling

(3) PvM 101
(4) PvM 72

of gecombineerd beheer.

(1) PvM 100

De grote economische en sociale waarde van educatie, beheer en recreatie maakt een functiecombinatie, op basis van een 'economy of scope' gericht op diensten (zie hoofdstuk 6 en 7) beter mogelijk.

(6) PvM 09
(7) PvM 01

³³ In hoofdstuk 1 is gesteld dat dit onderzoek zich beperkt tot de energie en sanitatiestroom. De verbinding met de nutriëntenstroom wordt derhalve slechts in beperkte mate verder onderzocht (alleen de synergie-effecten van oplossingen omtrent de energie- en sanitatiestroom voor de landbouw worden uitgewerkt).

³⁴ Het betreft nog vaak zogenaamde 'eerste generatie voorbeelden', met alle ontwikkelings-, implementatie-, integratie- en gebruikersgerelateerde

problemen van dien [Urbed, 2001]. Door de relatieve innoviteit is er vooralsnog vaak sprake van minder sociale acceptatie. Een relevant voorbeeld is het verbeterde urine-scheidings toilet.

³⁵ Zie hoofdstuk 5.4.3 .

³⁶ Voor het project de 'Groene Leguaan' (hoofdstuk 8.4.4) gaat dit niet op, vanwege de continue wisseling van gebruikers omdat het een vakantiewoningcomplex is.

³⁷ Veel projecten worden nog bijna

dagelijks bezocht door geïnteresseerden die al dan niet op afspraak komen voor informatie c.q. rondleidingen. Bij projecten waar de aan de maatregelen minder zichtbaar zijn, blijkt een grote behoefte aan een begeleide rondleiding en uitleg. Het vergroten van de zichtbaarheid voorziet in deze behoefte.

³⁸ Dit vormt feitelijk een overlap met de gewenste combinatie van verschillende cultuurdragere (zie PvM;75 en PvM;81).

- Het schaalniveau van stadsdeel, wijk en soms buurt biedt de beste voorwaarden voor een meer individuele milieuaanpak. Integratie van voorzieningen met bovenstaande functies zijn mogelijk. Daarbij is de compactheid, (4) PvM 32
 de nabijheid gecombineerd met een zonering op basis van vervlechting, PvM 103
 en een zorgvuldige vormgeving van processen essentieel. PvM 104
- Volhoudbaar milieubewust functioneren is gebruiker- en cultuurgerelateerd. (5) PvM 30
 Gezien het veranderende karakter van deze twee is het creëren van ruimte voor (5) PvM 57
 initiatieven en veranderingen (vrijheden) tijdens de gebruiksfase (dus na de (2) PvM 08
 realisatiefase) van belang. (2) PvM 29
(2) PvM 41
- Ook plekken van ‘ontmoeting’ van mensen en voorzieningen/functies zijn onontbeerlijk (3) PvM 36
 Realiseerbaar via sterk gereduceerde (technische) infrastructuur binnen de PvM 105
 ruimtelijke ontwikkeling van gebieden (4) PvM 07
- en minder omvangrijke vormen van beheer en onderhoud; (8) PvM 01
(3) PvM 29
- dus door begeleid teruggeven van de (inrichting en het onderhoud van de) (2) PvM 10
 openbare ruimte aan georganiseerde gebruikersgroepen.
- Het aanreiken van complete DESAR³⁹ systemen (inclusief de bijbehorende dienstverlening) (3) PvM 25
 zal een dergelijke wijze van omgang met en inrichting van de openbare ruimte (2) PvM 14
 ondersteunen, en maatschappelijke kosten helpen reduceren.
- De voorkeur gaat uit naar investeringen in de ecologische kwaliteit(en). DESAR-systemen sluiten daarbij aan op de geconstateerde wens tot het creëren van functie-integratie met landbouw en recreatie binnen de groen, water en cultuurhistorische structuur. Het levert secundaire voordelen, ofwel toegevoegde waarden op zoals de verbetering van de bodemstructuur en het vasthouden van water. (4) PvM 24
- De introductie van dergelijke systemen heeft ook duidelijke faalkansen⁴⁰, omdat ze veelal zijn gebaseerd op natuurlijke processen en daarmee extra kwetsbaar voor verkeerd gebruik (1) PvM 76
 ze vaak (dag)lichtafhankelijk zijn, en relatief veel grondoppervlak vragen. (7) PvM 30
- Het hergebruiksaspect van de nutriënten moet nog beter onderzocht en benut worden. PvM 106
(1) PvM 98
- Het is de vraag of logistieke problemen, huidige mestoverschotten en gevoelsmatige weerstand, het terugbrengen van deze rest(deel)stroom reëel maken. (1) PvM 27
 Het vertalen van dit terugbrengen van ‘reststromen’ naar de gebouwde omgeving vraagt veel aandacht. Vanuit de Permacultuur (als ontwerpprincipe) liggen daartoe kansen. PvM 107
- De integratie van functies en (decentrale) systemen heeft vooral betrekking op de energie- en afvalwaterstromen. Er zijn voor de verschillende deelstromen diverse (proef)projecten gerealiseerd. Vooral ten aanzien van de bouwkundige integratie van de als kansrijk naar voren gekomen gecombineerde systemen is nog maar weinig

bekend c.q. proefondervindelijk in de praktijk onderzocht. (2) PvM 98
 Binnen dit onderzoek zijn twee ruimtelijke integratieaspecten nader onderzocht, (2) PvM 71
 te weten: verbonden energie–sanitatie voorziening, (1) PvM 78
 gekoppeld aan landbouw (3) PvM 77
 en de combinatie van ruimtelijke en ecologische functies (8) PvM 30
 (beide op de laagste drie schaalniveaus).

Bij de referentieprojecten voor bouwkundige integratie van verbonden energie-
 sanitatie systemen (DESAR-systemen) in het Duitse Vauban en Lübeck is gebleken
 dat bewust gekozen werd voor deelmodules en –technieken die al meerdere jaren
 van actieve implementatie achter de rug hadden⁴¹. De mate van (3) PvM 98
 (door)ontwikkeling is een belangrijke afweging
 Aangevoerd is dat zowel een gedeelte van het schone water als ook de zuurstof,
 benodigd voor het ondersteunen van menselijk leven, geregenereerd wordt. (1) PvM 65
 Daarbij blijkt de interconnectie van een gescheiden behandeling van grijs en
 zwart water met energieopwekking en hergebruik van nutriënten in de landbouw
 een, op de lange termijn bezien, energie-efficiënte oplossing. (2) PvM 27
(4) PvM 77
(2) PvM 78

Vroegtijdig inzetten van een capabel ontwikkelings- en assemblageteam is
 noodzakelijk gebleken PvM 108
 Inbreng en benutten van licht voorbehandeld overig organisch afval⁴² kan de
 efficiëntie verder verbeteren (1) PvM 68
(8) PvM 04

Het niet direct toepassen van de teruggeleverde energie in de vorm van biogas
 in huishoudelijke appendages (en de dan benodigde extra behandelingsstappen),
 maar het direct koppelen aan andere decentrale concepten, bijvoorbeeld een warmte
 kracht systeem of decentrale concepten voor afvalinzameling, levert bijkomende
 (economische en beheertechnische) voordelen op. PvM 109
 Bij een grotere schaal van toepassing wordt de integratie van de technische
 infrastructuur belangrijk(er): de toepassing van een centrale ‘infra-koker’ blijkt
 daarbij van nut⁴³. (4) PvM 42

De integratie van decentrale systemen van afval(water)behandeling en/of
 energieopwekking met andere ruimtelijke functies biedt additionele voordelen. (5) PvM 72
 Vooral vanuit visueel PvM 110
 en auditief PvM 111
 oogpunt bezien, is dit bij bepaalde systemen of deelbehandelingen interessant. (4) PvM 36
 Omgekeerd kan de aanwezige klimatisatie PvM 112
 of een bepaalde functie (bijvoorbeeld een gemeenschapscentrum, buurthuis of
 horeca- en/of expositievoorziening) vanuit procesfunctioneel en educatief oogpunt
 een toegevoegde waarde zijn voor het systeem. (3) PvM 93

³⁹ Decentralised Sanitation and Reuse.

⁴⁰ Door deze vanaf het begin mee te nemen in de oplossing kunnen ze echter ook gezien worden als kansen.

⁴¹ Of is bij afwezigheid daarvan, zo-

als in het geval van specifieke deel-modules in het project Flintenbreite te Lübeck, gekozen voor een lange periode van proefdraaien in een laboratorium.

⁴² Door middel van een shredder (centraal, voor de inlaat in de verzuuringstank; of lokaal; bij het aanrecht

van de gebruiker, tezamen met een gescheiden afvoer bijvoorbeeld op basis van vacuüm).

⁴³ Bij het snel lokaliseren en oplossen van, overigens weinig voorkomende, storingen.

Reeds aanwezige, onbenutte ruimten die nabij liggen kunnen bovendien een toegevoegde functie krijgen (bijvoorbeeld wateropslag in kelder of kruipruimten).	<u>PvM 113</u>
Uit de onderzochte referentieprojecten is gebleken dat het plaatsen van meer omgevingsgevoelige processen buiten het bereik van mensen verstandig is.	<u>(2) PvM 76</u>
Toch kan visuele informatie, tezamen met het plaatsen van objecten in minder toegankelijke ruimten, positieve effecten, als verbondenheid, betrokkenheid en bewustwording, oproepen bij bewoners en gebruikers.	<u>(1) PvM 22</u> <u>(5) PvM 36</u>
Meer op hergebruik gerichte stappen die minder gezondheidskritisch en omgevingsgevoelig zijn, kunnen in het zicht en toegankelijk blijven,	<u>(6) PvM 72</u> <u>(1) PvM 110</u>
bijvoorbeeld het invoegen van aquaculturen, horticulturen en dergelijke.	<u>(1) PvM 05</u> <u>(5) PvM 77</u>
Ze versterken de bewustwording van gebruikers en passanten nog verder	<u>(6) PvM 36</u>
Bovendien biedt dit mogelijkheden voor gecombineerd beheer.	<u>(3) PvM 11</u>
Voorwaarde is dat de beheerder betrokken is (en blijft) bij het toegepaste systeem en de specifiek invulling c.q. uitwerking ervan.	<u>PvM 114</u>

14.3.4

heteronomie en netwerkgeometrie (PvM - Hoofdstuk 10)

Uitgangspunt bij de uitwerking van een alternatieve netwerkbenadering met als doel verdergaande verduurzaming en zo mogelijk (quasi-) autarkie bereiken, vormt het principe van 'technological external economies' gebaseerd op innovaties, die voortkomen uit clustering van ontwikkelingen van decentrale technische deelsystemen	<u>PvM 115</u> <u>(6) PvM 37</u> <u>(5) PvM 07</u>
Voorwaarde is een goede mate van coördinatie, en vooral de zogenaamde horizontale communicatie.	<u>PvM 116</u>
Het meer opnemen van de dubbele betekenis van duurzaamheid, in de zin van duurzaamheid in tijd, of robuustheid, naast volhoudbaarheid levert een andere opstap voor transformatie van huidige systemen en technieken.	<u>PvM 117</u> <u>(5) PvM 13</u>
De nadruk dient te liggen op de uitwerking van integratie aspecten en een andere wijze van behoeftevervulling.	<u>(4) PvM 93</u> <u>(7) PvM 09</u> <u>(6) PvM 57</u>
De integratie aspecten (zowel horizontaal als verticaal) gelden voor processen, omdat bij producten, gebouwen en infrastructuren een limiet aan de toegevoegde waarde bestaat. Bij de uitwerking c.q. het operationaliseren van integratie moet de nadruk liggen op het omgaan met onzekerheden ⁴⁴ .	<u>PvM 118</u> <u>(9) PvM 01</u> <u>(1) PvM 55</u>
Het besef en de omgang met de factor tijd in samenhang met het soort laag binnen de maatschappij (innovatie dragend of innovatie stabiliserend) vragen aandacht. Binnen de snelle lagen, die innovatie dragen, moet het totale primaire proces structureel worden herontworpen. Dit vereist een meer marktgericht organiseren,	<u>PvM 119</u> <u>(3) PvM 06</u> <u>(7) PvM 57</u>
een betere afstemming op de vraag van gebruikers	

en de noodzaak tot meer lokaal en omgevingsgericht organiseren.	<u>PvM 120</u> <u>(2) PvM 55</u>
De noodzaak tot integreren geldt voor de verschillende infrastructuren, boven- en ondergronds	<u>(2) PvM 35</u>
technisch en ruimtelijk, mogelijk te benoemen als ‘ruimtelijke infrastructuur’	<u>PvM 121</u>
en is meer als ontwerpcomponent te zien. Aanknopingspunten daarbij zijn: een systeemgerichte benadering bij de behandeling van energie-, water en stofstromen	
· met een brongerichte aanpak van de vervuiling, de afvoerstromen en de opwekking van toevoerstromen;	<u>(9) PvM 04</u>
· het differentiëren naar (gebruiks)kwaliteit;	<u>(6) PvM 03</u>
· het nuttig gebruik van lokale, bij voorkeur natuurlijke en (relatief snel) regenererende bronnen;	<u>(5) PvM 24</u>
· integratie van afval(water) behandeling bij terugwinning en hergebruik van afvalstoffen;	<u>(3) PvM 27</u>
· integratie van afval(water)behandeling en energieopwekking;	<u>(3) PvM 78</u>
· en zo mogelijk integratie van afvalwaterbehandeling en drinkwatervoorziening.	<u>PvM 122</u> <u>(4) PvM 20</u>
Als innovatie voor de komende jaren wordt binnen de energiesector de inpassing van decentrale elektriciteitsopwekking	<u>(7) PvM 37</u> <u>(6) PvM 07</u> <u>(2) PvM 48</u>
en de inpassing van nieuwe gasvormige energiedragers gezien.	<u>(1) PvM 51</u>
Binnen de sanitatiesector zijn dit integrale concepten en integraal management, adaptieve modules (Real Time Control) en andere soorten randvoorzieningen.	<u>(3) PvM 50</u>
Voor beide sectoren zijn de gevolgen van de toenemende complexiteit van belang. Enerzijds heeft dit gevolgen voor de relatie tussen klimaat, flexibiliteit en duurzaamheid, anderzijds tussen logistiek, flexibiliteit en duurzaamheid. Bij de eerste houdt dit een noodzaak tot een exergetische benadering (of cascadering) in,	<u>PvM 123</u>
bij de laatste een dematerialisering-, of beter, een rematerialiserende benadering.	<u>PvM 124</u>
Vooral de wijze waarop centrale netwerken, al dan niet bestaand uit decentrale clusters, zijn georganiseerd, de zogeheten netwerkarchitectuur of netwerkgeometrie	<u>(7) PvM 07</u>
is cruciaal voor duurzaamheid in de dubbele betekenis. Zo ook de aanwezigheid van zwakke verbindingen (connectors) als kritische verbindingen.	<u>PvM 125</u>
Tezamen met de beherende instituties en noodzakelijke clustering	<u>(1) PvM 115</u> <u>(8) PvM 07</u>
hebben ze een cruciale rol bij het faciliteren van veranderingsprocessen.	
De zogenaamde aristocratische organisatie van een netwerk is het beste voor de robuustheid van het netwerk.	<u>(6) PvM 13</u> <u>(1) PvM 104</u> <u>(2) PvM 115</u>
Door het netwerk bovendien continu te (kunnen) laten groeien	<u>PvM 126</u>
en dit te laten plaats vinden middels het principe van ‘preferential attachment’	<u>PvM 127</u> <u>(2) PvM 39</u>

⁴⁴ Er is sprake van een optimum bij het volledig voorkomen van onzekerheden en het volledig negeren ervan.

en zogenaamde hubs binnen decentrale clusters, wordt het principe van zelf-organisatie en een aristocratische opbouw, zoals bekend uit de natuur, benaderd.

Een dergelijk principe vraagt om (onderdelen van) netwerken die een zekere ‘fitheid’ hebben⁴⁵. In het beheer is daar gericht op aan te sturen.

(3) PvM 55

Uiteindelijk leidt dit tot een mate van schaalvrijheid.

PvM 121

Voor de vertaling naar de ‘ruimtelijke infrastructuur’

of zelfs ruimtelijke ordening en (steden)bouwkundige structuur kan dit het beste gedaan worden volgens de door Alexander beschreven ‘halfroosteraxioma’,

PvM 128

omdat deze de ingewikkelde sociale en technische structuren goed kan omvatten.

Een dergelijke uitwerking kan er toe leiden dat beleid transformeert van beleid met snel achterhaalde, vaste einddoelen en dwangmatige regelgeving naar

(3) PvM 41

economische meegroeiende structuren.

(4) PvM 55

Het vraagstuk van het bepalen van een optimale schaal wordt daarmee irrelevant. (1) PvM 95

14.3.5

ruimtelijke ordening en ontwikkeling (PvM - Hoofdstuk II)

Het Programma van Mogelijkheden voor de ruimtelijke ordening en ontwikkeling komt in eerste instantie overeen met de oplossingsgerichte omschrijving van de ruimtelijke condities. Met betrekking tot schaalniveaus is sprake van glijdende grenzen. Dit is het gevolg van het dynamische karakter van de stromen. Elk schaalniveau heeft een beperkte opnamecapaciteit of, indien dit naar de tijdschalen wordt vertaald, een beperkt bereik.

Het vergroten van opnamecapaciteit, of bereik

PvM 129

(1) PvM 66

is daarom een belangrijke sleutelfactor bij het sluiten van kringlopen⁴⁶.

(9) PvM 30

Herintroductie van een sterke stad-ommeland relatie,

(2) PvM 23

vertaald naar de huidige ruimtelijke typologie van stedelijke netwerken en conurbaties, is de beste oplossing.

(2) PvM 92

Om volledige teloorgang te voorkomen van het in hoofdstuk 9 als essentieel en vaak als noodzakelijk geconstateerde, ‘stad-achterland systeem’ zijn twee oplossingsrichtingen te onderkennen.

De eerste oplossingsrichting voor de ruimtelijke ordening als geheel betreft het terugkeren naar een vorm van type 1 sustainability. Binnen de huidige context is dit alleen als een mondiaal evenwicht op te lossen. Het vormt de basis van de meeste huidige ontwikkelingen van schaalvergroting, het creëren van een zogenaamde ‘World Settlement Envelope’, heteronomie en oplossingen aangaande de essentiële infrastructuren en de daaraan gelieerde ruimtelijke ontwikkeling.

(8) PvM 37

De tweede oplossingsrichting is via een veranderde ruimtelijke ordening over de gehele breedte het bereiken van type 2 of type 3 sustainability te faciliteren. Dit kan door het alternatieve ontwikkelingspad van decentralisatie en streven naar autonomie op onderdelen te volgen.

(5) PvM 38

(1) PvM 62

Het bereiken van type 2 sustainability is mogelijk door het laten toenemen van bioproductief land⁴⁷.

(1) PvM 129

(10) PvM 30

Voor het bereiken van type 3 sustainability worden concepten uitgewerkt en gebouwd die op het 'koloniseren' van ruimten buiten de aardse 'biosfeer', en het creëren van meer of minder 'afgescheiden' micro-klimaten, met daarbinnen gecreëerde gesloten kringlopen, gebaseerd zijn.

PvM 130

Het is de vraag in hoeverre deze laatste oplossingsrichting structureel kan bijdragen aan de gestelde doelen (zie ook hoofdstuk 8.2.3). Een combinatie van de eerste twee oplossingsrichtingen lijkt daarom het meest kansrijk.

(4) PvM 29

Het is niet vanzelfsprekend dat technisch als geslaagd te beschouwen oplossingen ook automatisch kunnen rekenen op een grote en snelle maatschappelijke toepassing⁴⁸. De sociale inpassing vraagt extra aandacht. In eerste instantie houdt dit in een zogenaamde 'intentional community' met bovengemiddelde betrokkenheid bij de processen.

PvM 131

De integratie van de aanvullende functies staat of valt met de aansluiting op de bestaande structuren en plek-eigen kenmerken (genius-loci).

(6) PvM 24

Dit kan door meer nadruk te leggen op bio-klimatisch bouwen.

PvM 132

Door voortschrijdend inzicht in natuurlijke processen en betere technologische mogelijkheden de natuurlijke processen te ondersteunen is het goed mogelijk oplossingen hun basis te laten vinden in natuurlijke processen c.q. systemen, gebaseerd op natuurtechnologie.

(3) PvM 39

(1) PvM 40

Bij deze nieuwe technologie moet vooralsnog een lager schaalniveau van implementatie gekozen worden.

(5) PvM 29

De bovengrens is afhankelijk van de mate van betrokkenheid en de sterkte van (organisatie van) de gemeenschap, en zal naar verwachting niet ver boven de 200 inwonersequivalenten kunnen liggen⁴⁹. Bij het oplossen van milieuproblemen en aandragen van oplossingen is het extrapoleren (de 'up-grading') van decentrale concepten veelal beperkt⁵⁰ (of nog onvoldoende onderzocht).

(4) PvM 98

Distributie moet bij het optimalisatieproces meer centraal worden.

(2) PvM 28

Het aanpakken van milieugerelateerde problemen in de ruimtelijke ordening via de nog veelal door overheden aangestuurde infrastructuren (inclusief groenontwikkeling) biedt houvast bij het volhoudbaar invullen van de verschillende netwerken en ketens en sluit bovendien aan op de als noodzakelijk naar voren gekomen gecombineerde top-down / bottom-up benadering.

(1) PvM 55

Het is nog onzeker in welke verhouding de technologie zal bijdragen aan de noodzakelijke voorzieningen van algemeen nut. Sec technisch gezien kan het belemmerend werken als op korte termijn gekozen wordt voor één vorm van technologie. Door een te premature keuze van infrastructuren kunnen bepaalde technologieën of schalen worden uitgesloten.

⁴⁵ Dit komt neer op een combinatie van flexibiliteit, uniformiteit, consistentie en optimalisatie van inzameling en transport.

⁴⁶ Per definitie niet het vergroten van de capaciteit van het systeem. Eerder heeft het betrekking op de milieutechnische- en ecologische capaciteit per ruimte- of gebruikseen-

heid (bijv. inwonersequivalent). De capaciteit is nauw verbonden met de inpasbaarheid in de woonomgeving.

⁴⁷ Bijvoorbeeld door meervoudig ruimtegebruik en combinatie(s) van functies en door opwaardering van minder productief oppervlak (zeeën, woestijnen, etc.).

⁴⁸ Dit geldt des te meer voor de

meer specifieke aan natuurlijke processen gerelateerde oplossingen.

⁴⁹ Een dergelijke maximale grootte komt ook voort uit de systemen zelf, al is dit afhankelijk van het soort systeem.

⁵⁰ Exponentiële groei in elk willekeurig ecosysteem moet vermeden worden.

Dit moet zoveel mogelijk worden voorkomen, wat pleit voor een invulling op onderdelen, gebaseerd op een decentrale aanpak.

(8) PvM 07

(6) PvM 38

In tegenstelling tot wat verwacht wordt dient 'regie' centraal te staan⁵¹.

PvM 133

(6) PvM 55

Onderdeel van deze regie is de ontwikkeling van een meer strategische lange termijnvisie.

PvM 134

In eerste instantie zal deze visie (vanzelfsprekend) gebaseerd moeten zijn op de drie kernwaarden betrouwbaar, betaalbaar en schoon. De structureel andere aanpak zit in het volgen van de laterale fundamentele behoeften (zie ook hoofdstuk 6.2.2), en biedt mogelijkheden voor koppeling aan andere vormen van beheer en een grotere flexibiliteit voor de eindgebruiker (als dienstverlening).

PvM 135

(10) PvM 01

(4) PvM 41

Bovendien vormt het een nuttige insteek voor innovatie en de incorporatie van de reële milieubelasting 'from source to service', of integrale milieukwaliteit.

(1) PvM 33

(1) PvM 34

Zoals eerder gesteld hangen oplossingsrichtingen voor het verduurzamen van de huidige steden nauw samen met de gewenste 'toestand van 'sustainability'. Als het ruimtelijk model van de 'Kringloopstad' tot uitgangspunt wordt genomen is de compactheid van de kernen

(5) PvM 32

en de nabijheid van open, groene ruimte

(1) PvM 58

(met bij voorkeur een agrarische bestemming) van belang.

(6) PvM 77

Voor de invulling gericht op bio-klimatisch bouwen moeten de locatiekwaliteit en lokale karakteristieken (de genius-loci) tot uitgangspunt worden genomen.

(5) PvM 56

(1) PvM 132

In vervolg op de uitkomsten van hoofdstuk 9 geldt dat nieuwe vormen van groen geïntroduceerd worden,

PvM 136

bij voorkeur gekoppeld aan de verschillende lagen, of schaalniveau⁵². Door de koppeling aan milieutechnische functies ('natural technologies')

(4) PvM 39

en alternatieve vormen van beheer kan sprake zijn van vormen van meervoudig groengebruik, als vorm van meervoudig ruimtegebruik.

(3) PvM 71

Het tussenniveau van de stad of de wijk speelt dan een belangrijke rol bij het realiseren van projecten die gebruik maken van de keuzemogelijkheid tussen het individuele initiatief (autonomie en/of afwijken) en de volledige verzorging door en afhankelijkheid van centrale netwerken (heteronomie).

(6) PvM 29

Bij ruimtelijke integratie van de systemen is de 'privacy zoning' als uitgangspunt te nemen,

PvM 137

vooral als het gaat om de integratie van gezamenlijke systemen in semi-openbare ruimten (solidariteit op cluster, buurt of wijkniveau).

(3) PvM 10

(4) PvM 11

Variatie in dichtheid binnen de compacte knopen en tussen de bebouwde gebieden en het buitengebied levert de voorwaarden voor (technische) systemen en infra-structuren. Binnen een dergelijke oplossingsrichting dient als regel:

(7) PvM 29

aankoppelen en gedeelde efficiëntie (compactheid)

(6) PvM 32

of afkoppelen en individuele zelfvoorziening.

(2) PvM 62

De maximale maatvoering van de compacte kern moet gebaseerd zijn op haalbare loop- c.q. fietsafstanden⁵³

(2) PvM 94

Het model van ‘Gedecentraliseerde Concentratie’ ondersteunt, net als het afgeleide Kringloopstad model, de verschillende door het Ministerie van VROM onderkende leefmilieus het beste.

(8) PvM 57

We kunnen spreken van een verschuiving van nadruk op de ‘randen’ rondom de centra van steden naar binnenstedelijk wonen met tegelijkertijd het wonen in of nabij (volwaardig) groen. Het pleit voor een (aangepaste) gecombineerde uitwerking volgens het vingerstad principe op de lagere schaalniveaus, en sluit daarmee aan bij de veranderde woonwensen van de laatste decennia.

PvM 138

14.4

Programma van Mogelijkheden, Deel IV

14.4.1

begripsbepaling

Dit derde en laatste deel van het Programma van Mogelijkheden is gebaseerd op het vierde onderzoeksdeel. Enerzijds betreft dit het praktijkgerelateerde programma op basis van de criteria die gelden voor succesvolle toepassing van alternatieve systemen op gebied van de essentiële stromen (PvM-hoofdstuk 12), anderzijds het uitvoerings- c.q. procesgerelateerde programma: hoe zijn belanghebbende actoren bij implementatie van alternatieve uitwerkingen optimaal te betrekken (PvM-hoofdstuk 13).

14.4.2

ontwerpcriteria (PvM - Hoofdstuk 12)

De gestelde milieucriteria gezondheid, hygiëne en veiligheid

(2) PvM 74

(1) PvM 12

leiden tot de voorwaarde dat, bij de systemen waar de deelstromen een verschillende behandeling en toepassing kennen, deze zoveel mogelijk gescheiden moeten blijven naar kwaliteit.

(7) PvM 03

Van directe invloed is de (strategische) ligging.

(5) PvM 39

Door de juiste situering, het kiezen van alternatieven die problemen op een bepaalde plek of in een bepaald gebied voorkomen dan wel bijsturen, kan het aspect ‘vrij van dreiging’ (veiligheid) worden geoptimaliseerd.

Van belang is hoe om gegaan wordt met het verschil tussen objectieve conditiestelling en subjectieve beleving.

(7) PvM 36

⁵¹ Dit komt niet zozeer voort uit de keuze van invulling, als wel uit de veranderingen uit de sector. In de ‘oude, niet-geliberaliseerde situatie volgde de infrastructuur de ontwikkelingen aan vraag- en aanbodzijde. In de geliberaliseerde situatie dreigen vooral onderhouds-, duurzaamheids- en innovatieaspecten het onderspit te delven door een gebrek aan grip, aan regie.

⁵² Te denken valt aan meer com-

pacte vormen van groen op het schaalniveau van de individuele woning (zoals ‘groene’ (dak)terrassen van minimaal 30 en maximaal 50 m², integratie van –al dan niet gestapelde- vloekassen en een algemeen beter gebruik van dakoppervlakken als –groene-buitenruimte). Ook compacte vormen van semi-gemeenschappelijk groen tussen het individuele schaalniveau en het schaalniveau van de (grotere-) buurt of de wijk in (bijvoorbeeld als zgn.

‘mandelig gebied’) vormgegeven als ‘hortus conclusus’, gemeenschappelijke wintertuin, etc.) zijn mogelijk, evenals ‘nieuwe’ vormen van functioneel groen op het bovenlokale-, bovenwijkse of bovenstedelijke niveau (urban agriculture, horticulture etc.) [Timmeren, 2004b].

⁵³ Het biedt dan mogelijk houvast voor het oplossen van de milieubelasting a.g.v. stijgende mobiliteit in relatie tot recreatieve tijdsbesteding.

- Een goede informatieverstrekking, voorlichting en het betrekken van gebruikers (communicatie) kan bij oplossingen de subjectieve beleving corrigeren. PvM 139
- De eis voorzieningszekerheid en consistentie betekent voor de gemeenschappelijke schaal gegarandeerde levering van de essentiële toevoerstromen (energie en water) en het consistent afvoeren en/of behandelen van afvalstromen. (7) PvM 13
- Op de individuele- of gebouwgerelateerde schaal heeft consistentie ook de voorwaarde van het 'vrij zijn van onderhoud en storingen' binnen het gebied dat onder eigen verantwoordelijkheid valt. PvM 140
- Het optimaliseren van de toevoeging van (kwalitatief hoogwaardige, hernieuwbare en inerte) grondstoffen is direct te vertalen naar materiaalgebruik. Oplossingen kunnen zich richten op alternatieve materialen, ofwel rematerialisatie, (1) PvM 124
de schaal van toepassing (zowel afstand als hoeveelheden) (3) PvM 28
en de mogelijkheid tot hergebruik. (1) PvM 106
- Het structureel oplossen van de (gangbare) overdimensionering ten behoeve van het opvangen van afwijkende of variërende vraag/aanbod kan plaats vinden door middel van allerlei methoden van (vraag)sturing. (1) PvM 73
(1) PvM 99
(4) PvM 28
- De effecten van vervuiling zijn te voorkomen door een andere transportkeuze, ander materiaalgebruik en het verkleinen van transportafstanden. Via maatregelen is te proberen de detecteersnelheid te verhogen. PvM 141
- Een direct milieugerelateerde eis is het maximaal hergebruiken van stof(deel)stromen en energie(componenten). (2) PvM 05
(2) PvM 106
- Energie-genererende en 'self-supporting' systemen zijn te verkiezen boven energie-consumerende systemen. De verschillende kwaliteiten (deelfracties) moeten volgens cascaderings- c.q. energieprincipes (van hogere naar lagere kwaliteit in gebruik) worden verwerkt. Met betrekking tot de energiestroom wordt dit 'maximaal exergetisch rendement' genoemd⁵⁴. (1) PvM 123
- Optimalisering van het energieverbruik kan door verbeteren van de compactheid van de stromen, PvM 142
(8) PvM 03
- gericht op stoffen met een hoge energiecomponent, zoals (drink)water in geval van de afvalwaterbehandeling. (5) PvM 20
- Gelieerd aan de eis tot incasseringsvermogen van systemen en infrastructuur is het correctievermogen; vooral het vermogen om al dan niet gedeeltelijke uitval of verandering in kwantiteit en/of kwaliteit tijdig te kunnen detecteren en aansluitend op te kunnen vangen. (1) PvM 141
(1) PvM 117
- Eenzijds is dit te vertalen naar een verbetering van de waarneembaarheid of 'zintuigelijke aanwezigheid' (zien/ruiken/horen/voelen), (7) PvM 72
(2) PvM 110
(1) PvM 111
- anderzijds leidt dit, bijvoorbeeld in geval van (dreiging van) sabotage, tot de noodzaak van gecontroleerde afstand. PvM 143
- Het milieucriterium toekomstwaarde is te vertalen naar 'anticiperen', naar het ontwikkelingsvermogen. Ze omvat de (tegengesteld lijkende) eisen flexibiliteit en uniformiteit; (5) PvM 41
PvM 144
- flexibiliteit in relatie tot toekomstige ontwikkelingen, en uniformiteit in de zin van uitwisselbaarheid van (deel)componenten ten behoeve van de 'economies of scale' en gelijkwaardigheid van betrokken partijen. (2) PvM 26

Op gebouw- en clusterniveau (schaalniveaus 1 en 2) heeft het beperken van gezondheids- en veiligheidsbelemmerende aspecten ⁵⁵ een positieve invloed op acceptatie door de gebruikers. Bij inpassing in de directe leefomgeving van mensen moeten de ruimtelijke consequenties beperkt worden,	<u>(7) PvM 32</u>
zowel op collectief niveau in de wijk, de buurt of het cluster of gebouw, als ook op het schaalniveau van de individuele woning.	<u>(9) PvM 57</u>
De maat en invulling van de 'open' buitenruimte	<u>(2) PvM 58</u>
en de verhouding tussen openbare- en private ruimten	<u>(1) PvM 137</u>
zijn bepalend voor mogelijke systeemvarianten en veranderingen in de tijd bezien. Bij een ruimtelijke integratie in gebouwen is naast de maat (grootte), een passend gewicht, ofwel 'lichtheid' van belang,	<u>PvM 145</u>
vooral in verband met de mogelijkheden voor materiaaltechnische optimalisatie, en het maximaliseren van demontage mogelijkheden, of rematerialisatie,	<u>(2) PvM 124</u>
ten behoeve van maximale aanpasbaarheid c.q. flexibiliteit.	<u>(6) PvM 41</u>
De fase 'strategie' uit Papanek's schema ⁵⁶ is te vertalen naar ruimtelijke en sociale programmapunten. Zo kan ongevoeligheid voor vandalisme en sabotage enerzijds worden vertaald in het verbeteren van de detecteerbaarheid,	<u>(2) PvM 141</u>
en anderzijds in een mogelijke snelle afkoppeling van een deel van het systeem (stroomvolume) of zelfs het gehele systeem.	<u>(3) PvM 43</u> <u>(1) PvM 45</u>
Voorwaarden zijn een goede toegankelijkheid voor personen, voor mogelijk zwaar verkeer,	<u>PvM 146</u>
en een goede zichtbaarheid.	<u>(8) PvM 72</u>
Dit optimaliseren van zichtbaarheid in combinatie met de gewenste reducties qua ruimte-, energie- en materiaalgebruik is sterk afhankelijk van de schaal van toepassing en de transportwijze. Vooral het bundelen van (gescheiden getransporteerde) stromen is van doorslaggevend belang.	<u>(5) PvM 42</u>
Een moeilijk (objectief) te waarden aspect bij 'zichtbaarheid' is een maximalisering van de esthetische kwaliteit.	<u>(8) PvM 36</u>
Enerzijds richt zich dit op het systeem zelf,	<u>(11) PvM 30</u>
anderzijds op het zichtbaar maken van de relatie stad-natuur of stad-ommand. Dit geldt dan ruimtelijk, stedenbouwkundig en procesmatig met betrekking tot de stadshuishouding. Deze algemeen onder de noemer 'Expressie' te plaatsen programmapunten worden vaak gekoppeld aan de mogelijkheid tot c.q. het ondersteunen en realiseren van 'variatie',	<u>(3) PvM 23</u>
waaronder bijvoorbeeld een grotere biodiversiteit.	<u>PvM 147</u>
Bij het realiseren van alternatieve systemen moet ter referentie de conventionele situatie als uitgangspunt genomen worden. In het bijzonder voor subjectieerbare gegevens als comfort en gemak, waarbij gebruiksgemak tenminste van gelijk niveau moet zijn als in de conventionele situatie.	<u>PvM 148</u>
Het eigen onderhoud blijft.	<u>(1) PvM 140</u>

⁵⁴ Het geldt zowel voor de deelcomponenten of –systemen binnen een stroom als voor de gehele (transport)keten. Het exergie principe is zondermeer naar andere

essentiële stromen (water en afval) te vertalen, en mogelijk te omschrijven als (exergetisch) cascaderen.

⁵⁵ Zoals geluidshinder, visuele hinder, stank, beïnvloeding van

gezondheid en veiligheid en andere gevolgen van dynamische processen zoals trilling,

⁵⁶ Zie hoofdstuk 12.2.1 .

Bij de eis tot gelijkblijvend comfort leidt dit tot een zekere betrouwbaarheid c.q. robuustheid, in de zin van weinig uitval.	(2) PvM 117
De factoren tijd en regelbaarheid zijn hierbij van belang,	(2) PvM 45
evenals het ruimtebeslag van het systeem zelf	<u>PvM 149</u>
en het meer subjectief bepaalde uiterlijk.	(9) PvM 36
Het voorkomen van hinder speelt een rol bij de beleving.	(1) PvM 18
Vooraf de aspecten geluidsoverlast,	<u>PvM 150</u>
schadelijke en/of hinderlijke geuren,	<u>PvM 151</u>
smaak (of het ontbreken ervan),	<u>PvM 152</u>
en de beleving van veiligheid	(2) PvM 12
beïnvloeden de comfortbeleving.	
Nauw gelieerd aan het uiterlijk is de esthetische kwaliteit 'leesbaarheid'.	<u>PvM 153</u>
De leesbaarheid wordt beïnvloed door het imago en de bekendheid van het systeem.	(10) PvM 36
Op hun beurt zijn deze sterk afhankelijk van de voorlichting,	(1) PvM 139
een goed (systeem)ontwerp en de transculturaliteit.	(10) PvM 57
Tezamen dragen ze de zorg voor een bepaalde identiteit (herkenbaarheid)	
en een grote betrokkenheid.	(2) PvM 22
De gebruikskosten blijven van belang.	(3) PvM 14
Ze worden vooral bepaald door de aanschafkosten. Andere factoren die de gebruikskosten kunnen beïnvloeden en daartoe mogelijkheden bieden (door deze anders te benaderen) zijn de afschrijvingstijd	
en de mogelijkheid tot eigen beheer.	<u>PvM 154</u>
	(11) PvM 01
	(2) PvM 100
Aanschafkosten worden beïnvloed door de schaal van toepassing en de efficiëntie van het systeem.	
Een aspect dat nauw samenhangt met regelbaarheid	(3) PvM 45
is de vrije beïnvloedbaarheid c.q. onafhankelijkheid van de gebruikers, ook wel aangeduid met informaliteit.	<u>PvM 155</u>
Veelal is dit sterk subjectief (gevoelsmatig),	(11) PvM 36
en direct gelieerd aan een grote(re) keuzevrijheid ⁵⁷ .	(8) PvM 29
De (mogelijkheid tot) differentiatie binnen het systeem zelf	(7) PvM 41
draagt daaraan bij, al is het merendeel van de vrijheidsgraden wettelijk c.q. juridisch vastgelegd.	

14.4.3

participatie als voorwaarde (PvM - Hoofdstuk 13)

Een aspect dat samenhangt met het ondersteunen van alternatieve oplossingsrichtingen en/of het kunnen opnemen van verandering van bestaande systemen, naast het verbeteren van (het gevoel van) regelbaarheid,	(4) PvM 45
is de vrije beïnvloedbaarheid c.q. onafhankelijkheid van de gebruikers, ook wel aangeduid met informaliteit.	(1) PvM 155
Afwijking van de regels is mogelijk, maar gezien het kritische karakter van de essentiële stromen gebeurt dit hoogst zelden. Mogelijkheden voor afwijkende beheerstructuren liggen in het veranderen van de aansprakelijkheid	(1) PvM 15
en bij de controle c.q. toezicht.	(2) PvM 16
	(1) PvM 17

- Om onderdelen van de gebouwde omgeving (verdergaand) te verduurzamen is naast het creëren van vrijheden ook het realiseren van (bewuste dan wel onbewuste) sturing nodig. (2) PvM 73
- Formele- dan wel informele (maat)regelen moeten stimuleren.
 Het vroegtijdig (kunnen) betrekken van gebruikers is dan van nog grotere waarde voor optimaal milieubewustzijn. Naast goede voorlichting (2) PvM 139
 kan het organiseren van vormen van competitie positief (en negatief) bijdragen (imago aspect) aan het betrekken van gebruikers en bevorderen van milieubewust gedrag. PvM 156
- Kwantitatieve sturing kan, op directe- en indirecte manier, zowel op de toevoer als op de afvoer betrekking hebben. Bouwkundige maatregelen PvM 157
 zijn voorbeelden van directe kwantitatieve sturing. Financiële consequenties PvM 158
 door subsidies, bonus/malus regelingen, oplegging en piek/dal tarief differentiatie zijn voorbeelden van indirecte sturing.
- Kwalitatieve sturing op vraag berust op introductie van differentiatie naar kwaliteit, (9) PvM 03
 tijdsperiode (3) PvM 61
 of plaats van levering⁵⁸. (1) PvM 88
- Participatie is voorwaarde, zodat vroegtijdig definiëren en identificeren van belanghebbenden nodig is. PvM 159
(3) PvM 22
- Gekeken moet worden naar de binding van belanghebbende en de invloed die ze kan uitoefenen op het proces, of de 'onderneming'. (3) PvM 26
- Belanghebbenden moeten zoveel mogelijk betrokken worden bij de zogenaamd 'zwakke verbindingen', (1) PvM 125
 en niet –zoals gangbaar- rondom de sterke- en sterkverbonden actoren, de 'dominante actoren'. Een bottom-up aanpak is, mede vanuit duurzame ontwikkeling gezien centraal aangestuurd, de beste insteek. (7) PvM 55
 Het verschaffen van kennis staat centraal. (3) PvM 139
- Om te voorkomen dat te snel naar een oplossing in de vorm van een bepaald systeem of infrastructuurproject wordt toegewerkt zonder dat voldoende over de relatie suprastructuur en infrastructuur is nagedacht, is het verstandig bij de besluitvorming het 'coach model' tot uitgangspunt te nemen van de analysemethode. PvM 160
(12) PvM 36
- Voorwaarde is dat alle partners binnen het proces zich bereid verklaren tot integratie van te hanteren systemen. (4) PvM 26
- Om dit te realiseren wordt het inzetten van nieuwe- al dan niet interactieve-informatietechnologie als effectief beschouwd. PvM 161
- Samenwerking van de betrokken partijen in werkzame coalities is noodzakelijk. PvM 162
 Deze vorm van 'Co-productie' (13) PvM 36
(4) PvM 22
 wordt ondersteund door het stimuleren van participatie van de gebruikers⁵⁹. PvM 163

⁵⁷ Bijvoorbeeld om zonder veel complicaties van systeem te kunnen veranderen.

⁵⁸ Onderscheid wordt gemaakt naar continue levering, afschakelbare levering en levering als back-up.

⁵⁹ Co-productie heeft als bijkomend voordeel dat het de besluitvorming kan versnellen.

Dit proces is positief te beïnvloeden door vroegtijdig beslispunten te bepalen. In totaliteit bezien is sprake van een pluricentrische-, interactie benadering van beleid.

(14) PvM 36

Het kenmerk van gezamenlijk belang

(4) PvM 10

in plaats van algemeen belang of eigen belang maakt dat een centrale, noch decentrale aanpak de enige en juiste wijze van oplossen is. Het vraagt om een wederzijdse, of zelfs wederkerige relatie tussen lokale en centrale eenheden.

(8) PvM 55

Een dergelijk complex interactie- en integratieproces heeft een leidende actor nodig;

PvM 164

meest voor de hand liggend is de ontwerper. Zijn taken wijken af van de architect / ontwerper van vroeger. De nadruk zal meer liggen op het begeleiden in een transformatieproces. Alternatieven moeten geboden worden.

In het ontwerp, de aanleg en zelfs het beheer van (onderdelen van) de gebouwde omgeving moet reflexibiliteit zijn te bereiken.

PvM 165

Het te ontwikkelen systeem moet ingebed worden in een structuur die flexibele en continue veranderingsprocessen ondersteunt, open is, en continu correcties kan doorvoeren.

(3) PvM 117

De veranderde taak van de leidende actor is, via ontwerp onderzoek tijdens het ontwikkelingstraject, de onderlinge verbinding tussen deeloplossing en mogelijke gecombineerde (integrale) oplossingen te wegen en te optimaliseren.

14.5

Overzicht PvM & Aanleiding Hoofdstuk 15

14.5.1

relaties en inschaling van de programmapunten

In onderstaand schema zijn de omschreven programmapunten gethematiseerd. Per programmapunt is aangegeven of ze procesgeoriënteerde, of meer oplossingsgerelateerd zijn.

De programmapunten zijn aan de schaalniveaus waarop ze spelen, gekoppeld. Daarbij wordt de indeling van zeven schaalniveaus (hoofdstuk 2.3.1) aangehouden.

Aangegeven is op welke fase in het bouw- en ontwikkelingsproces het betrekking heeft:

Initiatief, Ontwerp, Realisatie, Gebruik, en Sloop/einde levensduur. En op welk onderdeel of onderdelen het programmapunt betrekking heeft: energie, toevoer waterstromen, afval-waterstromen, en vast afval.

Tot slot is een inschatting gemaakt van de belanghebbende actoren. Hierbij is grotendeels de indeling volgens Freeman [1984] aangehouden, zoals beschreven in hoofdstuk 13.2.3.

De enige aanpassing betreft het weglaten van de 'politieke organisaties' (nr.10 van de lijst), aangezien er van uit gegaan is dat deze groep (als vertegenwoordiger van algemeen belang) altijd belanghebbend is. Daarvoor in de plaats is de, in hoofdstuk 13.2.3 voor deze toepassing als ontbrekend naar voren gekomen, groep 'ontwerpers' toegevoegd.

1: eigenaren

6: handelsorganisaties

2: financiële instellingen

7: concurrenten

3: klanten/gebruikers

8: leveranciers

4: consumentenorganisaties

9: overheden

5: vakbonden, werknemers

0: ontwerpers

PVM		proces	oplossing	(woon)gebouw	buurt (blok)	(stads)wijk	stadsgebied	stad & ommeland	stedelijk netwerk	bovenregionaal	initiatief	ontwerp	realisatie	gebruik	einde levensduur	energie	toevoer water	afvalwater	vast afval	eigenaren	financiële inst.	gebruikers	consumentenorg.	werknemers	handelsorg.	concurrerende	leveranciers	overheden	ontwerpers
01	Integreren beheer																												
02	Convergentie markten																												
03	Scheiding verschillende deekwaliteiten																												
04	Dicht bij de bron																												
05	Introductie hergebruik																												
06	Vrijheid (liberalisatie)																												
07	Alternatieve configuraties																												
08	Persoonlijke eisen																												
09	Diensten i.p.v. producten																												
10	Bundeling gebruikers																												
11	Bundeling diensten																												
12	Garantie veiligheid																												
13	Opnemen zekerheid																												
14	Opnemen kosten (neutraal)																												
15	Opnemen aansprakelijkheid																												
16	Opnemen controle																												
17	Opnemen toezicht																												
18	Minimaliseren hinder																												
19	'Economies of scale' toepassen bij inzameling																												
20	Geen drinkwater als 'utility'																												
21	Inzet als stedelijk structureeringselement																												
22	Sneller / meer betrekken eindgebruikers																												
23	Afstemmen stad / land																												
24	Gebruik bodem / water																												
25	Systemen op maat																												
26	Afstemmen van belanghebbende actoren																												
27	Afval = grondstof																												
28	Distributie centraal stellen																												
29	Vrije keuze tussen individueel / centraal																												
30	Ruimtelijk ontwerp																												
31	Dichtheid																												
32	Compactheid																												
33	Milieubelasting meenemen																												
34	Verbeteren allocatie milieubelasting																												
35	Wederkerigheid infrastructuur																												
36	Subjectieve beleving																												

PVM		proces	oplossing	(woon)gebouw	buurt/blok	(stads)wijk	stadsgebied	stad & ommeland	stedelijk netwerk	bovenregionaal	initiatief	ontwerp	realisatie	gebruik	einde levensduur	energie	toevoer water	afvalwater	vast afval	eigenaren	financiële inst.	gebruikers	consumentenorg.	werknemers	handelsond.	concurrenten	leveranten	overheden	ontwerpers
37	Interconnectie (Eos)																												
38	Modularisering (sE)																												
39	Strategische interventies																												
40	Natuurlijke technologie																												
41	Flexibiliteit																												
42	Bundelen infrastructuur																												
43	Terugvalpositie																												
44	Andere energiedrager																												
45	Beschikbaar maken snel aan- en afkoppelbaar vermogen																												
46	LV / DC																												
47	Opslag																												
48	Syngas of biogas																												
49	Infiltratie regenwater																												
50	Real time control																												
51	Afvalwaterketenbedrijven																												
52	Versmallen beleidsproces																												
53	Beperken aantal actoren																												
54	Transparantie (beleid)																												
55	Alternatieve bestuursvormen																												
56	Genius Loci																												
57	Aansluiten leef / woonstijl																												
58	Invulling open ruimte																												
59	Terugbrengen prikkel investering terugverdienen																												
60	Indirecte en / of externe kosten opnemen																												
61	Variabilisatie gebruikerrelateerde kosten																												
62	Toevoegen autonome (deel)systemen																												
63	Gedifferentieerd tarief																												
64	Elektriciteitstransport grote afstanden DC / HV																												
65	Opnemen kleine hydrologische kringloop																												
66	Verlagen omloopsnelheid																												
67	Stortzuilen vastafval en toepassen RTC																												
68	Composteren in de bebouwde omgeving																												
69	Afschaffen aansluitverplichting																												
70	Strategisch nichemanagement																												
71	Meervoudig grondgebruik																												

PVM		proces	oplossing	(woon)gebouw	buurt (blok)	(stads)wijk	stadsgebied	stad & stedelijk gebied	omvattend	bovenregionaal	initiatief	ontwerp	realisatie	gebruik	einde levensduur	energie	toevoer water	afvalwater	vast afval	eigenaren	financiële inst.	gebruikers	consumentenorg.	werknemers	handelsorg.	handelsorg.	concurrenten	leveranciers	overheden	ontwerpers
72	Educatie / Waarneembaarheid																													
73	Sturing vraag / aanbod																													
74	Omgang met hygiëne																													
75	Directe verwerking reststoffen																													
76	Gevoeligheid afwijkenden stoffen																													
77	Verbinding met duurzame landbouw																													
78	Verbinding met duurzame transportconcepten																													
79	Snelgroeiende steden																													
80	Waterschaarste																													
81	Ontlasten bestaande infrastructuur																													
82	Duurzaam waterbeheer																													
83	Aard / samenstelling van de (deel)stromen																													
84	Hoeveelheid deelstromen																													
85	Beperken decentrale techniek																													
86	Biologische systemen																													
87	Etikettering																													
88	Tariefregulering in relatie tot de afstand																													
89	Toegang tot verschillende netten																													
90	Kleinere investeringen																													
91	Verbinden autonome substructuren																													
92	Polycentrische model																													
93	Integratie functies & voorzieningen																													
94	Duurzame transportconcepten																													
95	Duurzaamheid van gecombineerde netwerk																													
96	Toekennen van waarden																													
97	Afstappen exclusie																													
98	Onderzoek integratie																													
99	Betere afstemming vraag / aanbod																													
100	Georganiseerde participatie / zelfbeheer																													
101	Koppelen culturele activiteiten																													
102	Remmen verlies agrarisch landgebruik																													
103	Nabijheid en zonering																													
104	Zorgvuldiger vormgeven van processen																													

PVM		proces	oplossing	(woon)gebouw	buurt/block	(stads)wijk	stadsgebied	stad & ommeland	stedelijk netwerk	bovenregionaal	initiatief	ontwerp	realisatie	gebruik	einde levensduur	energie	toevoer water	afvalwater	vast afval	eigenaren	financiële inst.	gebruikers	consumentenorg.	werknemers	handelsorg.	concurrentie	leveranten	overheden	ontwerpers
105	Reductie infrastructuur in buitengebieden																												
106	Onderzoek hergebruik nutriënten																												
107	Permacultuur																												
108	Ontwikkelings & assemblage team																												
109	Koppelen andere decentrale systemen																												
110	Visuele beleefbaarheid																												
111	Auditieve beleefbaarheid																												
112	Klimatisatie combineren																												
113	Onbenutte ruimten functie toevoegen																												
114	Betrokken beheerder																												
115	clustering decentrale systemen																												
116	Horizontale communicatie																												
117	Robuustheid																												
118	Operationaliseren van onzekerheden																												
119	Marktgericht organiseren																												
120	Lokaal en omgevingsgericht organiseren																												
121	Ruimtelijk infrastructuur																												
122	Integratie afvalwaterbeheer en drinkwatervoorziening																												
123	Exergie / cascaderen																												
124	Dematerialiseren en / of re-materialisering																												
125	Nadruk zwakke verbindingen																												
126	Continu laten groeien																												
127	Preferentiële attachment																												
128	Halfroosteraxioma																												
129	Vergroten bereik / opnamecapaciteit																												
130	Afgescheiden microklimaten & kringlopen																												
131	'Intentional community'																												
132	Bio-klimatisch bouwen																												
133	Regie																												
134	Strategische lange termijn visie																												
135	Laterale fundamentele behoeften meer centraal																												
136	Introductie nieuwe vormen groen																												
137	Privacy zoning																												

PVM		proces	oplossing	(woon)gebouw	buurt/blok	(stads)wijk	stadsgebied	stad & ommeland	stedelijk netwerk	bovenregionaal	initiatief	ontwerp	realisatie	gebruik	einde levensduur	energie	toevoer water	afvalwater	vast afval	eigenaren	financiële inst.	gebouwers	consumentenorg.	werknemers	handelsorg.	concurrenten	leveranciers	overheden	ontwerpers
138	Vingerstad principe op lagere schaalniveau																												
139	Informatieverstrekking en communicatie																												
140	Vrij van onderhoud																												
141	Verhogen detecteersnelheid problemen																												
142	Verbeteren compactheid stromen																												
143	Gecontroleerde afstand i.v.m. verkeerd gebruik																												
144	Uniformiteit																												
145	Passend gewicht																												
146	Goede toegankelijkheid																												
147	Realiseren van variatie																												
148	Gelijk gebruiksgemak																												
149	Optimaal ruimtebeslag van systemen zelf																												
150	Reductie geluidsoverlast																												
151	Reductie geurhinder																												
152	Smaak																												
153	Leesbaarheid, imago / bekendheid																												
154	Afschrijvingstijd																												
155	Informaliteit																												
156	Vormen van competitie																												
157	Sturing door bouwkundige maatregelen																												
158	Sturing door financiële maatregelen																												
159	Vroeg definiëren en identificeren belanghebbende																												
160	Coachmodel																												
161	Inzet interactieve informatietechnologie																												
162	Werkzame coalities via coproductie																												
163	Vroegtijdig beslispunten bepalen																												
164	Aanwijzen leidende actor																												
165	Reflexibiliteit in beheer																												

14.5.2

aanleiding hoofdstuk 15

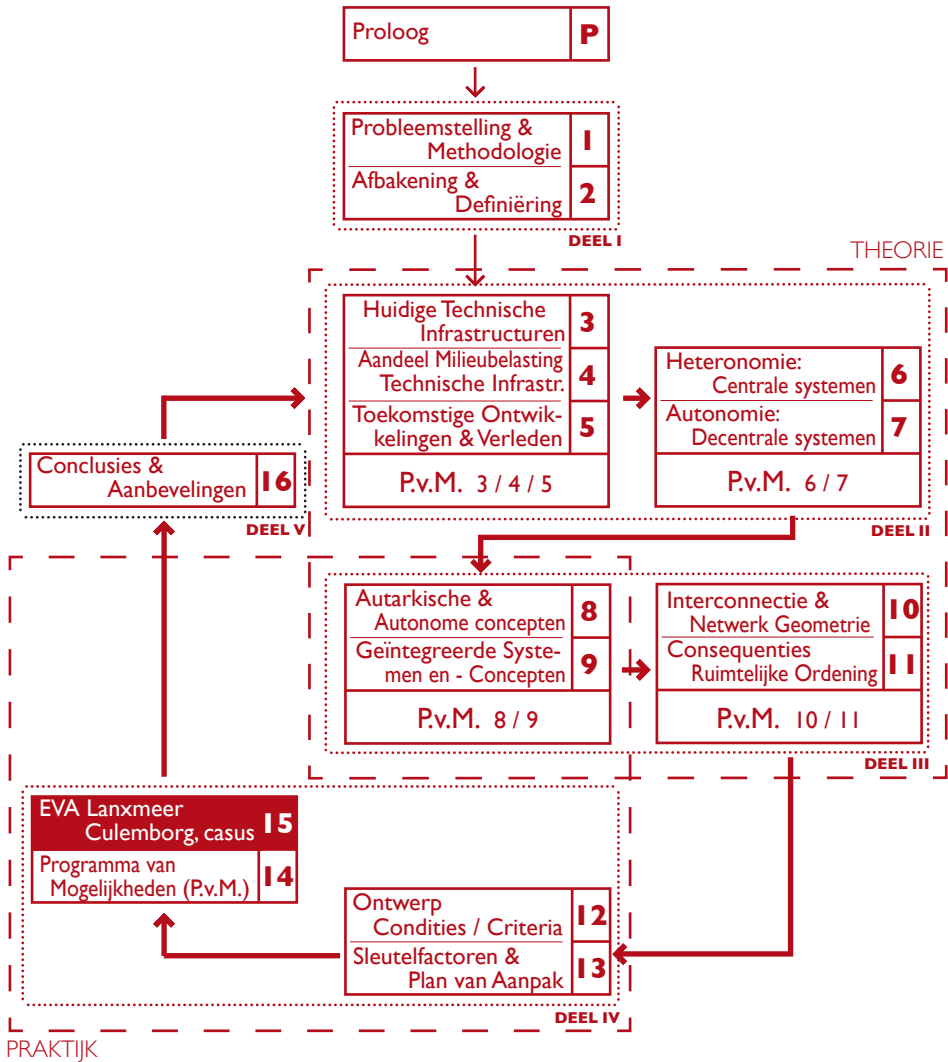
In vervolg op het in hoofdstuk 3 geconcludeerde belang van een deductieve aanpak, voor als het gaat om de infrastructuur en ruimtelijke ordening, geven Hempel en Oppenheim aan dat veel bona-fide wetenschappelijke verklaringen niet beantwoorden aan hun deductieve schema [Sierksma, 1988]. Garfinkel [1981] stelt dat elke verklaring contextafhankelijk is: naast een groeiende complexiteit is sprake van ‘verklarings-relativiteit’, door sommigen zelfs subjectiviteit genoemd⁶⁰. Het is van belang om het geconcludeerde te toetsen aan de praktijk, en zo nauwgezet mogelijk de systematische kwaliteiten en de grenzen van de afzonderlijke segmenten aan te geven⁶¹.

Op grond van eerdere analyses (vertaald naar de thema’s technologie, milieubelasting, infrastructuur, schaal van toepassing en betrokken actoren) en het onderling verbinden en integreren van deze thema’s (hoofdstuk 9 en 10) zijn de beoordelings- en evaluatiecriteria benoemd waar eventuele nieuwe, alternatieve- en al dan niet verzelfstandigde oplossingen aan moeten voldoen (hoofdstuk 12). In het volgende hoofdstuk wordt een geïntegreerde oplossing, op basis van het Programma van Mogelijkheden, en daarmee de uit het onderzoek voortkomende voorwaarden, omtrent mogelijk sluiten van kringlopen uitgewerkt voor de praktijkcasus Lanxmeer te Culemborg. De relevante deeltechnieken en processen om volhoudbare zelfvoorziening wat betreft de essentiële stromen te realiseren c.q. benaderen worden casus-specifiek onderzocht. Dit vormt de basis voor het ontwerp van een “device” dat, voor een bepaalde situatie, een oplossing genereert in zake de centrale vraagstelling van deze studie.

⁶⁰ Zie voor complexiteit (vooral) hoofdstuk 6.2.3 en voor relativiteit hoofdstuk 4.2.2.

⁶¹ Wanneer de conclusie luidt dat de ‘pragmatische context’ van grote betekenis is voor criteria van beoordeling van de kwaliteit, houdt dit in

dat voor elk segment er zo iets is als een eigen ‘praxis’ met (eigen) bijzondere belangen.



Casus EVA Lanxmeer, Culemborg

15.1

Inleiding

15.2

Planvormingsproces en duurzaamheidsstatus
EVA Lanxmeer, Culemborg

15.3

Ontwerp parameters, transport varianten en
mogelijke technieken

15.4

Uitwerking en integratie EVA Centrum
en Sustainable Implant

15.5

Conclusies & Afronding Deel IV

h 15

“Power law distributions are not only inevitable,
they are a sign that decentralization is working,
because the freedom that decentralization provides
allows for the kind of emergent properties
power laws describe.”

Clay Shirky

15.1

Inleiding

Bij het formuleren van beleid ten aanzien van de meest gewenste ruimtelijke inrichting op basis van het Programma van Mogelijkheden, die gebaseerd is op belangrijke waarden binnen de superstructuur moeten veel aspecten in onderling verband beoordeeld worden. Deze aspecten zijn te beschouwen als fundamentele bouwstenen voor het maken van het ontwerp, of de te bereiken oplossing in de uiteindelijke hoofdcasus. Het accent ligt op de ruimtelijke integratie en optimalisatie in relatie tot achtergrondvraag V.

Achtergrondvraag V:

Moeten- en kunnen de verschillende technieken voor het optimaliseren van de stromen samengevoegd worden in één "device" of dienen ze afzonderlijk geïntegreerd te worden in bestaande (infra)structuren of gebouwen? ¹

Na een decompositie van het systeem in de onderdelen (transportvarianten, technieken en systeemconfiguraties) wordt na toetsing aan de in hoofdstuk 12 omschreven criteria een beoordeling en keuze gemaakt, gevolgd door een definitieve compositie c.q. ontwerp van de aspecten binnen het te ontwikkelen device². Hier Sustainable Implant genoemd [Timmeren, 1999c] (zie hoofdstuk 1.4.1).

De inzet is een device te ontwikkelen dat als principe c.q. instrument strategisch kan worden ingezet om zonder kapitaalvernietiging of verlaging van de huidige comfort- en zekerheids garanties een geleidelijke, maatschappijbrede implementatie c.q. verduurzaming mogelijk te maken van de huidige systeem configuraties van de infrastructuren.

Het principe is vrij van schaal, maar schaalbepaald uitgewerkt als schetsontwerp binnen de voorbeeldsituatie, en moet naast het garanderen van een volhoudbaarheid en robuustheid, de afstemming tussen de deelconcepten die het omvat, optimaliseren (zie Deel II; Probleem-analyse). Het 'device' zal de verschillende oplossingen, stromen, schalen en belanghebbende actoren optimaal op elkaar moeten afstemmen. Het heeft daarmee een gebieds- of plekafhankelijke optimale schaal van implementatie. Gekezen is voor de wijk Lanxmeer te Culemborg (zie ook hoofdstuk 1.4.3), en het volledig koppelen van de uitwerking aan de uitwerking in de praktijk³, en zo optimaal mogelijk kortsluiten van de aanwezige stromen op de gekozen locatie, beredeneerd vanuit de aanwezige afvalstromen⁴.

¹ Toelichting bij achtergrondvraag V (overgenomen uit hoofdstuk 1.3.2): 'Het grond- en daglichtgebruik van de verschillende, al dan niet op natuurlijke processen gebaseerde, milieutechnieken om autonomie te realiseren moet worden geanalyseerd en waar mogelijk geoptimaliseerd. Is dit te integreren in bestaande bouwwerken of bestaande infrastructuur, en hoe is het proces van 'duurzame ontwikkeling' op wijk, buurt-, blok- of gebouwniveau in relatie tot de oplossing te optimaliseren. Wat zijn de bouwkundige consequenties van

het samenvoegen van de verschillende technieken en stromen van een hoger schaalniveau in een bouwwerk, en wat betekent dit voor de architectonische vertaling? Is een dergelijk bouwwerk zo te ontwerpen en te bouwen dat uitbreiding (en 'inbreiding') qua aantal en grootte van de stromen mogelijk is?'

² Dit proces van compositie dient op dusdanige wijze plaats te vinden dat het leidt tot een nieuwe samenstelling van het systeem dat kan beantwoorden aan de gestelde criteria en potentiële condities. Systemen

worden daarbij gedeclineerd in deelsystemen, om vervolgens weer geïntegreerd te worden tot een nieuw systeem [vrij naar Smook, 1997].

³ Dit heeft als nadeel dat er onvermijdelijke praktijk en/of actor gerelateerde concessies plaats vinden. Aan de andere kant wordt de (direct) mogelijke toepassing van het (meer theoretisch/abstracte) eerste deel van deze studie aangetoond.

⁴ Uitgangspunt is hier het door McDonough [2002] (later samen met Braungart [2003]) gepresen-

De toegevoegde waarde is dat het device het samenbrengen van de sociale leerprocessen met de benodigde milieutechnische processen en verbindingen voor het verduurzamen van de stromen en bijbehorende gebieden combineert dan wel faciliteert. Binnen het nieuwe principe van de ‘ecologische rationaliteit’ tracht het zoveel mogelijk het als kenmerkend en structureel te beschouwen proces van ‘koppelen’ te handhaven. Het device moet een sleutelingrediënt zijn binnen het sturen van groepen mensen om ‘reflexief’ om te gaan met gemeenschappelijke ‘cognitie’⁵ (vrij naar Røling, 2000b).

15.2

Planvormingsproces en achtergrond EVA Lanxmeer, Culemborg

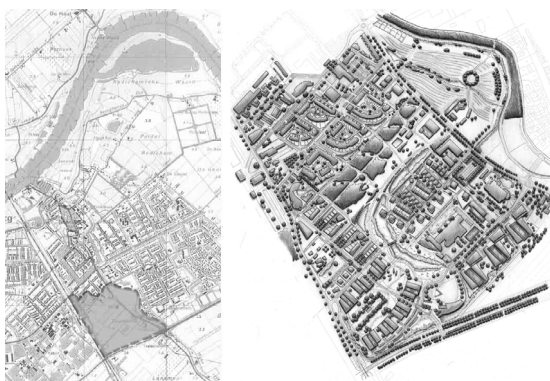
15.2.1

toelichting op de wijk en de ontstaansgeschiedenis

De ecologische wijk Lanxmeer in Culemborg is het resultaat van een bijzonder particulier initiatief en een betrokken gemeentebestuur: In 1993 richtte Marleen Kaptein de Stichting E.V.A.⁶ op ter bevordering van integrale en duurzame ruimtelijke ontwikkeling⁷. De stichting E.V.A. vond een partner in de gemeente Culemborg⁸. Gezamenlijk ontwikkelen ze de nieuwbouwwijk Lanxmeer op basis van permacultuur principes en (gedeeltelijk) organische vormgeving⁹. De locatie is bijzonder: naast, en gedeeltelijk in een grondwater-beschermingsgebied¹⁰, nabij de historische kern van het oude ‘stadje’, en naast het N.S. station¹¹.

Figuur 15.1

EVA Lanxmeer, Culemborg
Stedenbouwkundig ontwerp



Uitgangspunt voor de wijk was dat het een voorbeeldwijk moest worden, waarin een goede energie- en waterhuishouding samengaat met ecologische architectuur en een natuurlijke leefomgeving. Het concept richtte zich op een zoveel mogelijk autarkische uitwerking voor energie en (afval)water. Drie aspecten zijn bij de ontwikkeling, uitwerking en realisatie van belang: de verregaande invloed van de (toekomstige) bewoners op hun woning en woonomgeving¹², de milieubewuste inrichting, en de organisatie van het beheer van de openbare ruimte¹³.

De wijk heeft, in afwijking op het landelijk overheidsbeleid met betrekking tot locaties nabij N.S. stations (gericht op realisatie van hoge dichtheden), een relatief lage dichtheid van gemiddeld minder dan 15 woningen per hectare¹⁴. Dit komt vooral door de status van waterwingebied van ongeveer de helft van het grondgebied en de inpassing van landelijke elementen zoals de stadsboerderij, de boomgaard¹⁵, een oude rivierbedding en archeologische vindplaatsen. Belangrijk streven is de afstand tussen bewoners (gebruikers) en de natuurlijke omgeving te verkleinen.

teerde ontwikkelen van oplossingen vanuit een andere omgang met de (aanwezige) afvalstromen, en vervolgens het daarop aanpassen van de (oplossing van de) toevoerstromen (energievraag, watergebruik e.d.).

⁵ In z'n visie document stelt Rölöng dat deze 'collective cognitive systems' in de zin van sociale leerprocessen, en sociaal kapitaal (netwerken, organisaties en instituties) voor het duurzaam omgaan met eco-systemen op de 'genestelde' eco-systeem schalen, die essentieel lijken voor het structureel koppelen' (Rölöng, 2000).

⁶ Ecologisch Centrum voor Educatie, Voorlichting en Advies. Doel van de stichting is niet alleen informatie te verstrekken maar ook voorbeelden te stellen. In 1994 werd daartoe een document opgesteld waarin de stichting het ideaal van een ecologische wijk voor wonen en werken schetste. Door zo'n wijk te realiseren kon een breed publiek kennismaken met nieuwe ontwikkelingen op gebied van integrale en volhoudbare ruimtelijke ontwikkeling en samenleven. De plannen zijn gekoppeld aan de 'sporen': stedenbouw, landschap, mobiliteit, participatie, communicatie/kennisoverdracht, energie- en waterbeheer, en ketenbeheer.

⁷ In 1995 werd een eerste EVA brochure uitgebracht [Pötz & Kaptein, 1995], op grond waarvan al snel een kopersgroep gevormd werd. Dit is opmerkelijk omdat de locatie op dat moment nog niet bekend was en het slechts een papieren plan/idee betrof.

⁸ De gemeente Culemborg (met name in de persoon van Jan Goed; sectordirecteur Ruimte) omarmde het concept omdat de ideeën goed aansloten bij het beleid van de gemeente om te streven naar duur-

zame ontwikkeling en vernieuwingen in de sociale woningbouw en het groenbeheer.

⁹ Begin 1996 richtten ze een breed projectteam EVA-Lanxmeer op, met daarin ook enkele toekomstige bewoners en een woningbouwcorporatie. Een klein projectbureau ondersteunt dit projectteam en verzorgt de communicatie met de (toekomstige) bewoners. Daarbij ontwikkelde een extern communicatiebureau (Fundamenteel) een strategie voor begripsvergroting en draagvlakverbreding bij de bevolking van Culemborg. In het projectteam hebben meerdere specialisten en pioniers zitting (gehad), zoals architecten, landschapsontwerpers, energiespecialisten en een permacultuur specialist. Het projectteam stelde een plan van aanpak op, dat door de inbreng van deskundigen en bewoners telkens is verbeterd.

¹⁰ Het ligt gedeeltelijk in een zgn. 25-jaarszone, waar in principe niet gebouwd mag worden. Voor de wijk werd voor het eerst ontheffing verleend (door de provincie) om er toch (nabij) te mogen bouwen. Dit gebeurde vooral op basis van het ver(der)gaande pakket met milieu-maatregelen. Het gehele openbare groen in de wijk heeft behalve de gewoontelijke recreatieve betekenis ook een ecologische: waterberging en -zuivering als onderdeel van het openbaar groen. Het water ligt nagenoeg midden in de wijk. De woningen zijn om deze centrale groene, gedeeltelijk open ruimte heen gegroepeerd. De verkeersstructuur kent een verkeersluwe opzet, zonder doorgaande wegen door de wijk en met langzaam verkeersroutes als enige wegen die de wijk doorkruisen.

¹¹ De totale oppervlakte van de ontwikkeling bedraagt 33 ha. (waarvan

14.2 ha. openbare ruimte). Binnen dit grondgebied worden in totaal 244 woningen (13% gestapeld, ca. 38% sociale huur- en koopwoningen, 24% middeldure koopwoningen, en 38% dure koopwoningen) gerealiseerd. Daarnaast ca. 40.000 m² bedrijven, 48.000 m² stadsboerderij, ateliers, werkplaatsen, 27.000 m² kantoren, een Educatie en voorlichtingscentrum met hotel, conferentie-, gezondheids en wellness centrum (ruim 7000 m²), kleine instelling voor demente bejaarde agrariërs en de integratie van een bestaande scholengemeenschap en zwembad [Adriaens et al., 2005].

¹² De invloed van de bewoners werd geformaliseerd in 1997 met de oprichting van de BEL (Bewonersvereniging Eva-Lanxmeer). Door de invloed van de bewoners is de vormgeving afwijkend en gevarieerder dan gebruikelijk. Qua samenstelling is er verder wel voor gekozen om de gangbare variatie van sociale huur- en koopwoningen tot duurdere vrijesectorwoningen toe te passen. Daarnaast komen bedrijven kantoren en werkplaatsen.

¹³ In 1998 stemde B&W van Culemborg in met een gedecentraliseerd beheer voor de openbare buitenruimte van de wijk. Het beheer van de binnenhoven is via een mandelig eigendom geregeld (bewoners zijn gezamenlijk eigenaar en verantwoordelijk).

¹⁴ In plaats van hoge dichtheid is gestreefd naar meervoudig ruimtegebruik. Met name daar waar de locatie en genius-loci dat toestaan (zoals langs de spoorlijn) worden functies meer gestapeld.

¹⁵ De hoogstam appelboomgaard heeft een recreatieve, cultuurhistorische en educatieve waarde [Timmeren et al., 2004b].

Dit gebeurt op basis van permacultuur, ondermeer door het integreren van agrarische functies in het stedenbouwkundige plan¹⁶. De groenstructuur ondersteunt dit. Er zijn vijf gradaties te onderscheiden in privacyzoning van de groenstructuur (c.q. buitenruimte), met elk een eigen vorm van gebruik, beheer en verantwoordelijkheid: Privé terrein c.q. tuin; gezamenlijke hofjes, intensief gebruikte openbare ruimte, minder intensief gebruikte ruimte, en natuurlijke zones (zoals het drinkwaterwingebied)

Figuur 15.2

Binnenhoven met prive tuinen en naastgelegen mandelig gebied en zuiveringsvijvers



Het stedenbouwkundige ontwerp van de wijk is van de Duitse architect Joachim Eble (Econnis, Tübingen), in nauwe samenwerking met Hycy Verhagen (Copijn, Utrecht). Behalve de sterke nadruk op vormgeving en materialisatie gericht op volhoudbaarheid, zijn vooral water en energie de twee centrale thema's bij de vergaande uitwerking en realisatie van de plannen.

Het streven naar een 'autarkische wijk' bleek binnen de gestelde budgetten niet haalbaar, net als de indeling van de woningen in All gas, All electric en Autark¹⁷. Vanaf de allereerste ontwikkeling is rekening gehouden met op wijk-schaal gezamenlijk verwerken van afval, c.q. opwekken van energie. Daartoe is met de verkaveling, en vooral met de realisatie van de (technische) infrastructuur zo veel mogelijk uitgegaan van de mogelijkheid om delen van de wijk-infrastructuur als geheel af te kunnen sluiten van de centrale verwerking dan wel opwekking van de essentiële stromen. Dit vormde in 1999 ondermeer¹⁸ de basis voor de keuze van het EVA-project als casus binnen deze onderzoeksstudie¹⁹, en sindsdien in ontwikkeling zoals beschreven in dit hoofdstuk.

15.2.2

huidige energieconcept, water- en afvalbeheer binnen de wijk Lanxmeer

Nadat afgestapt werd van de plannen om de wijk volledig autarkisch te maken²⁰ is een energieconcept opgesteld door CORE International Energieadvies dat als basis dient voor de bouwplannen. Achtergrond voor het concept was de gemeentelijke wens om de (destijds) vergaande energieprestatiecoëfficiënt (EPC) van 0,7 te realiseren²¹. De bewonersvereniging streeft naar een wijk die op termijn CO₂ arm dan wel CO₂ neutraal is.

De basis voor het energieconcept is de Trias Energetica²². De woningen zijn vergaand geïsoleerd, aangesloten op een collectief verwarmingssysteem (tapwaterverwarming is individueel opgelost met zonneboilers), hebben een ventilatiesysteem met warmte terugwinning, en besparende appendages, apparatuur en installaties.

De energievoorziening is zo veel mogelijk gebaseerd op hernieuwbare bronnen (zon, wind, biomassa), terwijl in de resterende vraag wordt voorzien door energie vanuit het centrale net (groene stroom).

De energievoorziening uit zon en wind is niet voldoende controleerbaar wat een optimale afstemming tussen vraag en aanbod vanuit de productiezijde moeilijk maakt, zodat energie op afroep noodzakelijk wordt. Dit kan door een accuraat energiebeheer en door energie op te slaan zodat ze desgewenst ingezet kan worden. Er zijn meerdere vormen van energie opslag²³. Binnen Lanxmeer is in een vroeg stadium gekozen voor chemisch gebonden energie, in de vorm van (bio)gas. Basis vormt het terugwinnen van energie uit afvalwater en organisch afval (zie hoofdstuk 9). Na een eerste haalbaarheidsstudie [Sidler, 1998] is een voorstel geformuleerd voor een fasegewijze vervolgstudie naar deze optie, wat geresulteerd heeft in een meer nauwkeurige uitwerking [Sidler et al., 2004].

Bij de bouw van de eerste fase van de wijk in 1999 is er voor gekozen, op grond van de plannen voor het realiseren van een wijk-centrale biogaswinning in het stedenbouwkundig plan (en uiteindelijk bij de realisatie van de riolering), rekening te houden met het naar een centraal punt in de wijk leiden van het (zwarte) afvalwater. Daartoe was het nodig de aansluiting op het centrale rioleringsnet op dat punt af te kunnen sluiten. Vanuit de wens de installatie in te kunnen zetten voor educatieve doeleinden, en vanuit de locatie specifieke kenmerken is gekozen dit (afsluit)punt te leggen bij de kavel voor het EVA Centrum, nabij het N.S. station (Figuur 15.3).

Tot de uiteindelijke oplevering van het EVA Centrum en daarmee de biogas voorziening, wordt afvalbeheer en de behandeling van afvalwater volgens een duurzame, op de conventionele gang van zaken gebaseerde wijze opgelost.

Bij de riolering zijn vier typen te onderscheiden: grijswater, zwartwater, hemelwater afkomstig van de daken, en hemelwater afkomstig van de bestrating. In de watersystemen zijn stedelijke functies en natuur verweven. Alle afvalwaterstromen, met uitzondering van toiletwater (zwart water), worden behandeld in één van de drie helofytenvelden in de wijk, waarna het effluent in een wadi de bodem kan infiltreren. Het gescheiden inge-

¹⁶ Bewoners zorgen in en om de wijk individueel en gezamenlijk voor een deel van de eigen voedselproductie. Op wijksschaal, en daarboven, vervult de stadsboerderij daarbij een centrale rol (mogelijk met een gecombineerde zorgfunctie). Op de schaal van de bewoners zelf vindt het plaats in de gemeenschappelijke (binnen)tuinen (het zgn. ‘mandelig’ gebied), die direct grenzen aan een deel van de particuliere tuinen.

¹⁷ Het is nog wel de bedoeling om twintig autarkische woningen te realiseren. Het algemeen streven is een vergaande energie-efficiëntie, die telkens aangepast wordt aan nieuwe kennis en inzichten (iets wat relatief goed mogelijk is vanwege het relatief trage bouwtempo; per jaar worden circa 40 woningen opgele-

verd [Adriaens et al., 2005]).

¹⁸ Daarnaast is in aanloop naar dit promotieonderzoek binnen het DIOC ‘De ecologische stad’ een analytische studie naar relevante case-studies in Nederland in 1998 uitgevoerd [Timmeren, 1999c]. Bovendien speelde mee dat in juni dat jaar de meervoudige opdracht voor het ontwerp en de realisatie van het EVA Centrum gewonnen werd door Atelier 2T te Haarlem (het gemeenschappelijk oplossen c.q. kortsluiten van de essentiële stromen is geïntegreerd in het winnende concept (zie hoofdstuk 15.2.4) [Timmeren & Tawil, 1999d].

¹⁹ Zie ook hoofdstuk 1.4.3 .

²⁰ Meegespeeld heeft de fusie c.q. overname van het Gasbedrijf GGR Gas door NUON. De laatste stond

(oorspronkelijk) kritischer tegenover een deel van de ontwikkelde ideeën.

²¹ Dit is voor Lanxmeer vetaald naar twee hoofddoelen: een streven om minder dan 40 gigajoule per woning (tegen een Nederlands gemiddelde van 75 gigajoule per woning) te verbruiken voor warmte, licht en kracht; en het creëren van een energievoorraad gebaseerd op hernieuwbare bronnen in de wijk.

²² Ook wel bekend als de (breder bedoelde) Trias Ecologica (1: extensivering van het energiegebruik; 2: het sluiten van kringlopen van stoffen; en 3: het bevorderen van de kwaliteit/levensduur van producten) [Duijvestein, 2004]; zie hoofdstuk 2.2.2 .

²³ Zie hoofdstuk 5.4.2 en [Friedeman, 2002; Koornneef, 2003].

zamelde zwartwater wordt (voorlopig) op het conventionele rioleringsnetwerk geloosd. De verduurzaming bestaat in het afkoppelen van het grijswater en het reduceren van de hoeveelheid spoelwater²⁴. Het grijswater wordt gezuiverd in de helofytenfilters en opgeslagen in retentievijvers, die geïntegreerd zijn in het wijkgroen²⁵. Elke buurt heeft een eigen watersysteem, met een helofytenfilter²⁶, retentievijvers en wadi's²⁷.

Figuur 15.3

Centrale 'zwartwater' verzamelpunt
Kavel van het EVA Centrum



Zoveel mogelijk is geprobeerd het doorboren van de 'afsluitende' kleilagen te voorkomen, zodat de verschillende grondwaterstromen van elkaar gescheiden blijven en de drinkwaterwinning beter beschermd is tegen calamiteiten.

Oorspronkelijk was het plan om spoelwater van het waterwinningsproces als huishoudwater te leveren ten behoeve van gebruik voor toiletspoeling, wasmachine en tuinbesproeiing. Het geheel is uitgewerkt als systeem op wikschaal. De benodigde extra leidingen zijn tijdens de bouw aangelegd, maar het gescheiden toevoerleidingnet is nooit in gebruik genomen²⁸.

Het regenwater van de daken stroomt door ondergrondse leidingen naar de infiltratie- en retentievijvers. Hemelwater van de straten wordt zoveel mogelijk direct de bodem geïnfiltreerd²⁹.

15.2.3

Bewoners en overige betrokken (belanghebbende) actoren

Na een enthousiaste start met veel gedeeld vertrouwen tijdens de initiatief-, voorbereidings- en bouwfase is, nu een groot deel van de wijk is gerealiseerd, sprake van een lichte verandering in de sfeer c.q. betrokkenheid van de zijde van enkele partners³⁰. Dit komt ondermeer door fusies en/of overnames bij het waterbedrijf en bij het energiebedrijf. Ook de betrokkenheid van de gemeente in de latere fases van het project wordt door sommige partijen als minder ervaren (mede door politieke en personele veranderingen). Externe factoren, zoals het instorten van de kantorenmarkt hebben ook invloed op de uitwerking van plannen. De aanleg van de helofytenfilters (gepland naast de kantoren) is daardoor vertraagd.

Er is regelmatig en relatief uitgebreid onderzoek gedaan onder de bewoners van Lanxmeer naar hun kennis en ervaringen, achtergronden en omgang met de voorzieningen, maatregelen en andere actoren/bewoners³¹ [zie o.a. Timmeren & Vries, 2006; Luisiing & Stein, 2004; Vries, 2003; Siemensma, 2000b]. Er is sprake van een zgn. 'intentional community' (zie hoofdstuk 9 en 13), al is deze niet te vergelijken met meer besloten

gemeenschappen zoals bij eco-villages. Het niveau van sociale cohesie is het hoogst op het schaalniveau van de hoven³² (schaalniveau 2; hoofdstuk 2.3.1). Een lichte scheiding wordt ervaren tussen bewoners van de eerste en die van de tweede fase³³. Verschillen tussen huuren en koophuizen lijken marginaal, en beperken zich tot geringere aanwezigheid van huurders bij overleg³⁴. Niet alleen het vroegtijdig betrekken van (toekomstige) bewoners, maar ook het blijvend organiseren en communiceren van participatie, besluiten en gemeenschappelijk aanpakken van klussen dragen bij aan de grote sociale cohesie in de wijk.

Na milieu [Luising & Stein, 2004] en ruimte [Vries, 2003] vormen de sociale aspecten van de wijk de belangrijkste vestigingsredenen c.q. redenen van tevredenheid. Naast de Bewonersvereniging (BEL) bijeenkomsten zijn er bijeenkomsten van diverse werkgroepen, workshops en hofbijeenkomsten³⁵ (gekoppeld aan het beheer en de inrichting van de binnenhoven c.q. gemeenschappelijke tuinen)³⁶. Er is daarbij een groot vertrouwen in de betrokken experts [Luising & Stein, 2004].

²⁴ Het onderhoud van het systeem, zoals het er nu ligt, wordt verzorgd door het waterleidingbedrijf Vitens.

²⁵ Bestaande landschapselementen zijn zoveel mogelijk opgenomen. Centraal stonden het oorspronkelijke oeverwallenlandschap, de bodem- en eco-hydraulische waarden, de cultuurhistorie, natuur en water [Adriaens et al., 2005]. Door niet-integrale ophoging (de zgn. cunettenmethode) toe te passen, kruipruimte vrij bouwen en schuimbetonfunderingen is getracht de ondergrond zo min mogelijk te verstoren (de bovenkant van de bovenste kleilaag ligt op 2 meter onder maaiveld).

²⁶ De helofytenfilters zijn begin 2003 aangelegd en in het najaar van 2003 in gebruik genomen. Op wat kleine aanvangsproblemen na (in december 2003 stond één van de filters blank doordat een aftakking van het regenwaterriool in verbinding stond met de grijswaterleidingen) functioneren ze inmiddels goed [Luising, 2004].

²⁷ De wadi's liggen langs de ontsluitingsassen in noordoost/zuidwestelijke richting. De helofyten naast kantoorgebouwen en de retentievijvers tussen het waterwingebied en de woningen.

²⁸ Door een ministerieel decreet in 2003 is het gebruik van tweede waterleidingnetten (huishoudwater) voor Nederland (voorlopig) verboden. Het is wel mogelijk om op individueel niveau het gebruik van huishoudwater aan te vragen. Indien dit het geval is, moet het

water afkomstig zijn van grondwater of regenwater en moet het jaarlijks gecontroleerd worden. Het drinkwaterbedrijf heeft nog geprobeerd het huishoudwater systeem af te kopen bij de bewoners. Deze zijn hier niet mee akkoord gegaan [BEL, 2004]. De extra eisen maken gebruik van huishoudwater voorlopig veel duurder dan gewoon leidingwater. Daarmee gaat het aanleggen van een tweede waterleidingnet aan het oorspronkelijke doel voorbij om goedkoper een lagere kwaliteit water te leveren voor processen die geen water van hoogwaardige kwaliteit vereisen [Hasselaar et al., 2006].

²⁹ Verharding is tot een minimum beperkt, wegprofielen zijn smal, parkeerplaatsen en verharde voetpaden zijn bestraat met gebroken lavasteen. Daarnaast hellen de hoven en straten licht van het resterende waterwingebied af [Adriaens et al., 2005].

³⁰ Naast de initiatiefnemer (Stichting E.V.A., Marleen Kaptein) en de gemeente (Gemeenstelijk projectteam) zijn meerdere externe deskundigen betrokken bij de ontwikkeling van de wijk en de uitwerking van onderdelen. De gehele projectleiding is in handen van Hein Struben Advies. Daarnaast is Joachim Eble i.s.m. Hyco Verhaagen stedenbouwkundige c.q. supervisor. Eble is ook als architect van 50 woningen betrokken, terwijl Verhaagen tekent voor Landschap en inrichting. Daarnaast zijn andere architecten en specialisten betrokken.

³¹ Genoemde onderzoeken verschillen van karakter. Het onderzoek

door Luising & Stein is beter te omschrijven als weergave van resultaten n.a.v. diepte interviews (relatief gering aantal respondenten: 14). Dit heeft bovendien plaats gevonden op basis van vrijwillige deelname, hetgeen met zich meebracht dat vooral de meer betrokken bewoners hebben geparticipeerd in de onderzoeken. De resultaten zijn daarom niet kwantitatief meetbaar te gebruiken, en moeten gezien worden als indicatie.

³² Vanuit ontwerpers is in de onderzoeken aangegeven dat het beter zou zijn geweest het watersysteem op die schaal aan te leggen (vooral vanwege het meer efficiënt werken bij het ontwerp en de realisatie van de infrastructuur en vanwege de directe betrokkenheid van de mensen).

³³ De bewoners van de eerste fase worden gezien als 'de groenen', terwijl ze zich zelf als pioniers zien [Luising & Stein, 2004].

³⁴ Dit leidde bij anderen tot de uiting van zorg over het niet voldoende bereiken van informatie over gedragsveranderingen, zoals ten behoeve van het in gebruik nemen van de helofytenfilters (en later de biogasopwekking) [Luising & Stein, 2004].

³⁵ De Hofbijeenkomsten worden het meest frequent bijgewoond [Luising & Stein, 2004].

³⁶ Ook is sprake van een zogenaamd pioniersveld zonder formeel overleg [Vries, 2003]. De bewoners wisselen onderling informatie uit, gebaseerd op een gedeeld verantwoordelijkheidsgevoel.

Uit onderzoek blijkt dat men de informatievoorziening over bijvoorbeeld het watersysteem onder de maat vindt³⁷. Met name de huurders hadden meer invloed willen hebben en zijn niet erg tevreden over het functioneren van de woningbouwvereniging [Luising & Stein, 2004]. De bewoners zijn wel tevreden over het (afval)watersysteem en de integratie ervan in de wijk en onderschrijven de aanleg vanwege waterbesparing, energiebesparing en kostenbesparing.

In Lanxmeer is een compleet waterplan gemaakt wat nog maar ten dele is gerealiseerd.

De aandacht van de bewoners lijkt enigszins te verslappen [Luising & Stein, 2003].

Geconcludeerd kan worden dat het vanuit dat perspectief gezien beter zou zijn geweest als het volledige waterplan vanaf het begin zou zijn gerealiseerd c.q. de onderdelen vanaf het begin hadden gewerkt³⁸. Door veel respondenten wordt wel het belang van het waterplan c.q. –systeem onderkend als één van de belangrijkste peilers van Lanxmeer, en wordt aangegeven dat men het project als mislukt beschouwd als de ontbrekende onderdelen niet worden gerealiseerd [Luising & Stein, 2004]. Bewoners hebben bij meerderheid aangegeven dat, naast de huidige helofytenfilters, het plaatsen van een Living Machine of een compacter gesloten systeem voor de behandeling van zwartwater een meerwaarde biedt, met name ook voor educatieve doeleinden, en dat deze daarom het beste aan de rand van de wijk, bij voorkeur als onderdeel van het EVA Centrum, geplaatst moet worden³⁹ [Luising & Stein, 2003]. Aangegeven wordt dat het helofytenfilter en straks mogelijk de Living Machine en/of Biogas installatie bijdragen aan het ruimtelijke karakter van de wijk [Luising & Stein, 2004]. Mensen geven in grote meerderheid aan, mits sprake is van goed beheer, geen hinder of schadelijke gevolgen voor de eigen gezondheid te verwachten als gevolg van de integratie van afvalwaterbehandeling en hergebruik in de wijk⁴⁰ [Vries, 2003].

In de periode 1998-2004 is een verkennend onderzoek uitgevoerd naar een biogas installatie in Lanxmeer. Daartoe is de Biogas Installatie Groep (BIG) opgericht, waarin de partijen, die een deel van het onderzoek meefinancierden zitting hadden⁴¹ [Sidler, 1998; Sidler et al., 2004]. In de loop van het proces is, in het kader van dit onderzoek geparticipeerd.

15.2.4

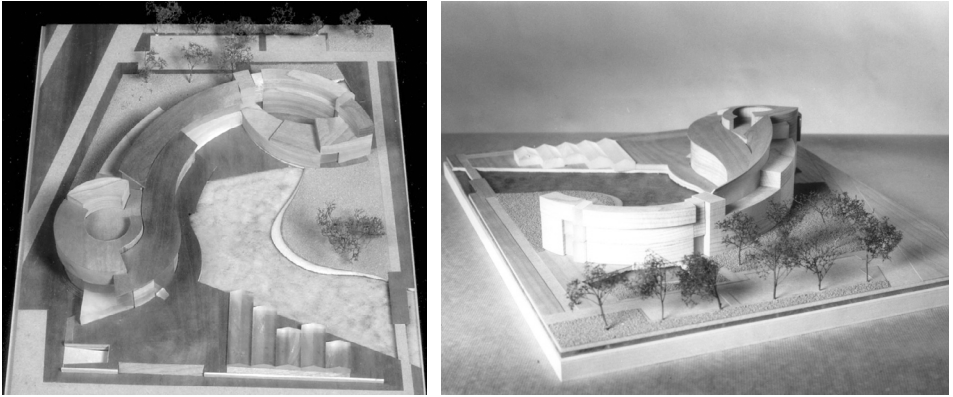
Inpassing ontwikkelingsproces EVA Centrum, Lanxmeer

Vanaf de allereerste plannen en ontwikkelingen omtrent Lanxmeer is het realiseren van een bezoekerscentrum voor integrale ecologie onderdeel van de plannen van de Stichting E.V.A. geweest [Pötz & Kaptein, 1995]. De gemeente Culemborg heeft de plannen van begin af aan gesteund, ondermeer door de toezegging c.q. reservering van een kavel van 4087 m² grootte binnen de wijk, tegen een kostprijs van sociale woningbouwgrond. De lokatie is vanaf de eerste stedenbouwkundige plannen (en workshops) ongewijzigd gebleven: aan de rand van de wijk, naast het N.S. station, en tussen woningen, kantoren, en tweede en derde fase woningbouw (Figuur 15.1, Figuur 15.4).

In 1999 is een meervoudige opdracht uitgeschreven aan drie architectenbureaus voor het ontwerp van het EVA Centrum. Het EVA Centrum betrof een Ecologisch educatie en voorlichtingscentrum met diverse toegevoegde voorzieningen met een b.v.o. van 3700 m². In het programma van eisen was de Living Machine ten behoeve van het behandelen van afvalwater opgenomen⁴². Na een spannende ex equo werd, mede op grond van de ideeën omtrent de verweving van de Living Machine met de biogascentrale, uiteindelijk gekozen voor het ontwerp van Atelier 2T (Figuur 15.4) [Timmeren & Tawil, 1999d]⁴³. Er werd een aparte stichting opgericht voor het centrum: de Stichting EVA Centrum.

Figuur 15.4

Maquette Schetsontwerp EVA Centrum, 1999



Gezien het vernieuwende karakter van de ideeën achter het EVA Centrum, van de gewenste vormgeving en de toe te passen technieken, en het ideële doel van de Stichting (met opnieuw een grote nadruk op educatie), werden in de jaren die volgden meerdere ontwikkelingsworkshops met diverse marktpartijen, specialisten, geïnteresseerden en wijkbewoners georganiseerd en opgetekend [o.a. PRC, 2003; LAGroup, 2002; Timmeren & Tawil, 2002c].

³⁷ Zowel de BEL als Vitens worden verantwoordelijk geacht. Wat meespeelt is het feit dat het huishoudwatersysteem niet functioneert, negatief wordt gewaardeerd, en mensen meer informatie verwachten over de achterliggende redenen, processen en stappen om e.e.a. alsnog voor elkaar te krijgen. Onduidelijk is vaak van welke instantie ze informatie moeten verwachten [Luising & Stein, 2003].

³⁸ Bepaalde gewoontes van bewoners moeten weer veranderen (zoals het gebruik van bepaalde schoonmaakmiddelen).

³⁹ De voorkeur van de meeste respondenten ging uit naar het concept van de Living Machine. Over de gewenste locatie is het lastig een conclusie te trekken. Veel mensen willen hetzelfde, maar met een andere reden. Enkele respondenten gaven aan dat de essentiële onderdelen van het waterplan, zoals de helofytenfilters en de biogasinstallatie en/of Living Machine juist niet aan de rand van de wijk moeten worden geplaatst. Als redenen werden genoemd het gevaar van (verkeerd) gebruik door anderen (van buiten de wijk) en het

belang dat uitging van het watersysteem als sociale/controler functie, als ‘community builder’: het creëren van een “we doen het samen gevoel” [Luising & Stein, 2004].

⁴⁰ Op twee respondenten (van de 14) na gaven bewoners aan compost uit de eventuele vergistingsinstallatie te willen gebruiken in de eigen tuin. Ook werd om een goede controle en voorlichting gevraagd [Luising & Stein, 2004].

⁴¹ Het project is aangenomen onder leiding van CORE International, in de persoon van Dick Sidler (die tevens verantwoordelijk is voor het energieconcept van de wijk). Daarnaast waren betrokken: AVRI, GGR Gas, Haskoning, Innogas, Novem, Rioned en Zuiveringsschap Rivierland. Binnen de stedenbouwkundige werkgroep werd regelmatig over voortgang en consequenties gerapporteerd.

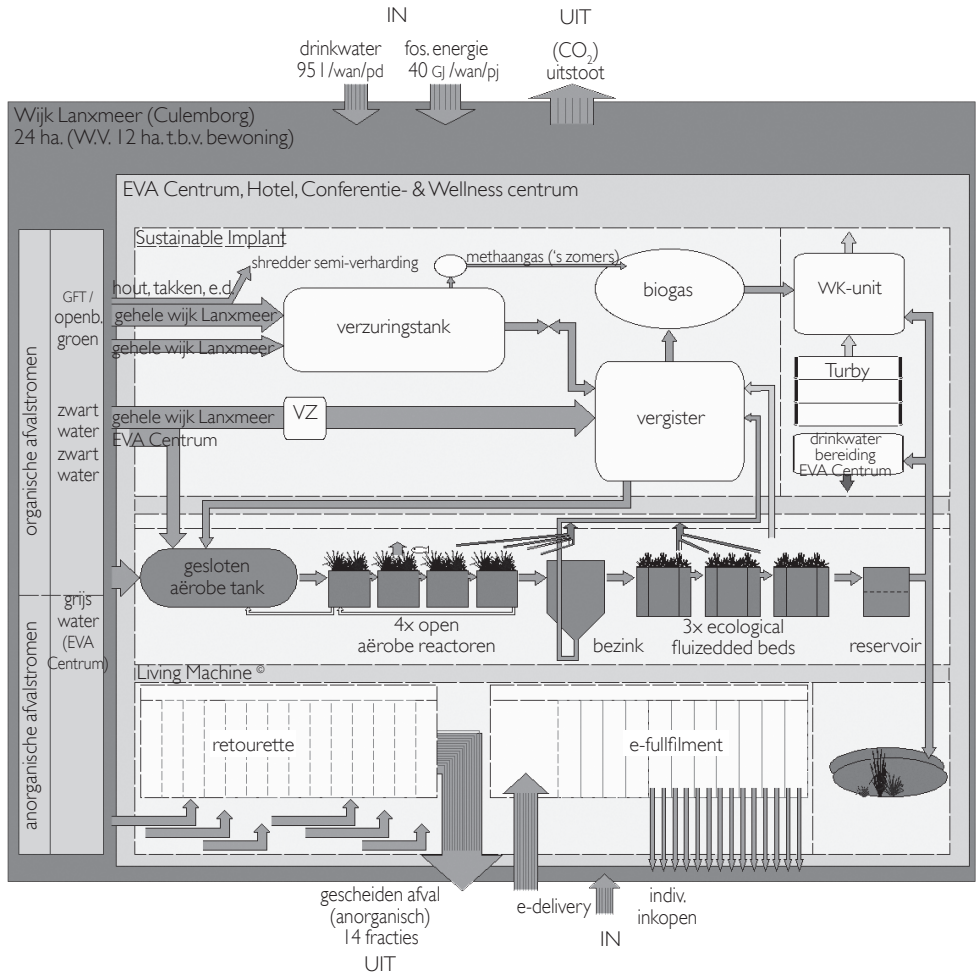
⁴² Daarnaast werd antwoord gevraagd over het functioneren ervan in samenhang met de wijk, en de biogas centrale in het bijzonder. Op dat moment was er nog onduidelijkheid over de exacte plek van de biogas installatie. In de stedenbouw-

kundige plannen stond deze ingetekend op een perceel ten zuiden van het EVA Centrum.

⁴³ De meervoudige opdracht betrof de architectenbureaus Thomas Rau & partners (Amsterdam), opMAAT (Delft), en Atelier 2T (Haarlem). De jury bestond uit mensen van de Stichting E.V.A., de stedenbouwkundige begeleidingsgroep, gemeente Culemborg, Provincie Gelderland, Ministerie van VROM en enkele vakspecialisten (energie, permacultuur, Reggio Emilia). Gekozen werd in eerste instantie voor een gedeelde eerste prijs c.q. projectontwikkeling voor de bureaus opMAAT en Atelier 2T. In tweede instantie is gekozen voor het ontwerp van Atelier 2T. Als reden werd ondermeer aangegeven dat “de esthetische vormtaal en uitwerking het beste past bij het beeld dat de Stichting E.V.A. voor ogen staat” [Kaptein, 1999], de vernieuwende integratie met de wijk Lanxmeer en de behandeling c.q. opwekking van de essentiële stromen van centrum en wijk, en de integratie van de Living Machine en het educatief programmadeel op basis van de Permaculture en Reggio Emilia benadering.

Figuur 15.5

Ontwikkelingsvariant Living Machine met biovergisting



Het programma voor het centrum is verder ontwikkeld, waarbij zowel functies verdwenen als werden toegevoegd⁴⁴ (Figuur 15.5).

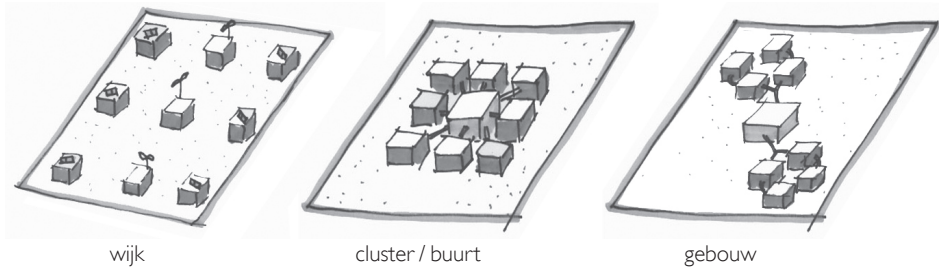
De voornaamste ontwikkeling omvatte een verdere aansluiting van het EVA Centrum met de wijk Lanxmeer, voor het oplossen van het vraagstuk van de zwartwater afvalwaterstroom van de wijk en het centrum, en de toevoeging van een Hotel met Conferentiecentrum en een separaat geëxploiteerd 'Vitality & Wellness' programma [Stichting EVA Centrum, 2005; Kaptein, 2005; Drabbe et al., 2005c; Kaptein, 2003].

Aangezien de biogascentrale ontwikkeld werd tezamen met andere geïntegreerde decentrale concepten (voortkomend uit dit onderzoek), werd 'de installatie' als device 'Sustainable Implant' (S.I.) genoemd⁴⁵ [Timmeren, 1999c].

Door het uitgebreide programma (meer vierkante meters) van het EVA Centrum, en het meenemen van de Sustainable Implant in de ontwikkeling, werd de kavel ten zuiden van de locatie op voordracht van de stedenbouwkundige werkgroep Lanxmeer, door de Gemeente Culemborg toegezegd c.q. toegevoegd aan de kavel voor het complex (Figuur 15.7)⁴⁶.

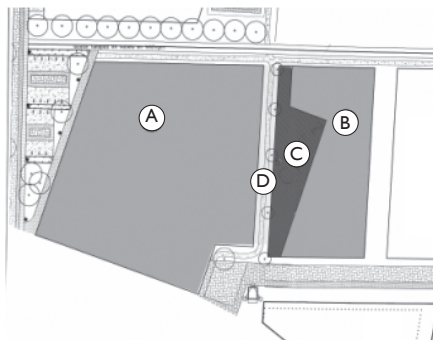
Figuur 15.6

Oplossingen voor het functioneren van een Sustainable Implant



Figuur 15.7

Weergave definitieve kavel EVA Centrum (met annexen)



Kavel EVA Centrum

A	bestaande terrein	4087 m ²
B	uitbreiding terrein	1367 m ²
C	mandelig gebied	547 m ²
D	aanw. route	287 m ²
	Totaal	6288 m²
	Totaal PvE (bvo)	7000 m²
	parkeren	1800 m²

⁴⁴ Als gevolg van verschillende ontwikkelingen in Culemborg en omgeving hebben diverse partijen in de loop van de tijd tezamen met de Stichting EVA Centrum en de projectgroep onderzocht of integratie van hun plannen in het EVA Centrum mogelijk en gewenst was. Het ging ondermeer om de openbare bibliotheek van Culemborg en stadstheater 'De Fransche School'. Het programma (voor de vergrote locatie) liep daarbij op tot een BVO van ruim 7000 m² [Timmeren & Tawil, 2002c]. Het niet doorgaan van de integratie van de diverse partijen was gelegen in strijdige opvattingen van programma onderdelen en/of

gebruikersgroepen, het niet aansluiten bij de vergaande ecologische doelstellingen, en een te groot additioneel ruimtebeslag.

⁴⁵ Enerzijds is deze nieuwe benaming gekozen vanwege het feit dat het uit een combinatie van decentrale concepten en technieken bestaat (die deels als naam beschermd zijn, zoals de Living Machine), anderzijds vanwege het functioneren van het device tussen de schaalniveaus van het gebouw en de wijk, ten behoeve van de verduurzaming van beide (ondersteuning van de wederkerige relatie die oplossingen gericht op duurzame ontwikkeling eigen is / moet zijn).

⁴⁶ De totale perceelgrootte werd daarbij uitgebreid met 1367 m² bouwkavelgrond, 547 m² mandelig gebied, en de grond van de tussen beide kavels gelegen verkeersruimte (groot 287 m²) tot een totaal van 6288 m². Gezien het feit dat de toegevoegde functies een commerciële grondslag hebben, zijn deze extra meters niet meer tegen de sociale woningbouw grondprijs verstrekt.

15.3

Ontwerp parameters, transport varianten en mogelijke technieken

15.3.1

begripsbepaling

Het koppelen van decentrale oplossingen voor de sanitatie- en energie-stroom op het schaalniveau van een wijk vraagt om een radicale 'rethink' [Stevens, 1996] met betrekking tot de wijze waarop de energie wordt opgewekt, opgeslagen, getransporteerd en gebruikt, en de wijze waarop het organisch afval en afvalwater worden verzameld, verwerkt, maar vooral hoe deze aansluitend zo dicht mogelijk bij de bron wordt hergebruikt (zie hoofdstuk 9). Het gaat niet alleen om de afstemming en samenhang tussen de verschillende vormen van energieopwekking uit hernieuwbare bronnen, of afval- c.q. grondstoffenbehandeling gericht op (lokaal) hergebruik maar ook om de afstemming en de robuustheid van de interconnectie tussen de stromen en gerelateerde oplossingen.

Aan het idee van verbonden autonome stedelijke ontwikkeling zitten twee kanten (zie hoofdstuk 9 & 11). Allereerst de vraagzijde van de energie- en drinkwaterstroom, en de noodzakelijke reductie ervan bij aanvang. Ten tweede de aanbodzijde c.q. verwerkingscapaciteit van de resterende stromen. Op de schaal van een enkelvoudige woning bepaalt de beperkte beschikbaarheid van bronnen ertoe dat de effectiviteit van het gebruik van die bronnen geoptimaliseerd moet worden. Dit is dermate vergaand dat het vaak moeilijk inpasbaar is binnen de huidige budgetten en moderne leefstijlen (zie hoofdstuk 13). Het optimaliseren is op basis van exergetische principes (PvM-106): zoveel mogelijk de kwaliteit van de stromen koppelen aan eindgebruiker-functies. Met name de minder efficiënte energievormen, zoals elektriciteit, moeten tot een minimum beperkt worden. Om dit te bereiken biedt koppeling van de deelstromen op een hoger schaalniveau betere mogelijkheden, vooral op de schaal van de buurt en of wijk (bij een hogere dichtheid; zie onderzoeksdeel III). Bovendien biedt deze bovengelegen schaal (schaalniveau 2 en 3) meer mogelijkheden voor combinatie met hergebruikprincipes, gebundelde toelevering van producten en andere, op 'duurzame ontwikkeling' gerichte maatregelen, zoals auto-deelprojecten⁴⁷ (zie hoofdstuk 7). Op dergelijke schaalniveaus zijn vijf sleutelmaatregelen bij de realisatie van een decentraal en flexibel geïntegreerd voorzieningssysteem:

- 'gebiedscentrale' (terug)levering van hergebruiksstromen (warmte, elektriciteit, water, nutriënten), en zo nodig een (tijdelijke) opslagvoorziening;
- 'micro-netten' (of 'private wire'), zo mogelijk in eigen beheer, ten behoeve van het transport van de (naar kwaliteit) gescheiden energie- en sanitatie deelstromen;
- een ontwikkelings- en assemblageteam (ontwikkeling, testfase, realisatie, evaluatie/aanpassing), na realisatie overname door een Voorzieningen Service Bedrijf (energie- en sanitatie systemen, beheer directe leefomgeving etc.);
- ondersteunende toegevoegde (op duurzame ontwikkeling gerichte) diensten (auto service bedrijf, volwaardige inzameling- en hergebruikvoorzieningen ter plaatse, e-delivery⁴⁸, flexwerkplekken, etc.);
- volwaardig en vroegtijdig betrekken van alle belanghebbenden.

Het is van belang om de lange termijn verdiensten te kunnen verhalen om zodoende de hogere kapitaalkosten mogelijk te maken. In het programma van mogelijkheden zijn diverse maatregelen omschreven die dit ondersteunen. Essentieel zijn: het creëren van een

(strategische) niche, sterke partnerships (om risico's te spreiden), integraal management van de toevoer- en afvoerstromen, financiële ondersteuning (bijv. door kruissubsidies), en een marketing met betrekking tot een geloofwaardig en stabiel dienstenpakket voor de bewoners in relatie tot verdiensten m.b.t. het omgevingsbeheer (op levenskosten basis)⁴⁹. De uitdagingen liggen niet zozeer bij de techniek. Om een brede inzet mogelijk te maken, moet deze vaak nog meerdere praktijk-gekoppelde optimalisatiestappen doormaken, maar de wijze van organisatie, omgang met bestaande wetgeving⁵⁰ en de onderlinge afstemming en dimensionering⁵¹ vragen de meeste aandacht.

Van belang voor verdere uitwerking zijn de ontwerpparameters en dimensionering gerelateerde randvoorwaarden. Binnen Lanxmeer Culemborg is de oplossing van het verregaand verduurzamen van de essentiële stromen gebaseerd op de aanbodkant van de stromen in de wijk, ofwel de afvalstromen. Samengevat gelden de volgende ruimtelijke uitgangspunten⁵²:

- zwartwater behandeling en behandeling GFT van de 250 woningen in de wijk Lanxmeer⁵³, en gemiddeld 2,6 inwoners/woning⁵⁴;
- rekening houden met c.q. meenemen van mogelijke uitbreiding met behandeling van de afvalstromen van 40.000 m² bruto vloeroppervlakte aan overige kantoren en bedrijven in de wijk Lanxmeer⁵⁵ (ca. 2.600 werknemers, met elk een vuilproductie van een derde inwoners equivalent, ofwel 867 inwoners);

⁴⁷ Bij een goede afstemming en opslag van de energiestromen, bijvoorbeeld via waterstof, kan dit gekoppeld worden aan brandstof verschaffing uit hernieuwbare bron(nen) (Urbed, 2001).

⁴⁸ Levering van goederen die via telefoon of internet zijn besteld.

⁴⁹ Dit is van belang vanwege de anders onzichtbaar blijvende verdiensten waartegen de meerkosten niet afgezet kunnen worden, zoals: regionale en nationale systeemverliezen (ca. 10%); vermeden infrastructuurkosten, of op basis van verbeterde financiering (gebruiksgerelateerd); onderhouds- en beheerskosten; voordelen als gevolg van de 'economies of scale'; meervoudige output op grond van enkelvoudige investeringen a.g.v. integrale systemen en de mogelijkheid tot incorporeren van nieuwe diensten (zoals bijv. 'car-sharing', evt. elektrisch of waterstof aangedreven).

⁵⁰ In de probleemanalyse (hoofdstuk 3 t/m 5) en diagnosestelling (hoofdstuk 6 & 7) is al naar voren gekomen dat vooral de bestaande ontwikkelingspaden, dominante actoren en bijbehorende wet- en regelgeving de ontwikkeling van alternatieven vaak structureel in de

weg staan. Onderdeel van het creëren van een ontwikkelingsniche (zie hoofdstuk 13) zijn de vele vergunningen en benodigde ontheffingen van diverse Ministeries en andere overheden. Doordat sprake is van een integrale oplossing, waarbij de samenhang maakt dat het niet realiseren van één onderdeel de gehele uitwerking onder druk kan zetten, is een volledig juridische dekking van de verschillende processen en bijbehorende consequenties noodzakelijk. ⁵¹ Door veranderende stromen en andere parameters, is een dynamisch evenwicht tussen de verschillende stromen en processen gewenst. Dit vraagt een centrale (lees: op de schaal van de gezamenlijke oplossing) organisatie en coördinatie van alle procesonderdelen. Op zijn beurt heeft dit consequenties voor de zeggenschapsstructuur en voor de financiering.

⁵² Voor de complete programma's c.q. gegevens zie [Drabbe, 2005c; Drabbe 2005d; Vries & Timmeren, 2005; Houtakkers & Haslauer, 2005; Timmeren & Tawil, 2006].

⁵³ Uitgegaan is verder van een zwart water productie van 15.5 liter per inwoner per dag (droge stof productie van 90 gr p.p.*dag en een Chemisch

Zuurstof Verbruik CZV productie van 135 gr p.p.*dag); GF (groen & fruit) afval van 0,5 kg p.p.*dag (30% droog stof gehalte; 78% organische stofgehalte; 1,5 kg CZV per kg droge stof; en versneden volumegewicht van 1000 kg/m³); T (tuin) afval van 8 ton droge stof per hectare (bij een gemiddelde tuingrootte van 150 m²; droge stofgehalte van 78%; en 0,4 CZV per kg droog stof [vergelijk Sidler, 1998]. Gerekend is met een constante aanvoer van zwart water uit de wijk van 365 dagen per jaar en gemiddeld 183 dagen per jaar aanvoer van tuinafval [Sidler et al., 2004].

⁵⁴ Dit komt neer op een totaal volume aan grijsafvalwater voor de woningen van de wijk van 53950 liter/dag. In het waterhuishoudkundig plan [Arcadis Hediemijs Advies, 1999] wordt uitgegaan van 85470 l/dag totaal. Het verschil is ondermeer toe te schrijven aan de kantoren.

⁵⁵ Gedurende het ontwikkelingsproces c.q. de uitwerking van de biogasinstallatie bleek dat de eerste grote exploitant van één van de kantorencomplexen, de Unie BLHP, geen waterinzamelingssysteem wilde realiseren dat aansloot bij de filosofie van EVA Lanxmeer (een vacu-

- behandeling van alle afval(water) stromen van het EVA Centrum, bestaande uit:
 1. Hotel met 71 kamers & 7 appartementen (equivalent 15 kamers); ofwel 86 kamers⁵⁶; totale gebruiksoppervlakte 2412 m²;
 2. Biologisch cultuurrestaurant, natuurcafé annex theetuin en wellness café met gedeel de keuken; totale gebruiksoppervlakte 734 m²;
 3. Conferentie- en Educatiecentrum met een gebruiksoppervlakte van 1908 m²;
 4. Vitality & Wellness- en Gezondheids Centrum, gebruiksoppervlakte van 972 m²;
 5. de installatie voor het behandelen van de afvalstromen is deel van het EVA Centrum, en moet bij voorkeur (na) bij het EVA Centrum worden gerealiseerd;
- ruimtelijke, milieutechnische en/of beheertechnische koppeling met geplande stadsboerderij (niet verbonden met de riolering van de wijk –of elders), met een totale grondoppervlakte van 48.000 m² (zie hoofdstuk 9);
- totale wijkoppervlakte van 33 ha, met 14.2 ha. openbare ruimte, waarvan 66% onverhard;
- kavelgrootte ten behoeve van het EVA Centrum (en annexen) van 6288 m², waarvan tenminste 834 m² mandelig gebied. Een gewenste compacte opbouw ten behoeve van het creëren van ruimte voor de realisatie van waterberging (ca. 1/4 van de perceelgrootte), educatieve tuinen en andere programmafuncties met toegevoegde waarde; zie [Kaptein, 2005; Drabbe, 2005c];
- zonering c.q. bundeling van eventuele hinder (geluid, stank visueel), en afscherming van hinder spoorzone van de binnentuin van het EVA Centrum, verblijfsfuncties (hotelkamers e.d.) en zoveel mogelijk woningen in de wijk Lanxmeer;

Meer procesgerelateerde, randvoorwaarden betreffen [o.a. Sidler et al., 2004; Kaptein, 1998; Kaptein, 2005]:

- de installatie mag niet leiden tot hogere kosten voor de bewoners en mag geen bedreiging vormen voor de veiligheid in de wijk;
- onderdeel van het p.v.e. van het EVA Centrum is de wens tot het realiseren van een Living Machine voor de behandeling van alle afvalwaterstromen van het centrum, en voor educatie doeleinden;
- het proces stopt niet met het vergisten van het afval: het gaat om het zogenaamde ‘cradle to cradle’ ontwerp [McDonough & Braungart, 2003], waarbij het maximaal benutten (hergebruik) van de behandelde c.q. opgewekte stromen in of nabij de installatie (lees: EVA Centrum, de wijk Lanxmeer, etc.) doel is;
- stromen die niet hergebruikt kunnen worden moeten zo schoon, compact en homogeen mogelijk gebundeld afgevoerd worden. Voor bepaalde stromen, zoals gezuiverd water, kan dat binnen de directe omgeving. Stromen die na behandeling niet herbruikbaar en/of voldoende schoon zijn, moeten eenvoudig, zonder hinder en grote kosten afgevoerd kunnen worden;
- doel is het afkoppelen van de conventionele technische infrastructuur. Fysiek is dit uit te werken als: bestaande netwerken (met name elektriciteit, mogelijk ook riolering) dienen als back-up voorziening, ten behoeve van het opstarten van processen, maar ook voor de binnen deze studie aangegeven noodzaak tot kunnen koppelen (zie hoofdstuk 10).

Voor onderzoek worden naast de bovengenoemde randvoorwaarden ook de in hoofdstuk 12 opgestelde ruimtelijke, milieutechnische en sociale criteria en de in hoofdstuk 14 beschreven programma van mogelijkheden aangehouden.

Bij te stellen criteria met betrekking tot de omgang van (afval)waterstromen wordt soms een onderverdeling aangehouden tussen primaire criteria op (boven)stedelijk niveau (schaalniveau 6 of 7), secundaire op niveau van de waterketen voor watergebruiksfuncties (schaalniveau 5 of 6) en tertiaire criteria op de kleinere schaalniveaus (niveaus 1 t/m 4). Gezien de conclusies binnen dit onderzoek wordt een onderverdeling gevolgd naar stroomkwaliteiten. De in hoofdstuk 12 genoemde criteria zijn algemeen van toepassing. In een vernieuwend systeem op basis van duurzame ontwikkeling en van het programma van mogelijkheden kunnen de volgende belangrijkste (toegepaste) doelstellingen worden afgeleid voor de casus uitwerking [Timmeren, 2001]:

- voorkomen of verminderen van vervuiling van ontvangende waterlichamen en bodem.
- verkleinen van de hoeveelheid zuiveringsslib (of verminderen van de concentratie aan verontreiniging) dan wel het oplossen van de verwerking daarvan.
- vermijden (of tenminste verminderen) van schade door overstromen t.g.v. overbelasting van de regenwaterafvoer.
- op peil brengen en houden van het grondwaterniveau.
- verbeteren van de ecologische en zo mogelijk de esthetische waarde van de ontvangende waterlichamen.
- vergroten van de attractiviteit door 'zichtbaar maken', met als nevendoeel het bewustmaken van gebruikers en het sturen van gedrag.

De 'waardering', in de zin van primaire-, secundaire- en tertiaire criteria wordt binnen de verdere uitwerking in dit hoofdstuk los gelaten, omdat de criteria als integrale-, verbonden voorwaarden gezien moeten worden. Op grond van de ruimtelijke en technische randvoorwaarden (beschikbare ruimte, situering, oriëntatie, stroomgroottes en beschikbare technieken) worden verschillende transport varianten opgesteld. Gezien het kader van de casestudie wordt in eerste instantie uitgegaan van een uitwerking op basis van de afval stromen (afvalwater en vaste afvalstromen), de daaruit voortkomende retourstromen (water, energie, nutriënten), en vervolgens de resterende toevoerstromen (water, energie, grondstoffen / nutriënten).

umsysteem of een booster systeem). Gevolg is dat in dit kantorencomplex te veel en relatief verdund afvalwater wordt geproduceerd, wat de anaërobe vergistingsprocessen moeilijker maakt (onzekerheden omtrent de bezinking van dit afvalwater, en dus de potentiële gasproductie). Aangezien gedurende het ontwikkelingsproces ook bleek dat als gevolg van het instorten van de kantorenmarkt slechts een marginaal van het geplande programma kan worden gerealiseerd is in de verdere berekeningen het aandeel van de kantoren er (voorlopig) buiten gelaten (dit heeft bovendien een voordelig effect op de totale dimensionering van de fysieke installatie). De opzet van de

ten dele reeds aangelegde riolering ondersteunt de mogelijkheid van het al dan niet meenemen van het kantorenprogramma, zodat gestelde 'buiten beschouwing laten' niet de realisatie van het gehele systeem in gevaar hoeft te brengen.

⁵⁶ Op grond van het hotelexploitatie plan [Drabbe, 2005d] is gerekend met de volgende bezetting voor het hotel: 2008: 48,8% / 2009: 55,1% / 2010: 60,6% / 2011: 62,8%; en voor het conferentiecentrum: 2008: 27% / 2009: 30% / 2010: 32% / 2011: 34% (gebaseerd op 200 dagen x 12 zalen). Dit komt neer op een totaal aantal bezoekers per jaar van 35.000 (in 2011), ofwel een gemiddelde van

175 personen per dag. Voor de laatste groep gebruikers is gerekend met een vuilproductie van 1/3 i.e. ofwel 59 i.e. Voor het Wellnesscentrum wordt bij de exploitatie uitgegaan van ca. 350 bezoekers/behandelingen per dag. Bij een capaciteit van 115 personen (tegelijk) is voor de dimensionering van de kringlopen gerekend met 100 inwoners equivalenten.

⁵⁷ Een volledige vervlechting van functies is per definitie niet altijd voordelig, aangezien de levensduur van de onderdelen/elementen kan verschillen. Bovendien kan de integratie de noodzakelijke flexibiliteit in de weg staan.

15.3.2

transport varianten

Hoe meer afval(water)stromen gescheiden ingezameld worden, des te complexer en groter wordt het inzamelingsstelsel⁵⁷. Dit bemoeilijkt de inpasbaarheid in de woningen, en in mindere mate ook die van de directe woonomgeving⁵⁸, aangezien het transport van (semi) vloeibaar afval veelal plaats vindt via ondergrondse leidingen⁵⁹.

Als gevolg van de gestelde variabelen zijn al dan niet gewijzigde appendages (toiletten, afvoersystemen, e.d.) benodigd. De manier van inzamelen (transport) bepaalt de concentratie en samenstelling van de te verwerken afvalstromen, die op hun beurt de meest geschikte behandelingsmethode en de mogelijke verwerkingsmethoden. De verwerkingsmethoden bepalen de benodigde concentratie en samenstelling van de te verwerken afvalstromen, waaruit de meest geschikte behandelingsmethode volgt.

Afvalwater

Algemeen bezien zijn als varianten van het huidige watercloset de volgende systemen te onderscheiden:

1. systemen op basis van afscheiding van de urine [Johansson, 2001; Hellström, 1998; Larsen & Gujer, 1996a,b],
2. compost-toiletten, en
3. watergereduceerde zwartwater inzameling.

Uit scenario studies⁶⁰ naar de kosten⁶¹ van implementatie en beheer van drie verschillende 'decentrale' sanitatie concepten is gebleken, dat de nieuwe sanitatie concepten naast ecologische, ook economische voordelen hebben⁶² [Fröhlich, 2003].

Ad. 1. Systemen op basis van afscheiding van de urine

Voordeel van systemen met gescheiden geelwater (urine) inzameling bij de bron is een hoog percentage nutriëntenhergebruik en zeer lage nutriënt emissies. Bij deze geelwater-separatie en opslagsystemen⁶³ is minimaal een half jaar opslag nodig⁶⁴ [Otterpohl, 2000]. De opslag en verwerking van geelwater kan eventueel binnen de bestaande (conventionele) infrastructuur ingepast worden zonder al te veel aanpassingen. Dit kan 'centraal'⁶⁵ of decentraal. Met de laatste optie is nog weinig ervaring opgedaan. Dit kan mogelijk gecombineerd met separate zwartwaterinzameling en -behandeling plaats vinden, zodat het huidige, conventionele systeem, zonder al te veel kapitaalverlies, in de loop van de tijd een volledig grijswater-recyclingssysteem op centrale schaal wordt [Larsen, 1996]. Het ondersteunt gestelde netwerk configuraties zoals beschreven in hoofdstuk 10. Benodigde aanpassingen zijn eenvoudiger bij nieuwbouw dan bij renovatie van bestaande woningen en -wijken. Het is van belang te beseffen dat de levensduur van installaties bij woningen veel korter is dan die van de buiten de woning (kavel) gelegen technische infrastructuur⁶⁶.

Ad. 2. Compost-toiletten

De optie van composttoiletten is vooral interessant als individuele (lokale) oplossing (schaalniveau 1, mogelijk -2)⁶⁷.

Ad. 3. Watergereduceerde zwartwater inzameling

Een aspect dat nog volop onderzocht wordt, en waarmee nog veel experimenten plaats vinden is de noodzaak tot- en de grootte van watergebruik bij het transporteren van de afvalwaterstromen. Veel systemen werken op basis van (sterk) gereduceerd spoelwater (4 tot 6 liter)⁶⁸, eventueel met de mogelijkheid van het toepassen van grijsafvalwater voor het

doorspoelen⁶⁹ [Wilderer & Schreff, 2000]. Wat verstoppingen betreft geldt simpel gezegd, dat hoe meer water er wordt gebruikt, des te kleiner de kans is op verstoppingen in het leidingstelsel⁷⁰.

⁵⁸ Uitgezonderd enkele naar de specifieke systemen geoptimaliseerde voorbeelden van compact bouwen en gestapelde functies.

⁵⁹ Dit geldt niet bij systemen waar gebruik gemaakt wordt van zichtbare inzameling, zoals molsgoten, wadi's, en zogenaamde vrije val systemen.

⁶⁰ De drie sanitatie concepten zijn: (1) conventioneel sanitatie concept: spoelwater toiletten met stopknop, gemengd rioelstelsel op basis van zwaartekracht binnen de wijk met pompstation en transport naar bestaande (centrale) rioleringsstelsel; (2) urineseparatie sanitatie concept: transport en opslag van urine, transport van urine naar landbouwtoepassingen nabij, faeces transport op basis van zwaartekracht en aërobe behandeling en compostering van faeces met gebruik van compost in horticuultuur op de locatie en grijswatertransport m.b.v. zwaartekracht, behandeling in helofytenfilters en transport naar oppervlakte water nabij; en (3) vacuümseparatie sanitatie concept: toiletten met zwaartekracht urine transport en -opslag, transport van urine naar landbouwtoepassingen nabij, faeces getransporteerd via een vacuüm rioleringsstelsel en gecombineerde gft/zwartwater biogaswinning en gebruik van energie uit biogas t.b.v. het sanitatiesysteem, transport van het slib naar landbouwtoepassingen nabij, en grijswatertransport m.b.v. zwaartekracht, behandeling in helofytenfilters en transport naar oppervlakte water nabij. Deze drie concepten zijn onderzocht op twee aspecten: verschillende beheerders (lokaal bedrijf versus waterbedrijf) en de schaal van toepassing (672 versus 5000 inwoners) [Fröhlich, 2003].

⁶¹ De investeringskosten, her-investeringskosten (levensduur van 50 jaar) en bedrijfskosten (verdeeld naar individuele appendages, beheer, water en afvalwater verbruik/productie, elektriciteit en overige apparatuur) [Fröhlich, 2003].

⁶² Alleen het sanitatie concept met separatietoiletten op basis van zwaartekracht (concept 2) is bij het scenario met minder inwoners en lokaal beheer goedkoper dan het conventionele systeem (1). In geval van meer inwoners wordt ook concept 3 voordeliger dan het conventionele concept (na 9 jaar; concept 2 reeds na 3 jaar). Bij minder inwoners brengt beheer door het lokale waterbedrijf alleen kostenvoordelen met zich mee voor concept 2. Bij stijgende aantallen inwoners wordt ook het concept op basis van vacuumtransport en digestie (concept 3) goedkoper dan het conventionele concept (1). In geval van 5000 inwoners al binnen het eerste jaar. Het kostenvoordeel is overigens sterk afhankelijk van de specifieke condities (typologie, dichtheid, geometrie van de netwerken, etc.) van de woonwijk [Fröhlich, 2003].

⁶³ Watervrije inzameling dient het doel te zijn opdat opslag, transport en gebruik eenvoudiger worden.

⁶⁴ Dit houdt enerzijds verband met een 'optimale' inzamelingstijdspanne en anderzijds de benodigde tijd om eventuele medische residuen in deze periode (verder) te vernietigen [Otterpohl, 2000].

⁶⁵ De urine wordt in relatief kleine tanks opgeslagen die 's nachts worden geopend (bij gering gebruik van het rioelstelsel). Een op afstand bedienbaar controlesysteem leegt de tanks op een geschikt moment om een geconcentreerde stroom te bewerkstelligen, die opgevangen kan worden bij de influentstroom van de afvalwaterbehandelingsinstallatie [Larsen, 1996].

⁶⁶ Bij keuze van een planningsconcept op basis van geleidelijke verandering/aanpassing kunnen in dit geval op de schaal van de woningen reeds systemen op basis van kwaliteitsscheiding bij de bron aangelegd worden—afhankelijk van de keuze van behandeling- in combinatie met een dubbel of drievoudig leiding-netwerk. Het systeem zou in eerste

instantie nog 'normaal' aangesloten kunnen worden op de bestaande conventionele infrastructuur. Latere conversie van deze infrastructuur, of inpassing van tijdelijke opslagsystemen ten behoeve van 'gescheiden' en geconcentreerd transporteren door de bestaande infrastructuur is dan relatief eenvoudiger, zonder dat (al) een directe schaalkeuze aan de orde hoeft te zijn [Otterpohl, 2000; Larsen, 1996].

⁶⁷ Het grootste voordeel is een aanzienlijke reductie in het watergebruik en daarmee een sterke beperking van de kans op verspreiding van ziektekiemen. De nadelen van composttoiletten wegen voor veel mensen meestal zwaarder. Zo vragen de gangbare, niet elektrisch gevoede composttoiletten relatief veel ruimte, is er sprake van een grotere arbeidsintensiteit en wordt er door veel gebruikers ook vaak een verlies aan gebruiksgemak ofwel comfort als reden opgegeven.

⁶⁸ Praktijkervaring met urine separatietoiletten (op grotere schaal) bestaat vooral in Zweden, waar meer dan 3000 installaties goed functioneren. De enige problemen die hier nog bestaan hebben betrekking op te smalle leidingdiameters die verstopten door opschaling, ernstige problemen met het soort schoonmaak chemicaliën en fouten in de aanleg. Daarnaast speelt nog het (gebruiks)probleem dat bij dit type toiletten ook de mannen zittend moeten urineren. Uit onderzoek blijkt dat jongere mannen dit minder als probleem ervaren [Otterpohl, 2000].

⁶⁹ Indien er gekozen wordt voor transport op basis van weinig water (zoals bij vacuum toiletten), houdt dit veelal in dat grijswatergebruik voor toiletspoeling economisch gezien niet meer rendeert [Otterpohl, 2000].

⁷⁰ Hoe groter de transportafstand, des te groter is de kans op verstoppingen. Daar tegenover staat dat hoe dichter een verwerkings- en/of

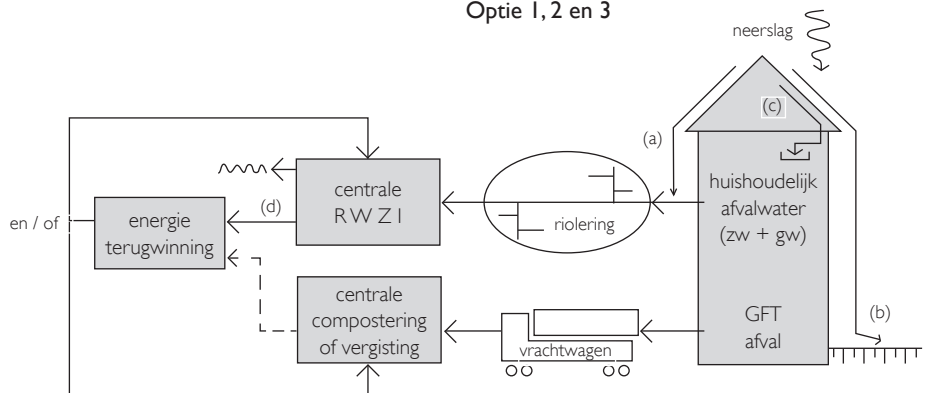
Als de afvalstroom te geconcentreerd is voor eenvoudig transport door een normaal leidingstelsel kan een booster toegepast worden. Wanneer vervolgens een afvalstroom dermate geconcentreerd is dat een booster niet meer volstaat, kan overgegaan worden op een systeem met vacuümleidingen, zoals dit veelal (al jaren) gebeurt in vliegtuigen, treinen en schepen, en waarvan er meerdere varianten bestaan⁷¹ [Otterpohl, 1997].

Opgesomd zijn de volgende configuraties op grond van de genoemde drie varianten voor het huidige watercloset voor transport van afvalwater op de schalen groter dan die van de woning⁷²:

1. Al het afvalwater verzamelen en afvoeren via één riolering naar een centraal gelegen rioolwaterzuiveringsinstallatie (R.W.Z.I.); gft afval centraal per as inzamelen (Figuur 15.8; deelstroomoptie a);
2. Idem; met afkoppeling van regenwater (infiltratie ter plekke); energie terugwinning in de RWZI t.b.v. procesoptimalisatie (Figuur 15.8; deelstroomoptie b);
3. Idem; met afkoppeling en gebruik van regenwater (gescheiden stelsel) en energie terugwinning in de R.W.Z.I., teruggebracht naar de gebouwde omgeving als warmte / elektriciteit (Figuur 15.8; deelstroomopties c en d);

Figuur 15.8

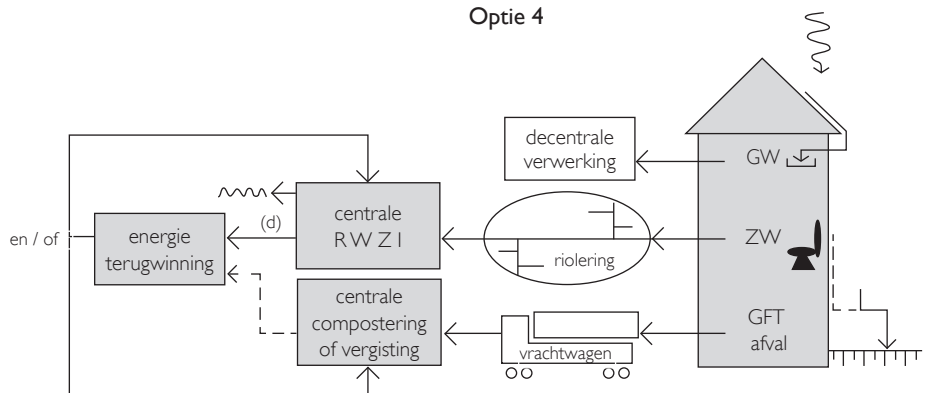
Optie 1, 2 en 3



4. Het zwarte afvalwater met behulp van het riool naar een centraal gelegen verwerkingsinstallatie transporteren. Het grijze afvalwater via een leidingennetwerk naar een decentraal gelegen verwerkingsinstallatie transporteren⁷³. Gft inzameling per as, centrale compostering of vergisting (Figuur 15.9);

Figuur 15.9

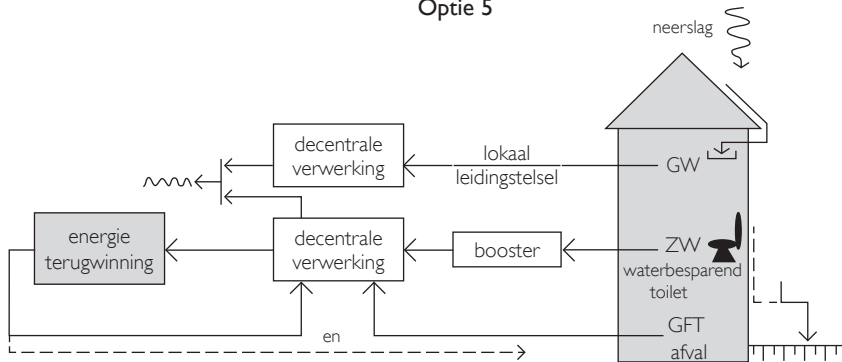
Optie 4



5. Zwart- en grijs afvalwater apart inzamelen. Het zwarte water met behulp van een waterbesparend toilet in combinatie met een booster inzamelen en via een leidingen netwerk naar een decentraal gelegen verwerkingsinstallatie transporteren. Het gft afval naar dezelfde decentrale verwerkingsinstallatie brengen en verwerken. Het grijze water via een apart leidingnetwerk naar een decentraal gelegen verwerkingsinstallatie transporteren⁷⁴. Opgewekte energie benutten ten behoeve van processen, en zo mogelijk voor de gebouwde omgeving (Figuur 15.10);

Figuur 15.10

Optie 5



6. Zwart en grijs afvalwater apart inzamelen, het zwarte water met behulp van een vacuüm leidingstelsel en -toiletsysteem inzamelen en decentraal behandelen. Het gft afval naar dezelfde decentrale verwerkingsinstallatie brengen en verwerken. Het grijze afvalwater via een apart leidingstelsel inzamelen en decentraal behandelen (op buurt of wijkschaal). Opgewekte energie benutten ten behoeve van processen, en zo mogelijk voor de gebouwde omgeving (Figuur 15.11);
7. Zwart en grijs afvalwater apart inzamelen, het zwarte water met behulp van een vacuüm leidingstelsel en vacuümtoilet inzamelen en decentraal behandelen. Het gft afval naar dezelfde decentrale verwerkingsinstallatie brengen en verwerken. Het grijze afvalwater via een apart leidingstelsel inzamelen en decentraal op woningschaal (lokaal) behandelen. Opgewekte energie benutten ten behoeve van processen, en zo mogelijk voor de gebouwde omgeving (Figuur 15.11);

opwekkingsinstallatie bij de woon-omgeving staat, des te groter is de kans op overlast door de installatie (visuele hinder, stank, geluid, trilling, explosiegevaar).

⁷¹ Bij het toepassen van een (centraal) vacuümsysteem geldt dat deze meer lawaai maken dan een normaal toilet bij doorspoelen, hetgeen weer als hinderlijk en als een afbreuk van het comfort kan worden beschouwd.

Er zijn daarom enkele varianten ontwikkeld waar een klein opvang reservoir achter/onder het toilet is geplaatst die minder vaak geleegd hoeft te worden dan het aantal malen dat doorgespoeld wordt door de gebruikers (het aantal keren hangt af van het volume en het soort gebruik).

⁷² Zie Samenvatting bijlage VIII

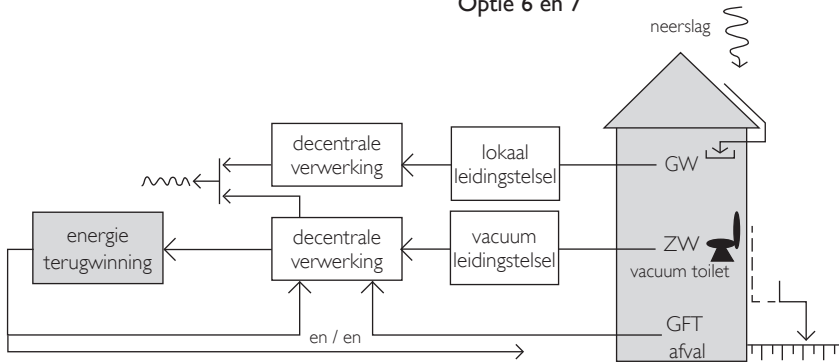
⁷³ Het zwarte afvalwater is niet door

het grijze afvalwater verdund, zodat de concentratie gesuspendeerde stof hoog is. Bij lange transportafstanden is de kans op verstoppingen van het rioolnetwerk (ver)groot.

⁷⁴ Naast plaatselijke zuivering ook lozing /infiltratie ter plekke van behandeling.

Figuur 15.11

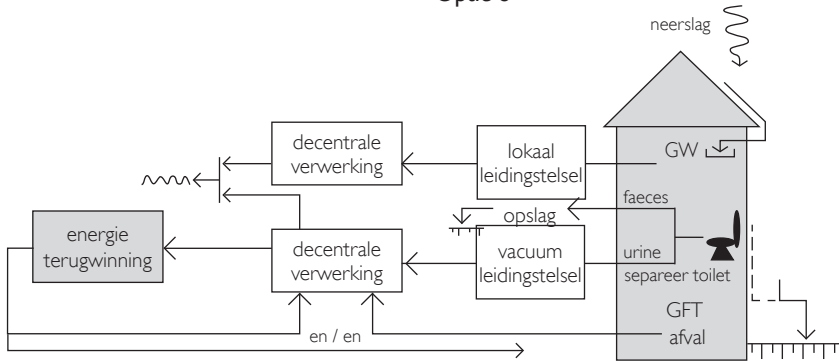
Optie 6 en 7



8. Verdergaande scheiding zwart en grijs afvalwater: de feces en de urine gescheiden inzamelen door middel van een separeertoilet. Het gft afval naar dezelfde decentrale verwerkingsinstallatie brengen en verwerken. Opgewekte energie benutten ten behoeve van processen, en zo mogelijk voor de gebouwde omgeving (Figuur 15.12);

Figuur 15.12

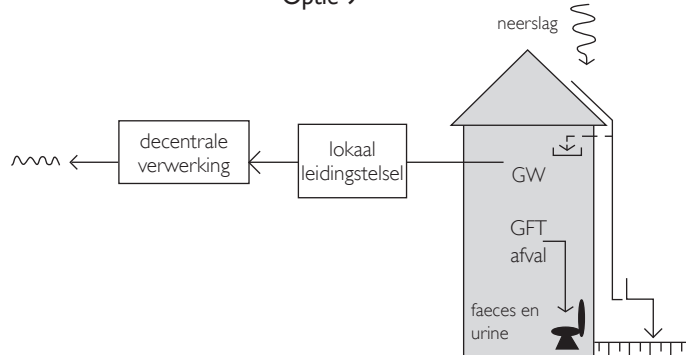
Optie 8



9. De feces en de urine zonder water inzamelen, met behulp van een composttoilet. Het gft afval lokaal composteren en hergebruiken (Figuur 15.13).

Figuur 15.13

Optie 9



De omschreven transportopties zijn te toetsen aan bepaalde criteria: milieutechnisch, ruimtelijk en sociaal (hoofdstuk 12.2, 12.3 en 12.4)⁷⁵ [vergelijk Sidler, 1998; Otterpohl et al., 1999; Siemensma, 2000; Timmeren et al., 2003a]. Uit de toetsing aan de verschillende criteria blijkt het grote onderscheid in score tussen de verschillende transportopties. Geen enkele komt vanuit alle drie perspectieven bezien als beste naar voren. De conventionele manier van inzamelen en transporteren wordt (bijvoorbeeld) gekenmerkt door een relatief hoge gebruiksvriendelijkheid. Vanuit milieutechnisch opzicht bezien geldt echter dat deze het minst voldoet (voldoen; want het betreft opties 1, 2, 3 en wellicht 4). Vanuit milieutechnisch opzicht is transport met behulp van een vacuümtoilet, separeertoilet of een composttoilet beter. De laatste twee opties voldoen echter minder aan de comfort en gebruikseisen (of de beleving daarvan). De transportopties waarbij resp. conventioneel gecombineerd wordt met een decentrale behandeling van grijswater en evt. andere, minder kritische stromen (optie 4), en de watergedragen transportoptie met behulp van een booster ter reductie van watergebruik (optie 5) zijn feitelijk intermediaire oplossingen, die combinaties van conventioneel centraal en decentraal mogelijk maken, dan wel specifieke decentrale uitwerkingen in de toekomst open laten (optie 5).

Naast de in 15.3.1 opgestelde randvoorwaarden voor de wijk Lanxmeer en de hiervoor beschreven toetsing van de verschillende transportopties aan de criteria zijn er, gedurende het ontwikkelingstraject als gevolg van lopende processen en besluiten, andere (bindende) randvoorwaarden bijgekomen.

De toegevoegde randvoorwaarden die de keuze en uiteindelijke uitwerking van optie 5 binnen de casus Lanxmeer hebben beïnvloed betreffen:

- de bouw van de eerste fases van de wijk en bijbehorende aanleg van riolering van dat deel, het gehele wijk-rioleringsplan, en de situering van het verzamelpunt van het zwarte afvalwater van de wijk in het bijzonder. Dit punt is gelegen bij de noordwest hoek van de kavel van het EVA Centrum (zie Figuur 15.3 en Figuur 15.7);
- de keuze vanuit de gemeente voor het transport met behulp van boosters (transport optie 5); vanwege de onzekere uitwerking, de noodzaak van betaalbaarheid en de gemaakte keuze van een voorlopige aansluiting op het conventionele centrale rioleringsnet, en derhalve de noodgedwongen keuze voor watergedragen transport⁷⁶. Ondermeer in verband met de geplande anaërobe vergisting zijn boosters toegepast⁷⁷;
- in de loop van het ontwikkelingsproces bleek dat de (nieuwe) beheerder van het lokale gasnet, NUON, niet bereid was mee te werken aan de optie van direct hergebruik van opgewekt biogas (na enkele nabehandelingsschappen) in de woningen van de wijk⁷⁸, wat

⁷⁵ Zie Samenvatting bijlage VIII.

⁷⁶ Vanuit de toepassing van zwartwater in een biogas installatie bestaan meerdere transportopties. Binnen Lanxmeer is de keuze overwogen tussen boosters en vacuüm toiletten. Gezien het feit dat vacuüm toiletten in huishoudens onbekend zijn, het onderhouden van het vacuüm energie vraagt en bij het overhoop niet door gaan van de biogas installatie men met een “onverkoopbaar” systeem zou zitten [Sidler et al., 2004], is door de gemeente, in

haar rol als projectontwikkelaar, er voor gekozen de booster optie toe te passen (ook al is dit vanuit de gekozen biogas- systeemconfiguratie bezien de mindere oplossing van de twee).

⁷⁷ Het zwarte water wordt d.m.v. waterbesparende toiletten en boosters (per 8 woningen) verzameld in een septic tank. Plan is om het effluent van daaruit naar de helofytenvelden te leiden en het slib naar een anaërobe vergistingsinstallatie. De uitwerking, c.q. configuratie van

de oplossing wordt in de volgende paragrafen weergegeven.

⁷⁸ Er is oriënterend onderzoek verricht naar het behandelen van het biogas uit de vergister zodat deze voor de gewenste toepassingen volledig uitwisselbaar is met aardgas [udm, 2004]. Voor atmosferische gastoestellen zijn er 3 opties: een smalle Wobbe index (tussen de 43 en 45 MJ/m³); een bredere Wobbe band (38 – 49 MJ/ m³) met een variabele gasdruksturing in de woningen; en een brede Wobbe band (38

wel het oorspronkelijke idee was binnen het energieconcept voor de wijk Lanxmeer [Sidler et al., 2004; Sidler, 1998]. De optie van het 'direct' gebruiken van (nabehandeld) biogas in het EVA Centrum blijft wel tot de mogelijkheden behoren.

Hoewel de optie van vacuümtransport vanuit milieutechnisch en procesmatig oogpunt dus de beste transportoptie is voor het transporteren van het zwarte afvalwater en het decentraal (anaëroob) behandelen, wordt in de verdere uitwerking binnen deze studie uitgegaan van de aangelegde optie op basis van boosters⁷⁹. Voornaamste nadeel van deze optie is dat door het watergedragen karakter de hoeveelheid vaste stof in de vergister minder hoog is⁸⁰.

Vaste afvalverwerking

Ook voor de vaste afvalverwerking kan binnen de uitwerking Lanxmeer gekozen worden uit meerdere algemeen omschreven transportopties.

In de Nederlandse situatie bestaan samengevat de volgende transportopties met betrekking tot de vaste afvalverwerking⁸¹ (er zijn ook voorbeelden van mogelijke combinaties):

1. Conventioneel; per vrachtwagen / ongescheiden opgehaald (& geen directe gewicht kostprijs relatie); overige scheiding d.m.v. individueel initiatief naar papier- & glasbakken en evt. recycleercentra/-bedrijven,
2. Innovatief; ondergrondse afvalafzuiging; ongescheiden of evt. gescheiden; gecontroleerde toegang en evt. betaling naar gebruik⁸²,
3. Verbeterd conventioneel; als (1); met uitbreiding d.m.v. retourettes bij supermarkten en/of gescheiden ophalen van groen, papier, e.d.; centrale verwerking van bijv. groente, fruit & tuinafval t.b.v. compostering of vergisting; geen betaling naar gebruik, gewicht of hoeveelheid geproduceerd afval,
4. Verbeterd organisch / anorganisch; als (3), met splitsing org./anorg. in de directe omgeving (wijk); gebruik van al het organische materiaal voor compostering en grondverbetering of decentrale biogasopwekking (bijv. t.b.v. de opwekking van biogas); betaling naar gebruik (bijvoorbeeld op grond van het aantal legingen)⁸³,
5. Verbeterde scheiding aan de bron (buurt-retourette); als (4), met opsplitsing org./anorg. in de woning; gebruik van al het organische materiaal (inclusief zwart afval water en parkafval) voor decentrale biogasopwekking; betaling naar gewicht (hoeveelheid geproduceerd afval of gereduceerde restafvalstroom).

Uit de toetsing aan de verschillende criteria blijkt dat ook hier geen enkele optie vanuit alle drie perspectieven gezien als beste naar voren komt. Vooral de nieuwe concepten (optie 2, 3), al dan niet op basis van Real Time Control (RTC), hebben een relatief hoge gebruiksvriendelijkheid. Ze zijn wel duurder (met name optie 2 met het vacuümsysteem), waarbij komt dat deze optie door de onzichtbaarheid weinig 'leesbaar' is, hetgeen milieubewust gedrag niet altijd even goed ondersteunt.

Vanuit milieutechnisch opzicht gezien geldt dat de opties op basis van vroegtijdige scheiding, inzameling en (gebundelde c.q. geconcentreerde) verwerking of vervoltransport als gunstig naar voren komen [Timmeren, 2002a] (opties 3, 4, 5).

Bovendien zijn bij deze opties de leesbaarheid, informaliteit en imago het beste. De laatste twee opties zijn relatief kostbaar. De transportoptie waarbij conventioneel transport van anorganisch restafval (op basis van gewicht) gecombineerd wordt met een decentrale inzameling en zo mogelijk behandeling en hergebruik, lijkt daarbij als beste optie naar voren te komen. Opgelost dient dan wel te worden hoe (met name) de inzameling van de grotere fracties c.q. individuele afvalstromen (vooral gft afval) van bewoners naar decentrale installatie gerealiseerd en georganiseerd worden⁸⁴.

Voor Lanxmeer is (voorlopig) gekozen voor een uitwerking volgens transport optie 5,

waarbij de betaling naar gewicht als gevolg van het bestaande gemeentelijk beleid (nog) niet wordt toegepast.

Toevoewater

Aan de toeleveringskant kan het (leiding)water worden opgesplitst in drink- en gebruiks- of huishoudwater⁸⁵. Daartoe kan zowel (licht voorbehandeld) regenwater als gezuiverd grijswater worden benut voor het huishoudwater. Minder kwetsbaar lijkt de optie tot het opzetten van een apart circuit voor de levering van zeer hoogwaardig consumptiewater, bijvoorbeeld met behulp van flessen. De vraag is of dat, bij de huidige stand van infrastructuur en techniek in Nederland nog wordt geaccepteerd^{86 87}.

Momenteel zijn meerdere, meer of minder mobiele, water(behandlungs)-machines ontworpen en op de markt gebracht⁸⁸. Een mogelijk alternatief is het aanleggen van werkelijk (fysiek) gesloten systemen zoals gesloten glazen kassen en het door middel van verdamping en condensatie terugwinnen van (zuiver) water uit de lucht. Dit principe is bijvoorbeeld uitgewerkt in het Zonneterp-concept [Wortmann et al., 2005].

– 45 MJ/ m³) met een vaste gasdruk in de woning van 20 mBar [Gastec, 1998]. In eerste instantie is voor Lanxmeer gekozen voor de eerste optie. Gestuurde gasreiniging is bij die optie noodzakelijk. Ondermeer het CO₂ gehalte (moet >9,5% i.v.m. materiaalgebruik leidingen en betere verbrandingseigenschappen van het gas, bepaald door de Wobbe index en de calorische waarde). Het biogas moet daartoe in één procesgang ge-'scrubt' worden met oppervlaktewater, en na het proces een beluchtingsgang om het CO₂ te verwijderen (met als doel overmatige algengroei te vermijden) zodat het water kan worden teruggevoerd naar oppervlaktewater of een andere toepassing. Wassen met het gezuiverde effluent van de biovergistingsinstallatie zonder dat het effluent onder de kwaliteitseis voor lozing op de oppervlaktewater komt, lijkt mogelijk [Sidler et al., 2004]. Verder dient er geur toegevoegd te worden aan het gas (odorisatie t.b.v. het kunnen traceren van bijvoorbeeld lekkage). Tenslotte de beperking van de hoeveelheid zwavel (ter voorkoming van geuroverlast en corrosie) [vergelijk Sidler, 1998; Köberle, 1999]. Om het H₂S gehalte in het biogas te reduceren tot een aanvaardbaar niveau moet lucht toegevoegd worden op het oppervlak van het vergistend materiaal (bio-katalytisch desulfuriseren): ca. 5 volumeprocent atmosferische lucht wordt toegevoegd aan het biogas in de opslagruimte boven

de reactor (het H₂S zal hierdoor oxyderen tot elementair zwavel).

⁷⁹ Vanuit het gebruikersperspectief bezien zijn beide opties gelijkwaardig (zie tabel 10.3). Vooral het feit dat de optie op basis van gereduceerd watergedragen transport met boosters zowel de conventionele als de alternatieve oplossingen mogelijk maakt draagt wel bij aan een grotere flexibiliteit, toekomstwaarde en daarmee aan een betere extrapoleerbaarheid van de uitgewerkte oplossing in situaties waar al sprake is van een nabijgelegen rioleringsstelsel.

⁸⁰ Een lager vaste stof gehalte betekent een lagere energie opbrengst per volume zwart water, terwijl de hoeveelheid energie benodigd voor het proces onveranderd is.

⁸¹ Zie bijlage VIII.. In de transportopties voor de afvalwaterstroom is de verwerking c.q. het transport van het organische afval (gft afval) meegenomen in de varianten.

⁸² Van deze transportoptie is op dit moment nog maar één voorbeeld in Nederland te vinden; in centrum van Almere.

⁸³ Er is sprake van gemeenten waar specifieke maatregelen van kracht zijn. Veelal betreft het de invoering van het zogeheten 'Diftar' systeem: de betaling van de aangeboden afval door de veroorzaker, afhankelijk van de hoeveelheid afval, gemeten in gewicht, aantal zakken of aantal legingen. Volgens Kristinsson [1997] en anderen [o.a. Timmeren, 2002a;

McDonough & Braungart, 2002] moet het zo worden dat door de verwerker(s) betaling plaats vindt aan degene die gescheiden deelfracties afval (c.q. -grondstoffen) aanlevert als een soort stategeld.

⁸⁴ In de wijk Lanxmeer is vanaf het begin van de ontwikkeling van plannen de Afvalverwijdering Rivierenland (AVRI) betrokken. Daarnaast wordt tezamen met de 'stadsboer' bekeken in hoeverre het inzamelen van het gft afval en overig organisch afval in de wijk en het beheer van de installatie (of delen daarvan) door hem verzorgd kunnen worden [Vries & Timmeren, 2006a].

⁸⁵ Recente proefprojecten in Nederland met een dubbelwaterleidingnet zijn of afgeblazen of stop gezet (zie 15.2.2).

⁸⁶ Het wordt waarschijnlijk duurder [Lettinga, 1997] omdat het af te leveren leidingwater alsnog hygiënisch betrouwbaar moet blijven en de infrastructuur er toch al ligt.

⁸⁷ De levering van drinkwater zal dan ook goedkoper zijn als er van de centrale voorziening gebruik gemaakt blijft worden, tenzij goede ruwe drinkwaterbronnen op of nabij de plek aanwezig (bij deze specifieke casus is dit wel het geval) en exploitabel zijn.

⁸⁸ Veel van de mobiele concepten worden ontwikkeld voor de lucht- & ruimtevaart, militaire (vredes)operaties, (zee)zeilers en kampeerdere. Een voorbeeld van

Om tot besparing te komen moet in eerste instantie vooral ingezet worden op mindering in gebruik en meer aandacht besteed worden aan ‘veilig’ hergebruik van water op de woonplek en op gebruik van regenwater op de laagste schaalniveaus (zie hoofdstuk 9.5)⁸⁹.

15.3.3

mogelijke DESAR technieken

Wanneer gekozen wordt voor decentrale afvalwaterzuivering moeten bepaalde keuzes gemaakt worden. Naast de keuze voor de mate van decentralisatie is een afweging te maken omtrent het soort afvalwaterbehandeling.

Er zijn diverse zuiveringstechnieken, elk met bepaalde consequenties voor kosten, energiegebruik, ruimtegebruik en efficiëntie. Onderscheid is te maken tussen autonome⁹⁰ en geïntegreerde systemen. Integratie kan ruimte besparen, gebruik maken van omgevingsfactoren als licht en temperatuur en aansluiten op esthetische criteria en de wens tot toegankelijkheid (betrokkenheid, educatie).

Aan de hand van de case studies als beschreven in hoofdstuk 8 en 9, zijn binnen dit onderzoek (Bijlage VIII en IX) en een gelieerd onderzoek [Hasselaar et al., 2006] verschillende technieken van zuivering beoordeeld op werking en geschiktheid voor toepassing in een stedelijke context.

Naast sociale aspecten worden zaken als schaalgrootte, zuiveringsgraad, mate van invloed op de omgeving, en bedrijfszekerheid meegenomen⁹¹. Aan de hand hiervan, met de vergelijking naar toepassing op de lagere schaalniveaus (schaalniveaus 1,2 en 3) bij de casestudies (hoofdstuk 8 en 9), kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

· *Zwart water*

De keuze voor een bepaalde zuiveringstechniek heeft consequenties voor de systeemlayout eerder of later in de afvalwaterverwerkingsketen. De relaties die verschillende technieken onderling hebben is weergegeven in Figuur 15.14.

Het anaërobisch behandelen van afvalwater met energierugwinning en afvalstroomreductie is de beste optie binnen de doelstelling van dit onderzoek en de in 15.3.1 omschreven randvoorwaarden voor de casus Lanxmeer, Culemborg. Bijmenging van gft-afval is gewenst, zeker gezien de keuze voor de booster als transportoptie. Zo wordt beter met het gft-afval omgegaan⁹² en is het residu dat overblijft na vergisting beter geschikt als meststof of grondverbeteraar. Dit past in het principe van een gesloten nutriënten kringloop. Het groente en fruit deel binnen de gft fractie vergist goed. Voor het houtachtige deel binnen het tuinafval is wel extra aandacht nodig⁹³.

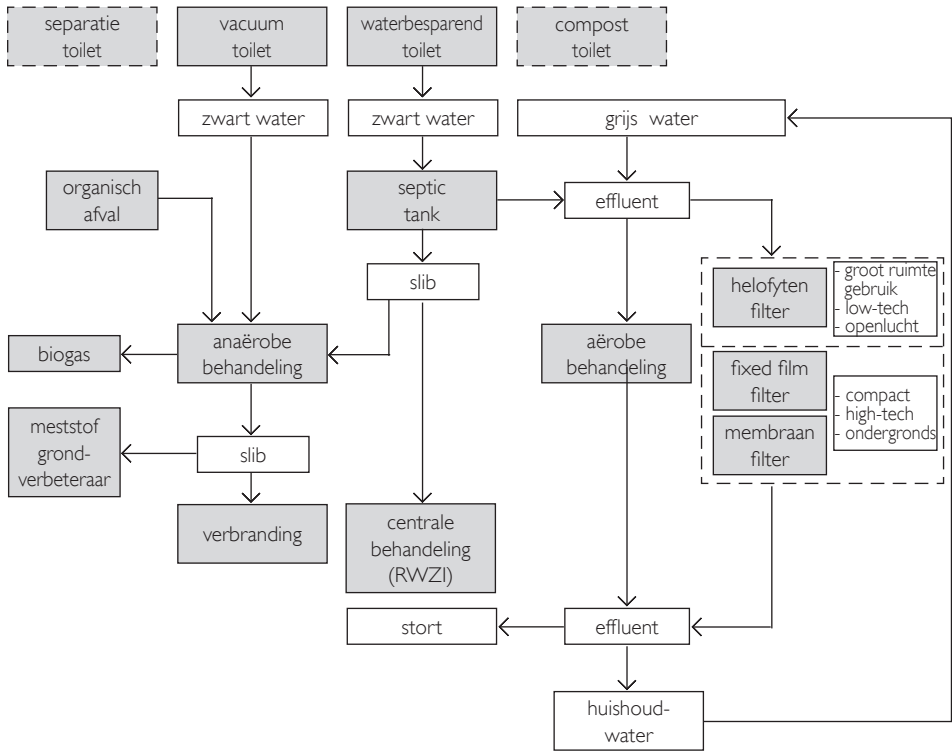
Vooral de noodzakelijke en mogelijke nabehandelingen zijn afhankelijk van plaats specifieke keuzes: de beschikbare ruimte, de financiële ruimte, de keuze van de energiedrager(s)⁹⁴ en de omgang met c.q. het gebruik van het waterdeeffluent, bij- en restproducten zoals CO₂ en slib uit de vergistingsinstallatie.

· *Grijs water*

Het grijze water is relatief gezien weinig verontreinigd. Het water uit de keuken(s) kan nog veel gesuspendeerde stof bevatten. Bij voldoende grondoppervlak zijn helofytenfilters het meest geschikt⁹⁵. Zowel gezien de harde eisen omtrent het tuinoppervlak binnen de kavel van het EVA Centrum en de beschikbare ruimte (lees: lage gemiddelde dichtheid) van de wijk Lanxmeer kan gesteld worden dat voldoende ruimte voorhanden is⁹⁶.

Figuur 15.14

Alternatieve decentrale zuiveringmethoden Relatieschema inzameling - behandelingsvariant



compacte high-tech systemen is de onderhoudsarme 'mobiele water-machine' op zonne-energie, ontwikkeld door NEDAP. Een tank van 120 liter wordt met de hand of een pompje gevuld met het te reinigen water. Door de zwaartekracht loopt het water door een filter en wordt vervolgens ontsmet met een UV lamp, en tenslotte via een kleppensysteem (dat bij onvolledige zuivering er voor zorgt dat geen uitstroom plaats vindt) gereinigd tot drinkwater kwaliteit. Het apparaat kan 250 mensen voorzien in hun dagelijkse drinkwaterbehoefte (10 liter pp) [NEDAP, 2003] (er zijn diverse andere fabrikanten met soortgelijke systemen, zoals TKA, Duitsland). Een ander lokaal en zeer eenvoudig zuiveringsconcept en goedkope vorm van UV-desinfectering is het plaatsen van –tot op zekere hoogte– besmet water gedurende één dag in (hergebruikte) PET-flessen in de volle zon om ziektekiemen te doden

(‘en levens te sparen’) [Park, 2003].

⁸⁹ Bij de referentiestudies (hoofdstuk 8 en 9) is gebleken dat gebruik van regenwater moeilijker is naarmate het schaalniveau groter wordt (schaalniveau 2 en hoger).

⁹⁰ ‘Autonoom’ moet in het kader van deze studie niet verward worden met autonomie zoals gedefinieerd in hoofdstuk 8.2.2.

⁹¹ Zie Samenvatting Achtergrondstudie E2 en E3.

⁹² Een gedeelte van de overlast en kosten van de groene container kan daarmee wegvallen. In het overleg met de gemeente en de AVRI is een principe toezegging gedaan dat de afdracht van de bewonersbijdrage voor het gft deel wegvalt, en als zodanig ten behoeve van de gemeenschappelijke inzameling en/of installatie gebruikt kan worden. Er moet dan wel een oplossing worden gevonden voor de wijze en de frequentie van inzamelen van deze

fractie en door wie dit gebeurt.

⁹³ Het afbreken van de lignine ketens binnen houtachtig materiaal duurt onevenredig lang waardoor de vergister kan verstopten [Sidler et al., 2004]. Daartoe moet dit deel anders verwerkt (shredder en als ‘dragermateriaal’ t.b.v. de compostering), dan wel verwerkt worden (eerste fase van afbraak op een houtstapel bij de stadsboer, de boomgaarden of de tuinen van het EVA Centrum).

⁹⁴ Het biogas kan (eventueel bijgemengd met aardgas) direct benut worden of omgezet worden in warmte en kracht (in een WKK installatie). Voor toepassing in huishoudelijke apparatuur het moet het CO₂ gehalte aan te passen zijn om het opgewekte gas binnen de toelaatbare Wobbe band te laten vallen en een juiste calorische waarde van aardgas equivalent gas te laten hebben [Sidler et al., 2004].

⁹⁵ Mogelijk alternatief in geval van onvoldoende beschikbaar

- *Regenwater*

Regenwater moet worden afgekoppeld van het riool, en bij voorkeur worden benut voor secundaire functies. Is dit niet mogelijk dan moet het worden afgevoerd naar wadi's of infiltratiezones waar het de grond kan infiltreren.

- *Drinkwater*

Gezien het gezondheidskritische karakter van drinkwater is in Nederland (officieel) sprake van woonbestemmingen zonder drinkwateraansluiting (centrale levering).

Op het gebied van drinkwatervoorziening is het gebruik van regenwater veilig, zij het alleen op kleine schaal. Bij gebruik op grotere schaal wordt het risico op tekorten, de gelegenheid tot opslag en de infrastructuur voor aanlevering van deze opvang en zuivering dusdanig ingewikkeld dat de voordelen niet voldoende opwegen tegen de nadelen.

- *Huishoudwater*

Op woonblokniveau blijkt de toepassing van regenwater of behandeld grijswater als huis-houdwater technisch (en sociaal) goed mogelijk. In een dergelijk geval moet er in de ontwerpfase al rekening mee gehouden worden. Zoveel mogelijk van het beschikbare grijswater of regenwater van de locatie moet worden verzameld en naar een centraal punt geleid worden voor behandeling. Juridisch gezien is het in Nederland nog onmogelijk, en kan een dergelijke toepassing alleen maar op individuele (woon)gebouwschaal met ontheffing gerealiseerd worden. Voor het EVA Centrum zijn er (i.t.t. de wijk) goede mogelijkheden voor toepassing.

15.3.4

stelsysteemconfiguraties

Gezien de nauwe verwevenheid met de praktijk zijn binnen de gestelde randvoorwaarden, en wensen vanuit de Stichting EVA Centrum, de stichting E.V.A. en de Stedenbouwkundige werkgroep Lanxmeer twee alternatieve configuraties opgesteld (h.15.3.4).

Basis van beide concepten is de anaërobe behandeling van het zwartwater en gft afval (h.15.3.3). Vanuit de ontwikkeling van het EVA Centrum is de wens geuit om de Living Machine in te zetten voor het afvalwater aldaar en mogelijke secundaire behandeling van stromen van de biovergistings-installatie. Dit heeft geleid tot twee configuratie voorstellen:

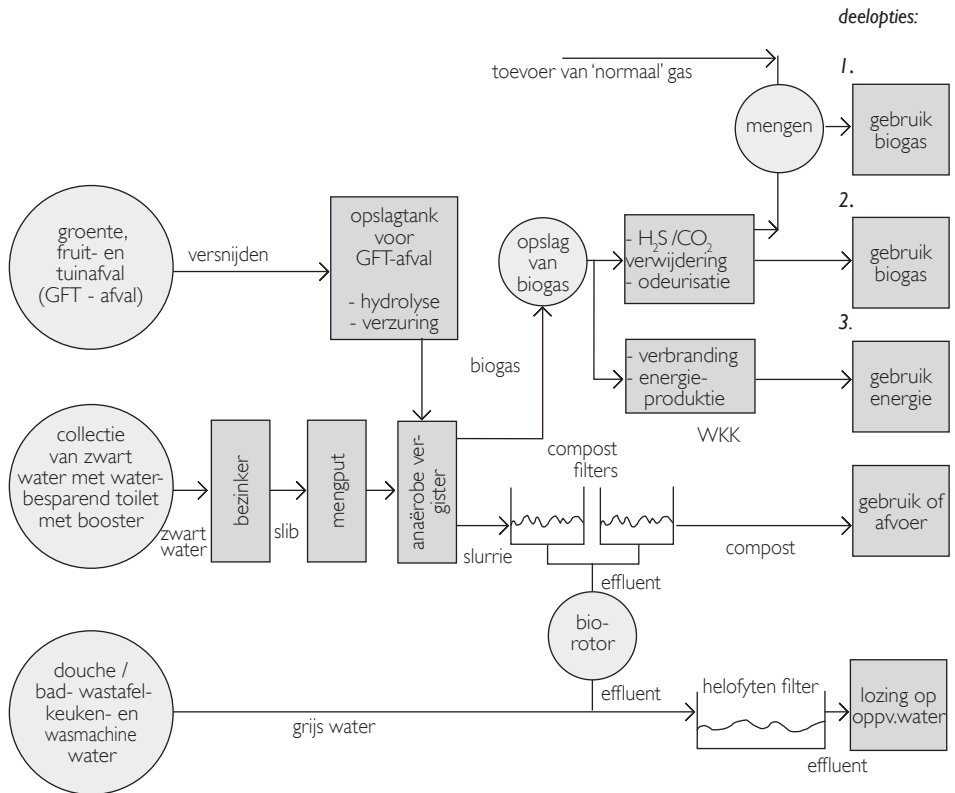
- Alternatief 1 op basis van Anaërobe vergisting met een nabehandeling m.b.v. een compostfilter en biorotor, en drie deeloptyes (Figuur 15.15);
- Alternatief 2 op basis van anaërobe vergisting en een nabehandeling met een Living Machine⁹⁷, die als hoofdbehandeling voor het EVA Centrum wordt benut (Figuur 15.16)⁹⁸.

De werkgroep en de Stichting EVA Centrum hebben na een eerste kwantitatieve analyse [Sidler, 1998] een voorkeur uitgesproken voor verder onderzoek naar Alternatief 2⁹⁹ [Vries & Timmeren, 2005b]. Voor nadere uitwerking en uitbreiding van dit concept is verder gewerkt op basis van de twee (DESAR-) systeemcomponenten (Anaërobe vergistings-installatie en Living Machine) en de daaruit voortkomende reststromen.

Figuur 15.15

DESAR, Lanxmeer, Nederland

Schema voor alternatief compostfilter en biorotor



(grond)oppervlak is het behandel-
 len m.b.v. een langzaam zandfilter.
 Gekozen kan worden voor een open
 en een dicht filter: het dichte filter
 kan ondergronds geplaatst worden
 en zal een filterbed diepte hebben
 van tussen de 0,5 en 1,2 meter.

⁹⁶ Een pomp kan voor bevoei-
 ing van de rietvelden zorgen, waar
 vervolgens op natuurlijke wijze het
 water wordt gezuiverd.

⁹⁷ Indien gekozen wordt voor een
 slibverwerking in de Living Machine
 vervalt de compost productie.

Daartegenover staat de productie
 van anorganische meststof door de
 Living Machine (effluent clarifier).
 Een belangrijke stap naar de haal-
 baarheid van het gehele concept ligt
 in de mogelijke slibverwerking d.m.v.
 de Living Machine.

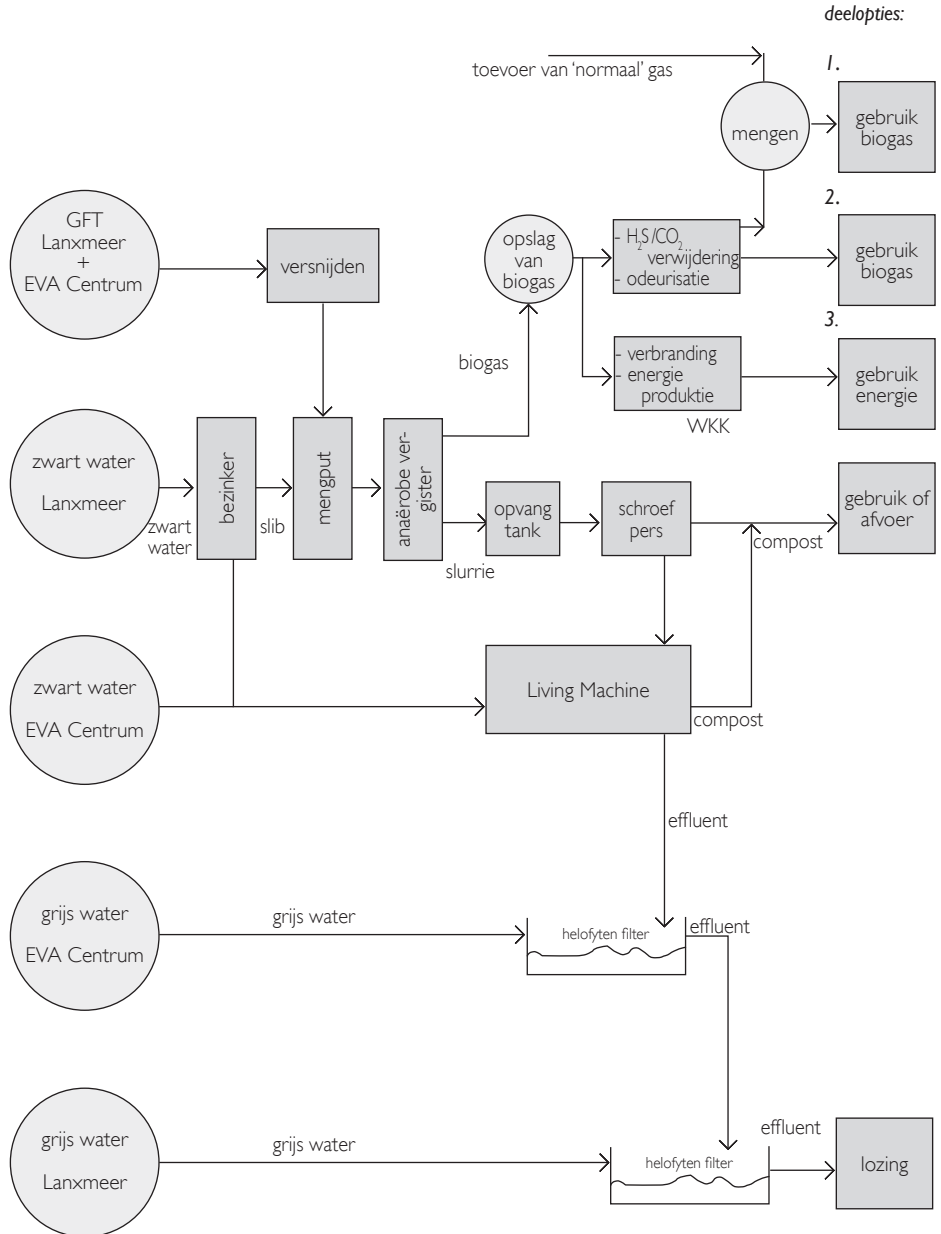
⁹⁸ Beide opties zijn aangevuld
 met twee separaat toegevoegde
 decentrale concepten (hier buiten
 het schema gelaten): een retourtete-
 ten behoeve van het inzamelen en
 gebundeld afvoeren van gescheiden
 afvalstromen en een e-fulfilment

'mini-load', als gelijksoortig project
 t.b.v. de toevoerstromen in de wijk
 via e-commerce [Timmeren, 1999;
 Timmeren, 2002b].

⁹⁹ De toetsing van de alternatieven
 aan de criteria en de afweging van de
 keuze is beschreven in [Siemsma,
 2000a pp 35-40].

Figuur 15.16

DESAR, Lanxmeer, Nederland
 Schema voor alternatief Living Machine



Binnen de anaërobe behandelingsinstallatie zijn de belangrijkste deelprocessen:

1. inzameling en invoer van:
 - a. zwart afvalwater (zie 15.3.2),
 - b. gf en t afval; door de stadsboer en/of anderen¹⁰⁰;
2. Vergistingsproces, met als output:
 - a. biogas,
 - b. vloeibaar effluent,
 - c. slib,
 - d. restgassen (CO₂, H₂, N₂ en H₂S);
3. Benutting/omzetting biogas en evt. benodigd zuiveren/opwerken daarvan;
4. Zuivering van effluent tot oppervlaktewater kwaliteit;
5. Composteren van slib tot bruikbare tuincompost.

Voor het vergistingsproces zorgt de constante zwartwater toevoerstroam voor een (noodzakelijk) stabiel proces¹⁰¹. Het transportsysteem op basis van een booster en beginpunt heeft een bezinkingsrendement van 90%¹⁰² [Sidler et al., 2004]. Het gft afval wordt tijdelijk opgeslagen in een verzuringstank en naar gelang de verwachte gasvraag¹⁰³ versneden worden en via een mengput de vergister ingevoerd¹⁰⁴.

Het biogas bestaat voor ca. 65% uit methaan, 34% CO₂ en een aantal restgassen zoals zwavelwaterstof (<1%). Deze laatste fractie betreft een marginaal deel, maar door de zeer onaangename geur is het belangrijk het gas te zuiveren (bio-katalytisch zuiveren).

Het biogas kan direct benut worden (d.w.z. na enkele behandelingsstappen; zie 15.3.3) of in een warmte-kracht-koppeling installatie. Economisch gezien is de w.k.k. de meest voordelige¹⁰⁵, bovendien vraagt gasreiniging zo'n 4800kWh aan elektriciteitsvoeding.

¹⁰⁰ Momenteel wordt overlegd met de stadboer omtrent zijn rol bij het verzamelen. In deze oriënteringsfase denkt de boer zeker een rol te kunnen spelen. De uitwerking (uitvoering door hem, zijn collega stadsboer, zorgvragers of loonwerkers) is nog onduidelijk. Gedacht wordt aan een ophaalfrequentie van 1x per week en de inzet van 1 (of 2) grote inzamelcontainers per hof (eenvoudiger inzameling en esthetische voordelen voor bewoners; maar het nadeel van een iets grotere afstand voor de bewoners voor het wegbrengen van het gft afval) [Vries et al., 2005c].

¹⁰¹ Voorwaarde is (net als bij alle biologische processen) dat er geen bacteriedodende stoffen worden ingevoerd. Gezien de 'intentional community' lijkt dit geen problemen te geven. Toch moet rekening gehouden worden met incidenten (bijvoorbeeld als gevolg van 'woningruil' of 'logés'). In de werkgroepsbesprekingen is in dit kader gesproken over de twee opties: (1) het open houden van een mogelijk incidentele leging op het aanwezige riolerings-

netwerk (op een 'rustig' moment, zodat de capaciteit van die riolering niet hoeft te worden uitgebreid), en (2) het volledig ontkoppelen en diensengevolge moeten leegpompen van het systeem bij dit soort incidenten. De eerste optie heeft consequenties voor de dimensionering van de capaciteit van de tank (om een korte periode, van zeg 1 etmaal, te kunnen overbruggen). In de gf en t fractie ligt een taak voor de inzamelaar (stadsboer) om ongewenste objecten elders af te voeren. Een andere oplossing is het opdelen in meerdere parallele kleine vergisters met beurtelinge invoer. Voor de situatie in Lanxmeer is dit gezien de schaal geen optie (een grootte van > 500 à 700 woningen is dan economisch en procesmatig vereist) [Timmeren & Sidler, 2005c].

¹⁰² Op basis van ervaringscijfers in vergelijkbare installaties is voor het CZV-gehalte in het bezinkingsresidu een waarde van 25 kg CZV per m³ bezonken materiaal aangehouden [Sidler et al., 2004].

¹⁰³ Door een dergelijke opzet kan

een grote gasopslag aan het einde van de cyclus (met alle regelgeving van dien) voorkomen worden (in het geval van keuze voor biogas als energiedrager). Er zal sowieso gas opgeslagen moeten worden. De twee opties die interessant zijn, zijn lage druk opslag in een gaszak (bijv. van Genap), of comprimeren met behulp van een 'fuelmaker' (naturel Gas compressor) met hoge druk opslag [Sidler, 1998].

¹⁰⁴ De totale hoeveelheid toe te voegen GF en T afval per dag moet daarbij zitten tussen: minimaal 0,26 m³/d en maximaal 0,57 m³/d [Sidler et al., 2004].

¹⁰⁵ De WKK kan voorzien in de energiebehoefte van de verschillende installatie onderdelen waardoor geld bespaard wordt. Bovendien is de waarde van elektriciteit hoger dan die van gas. Bij een WKK is in principe gasreiniging niet nodig. Al met al compenseren deze aspecten de nadelen van toepassing van het biogas in een WKK installatie (hogere jaarlasten en meer onderhoud –ca. €0,01 / kWh).

Uit de kwantitatieve berekeningen zijn de stroomgroottes te bepalen op grond waarvan verdere dimensionering van de onderdelen (tanks e.d.) en installatie plaats kan vinden. Na een verblijftijd van tenminste 20 dagen zijn de benodigde Chemisch Zuurstof Gebruik-(CZV) en droge stof reducties opgetreden en kan het digestaat (slurry) naar de volgende stap in het systeem worden getransporteerd [Sidler et al., 2004].

De slurry die als digestaat uit de vergister komt is te scheiden in een vloeibaar effluent en slib¹⁰⁶. Het vloeibare effluent is nog tamelijk verontreinigd en dient een extra behandeling te ondergaan [Timmeren & Sidler, 2005c]. Een zuivering op basis van precipitatie, en aansluitend UV filtering of CTL ionenwisseling is noodzakelijk [Hasselaar et al., 2006]¹⁰⁷. Het gereinigde water kan als huishoudwater (of zelfs betere kwaliteit) benut worden bij andere processen binnen het systeem, zoals de CO₂ verwijdering, of voor toepassingen binnen Sustainable Implant of centrum (zie 15.4.3).

Het vaste deel dat rest uit de slurry wordt gecomposteerd tot grondverbeteraar of (lichte) compost, of kan worden ingebracht in de Living Machine. Er zijn voor de optie van het composteren en narijpen twee uitwerkingen overwogen:

- composteren op de stadsboerderij, op de daar aanwezige composteerplek¹⁰⁸; en
- integreren van een composteerruimte binnen het concept van de Sustainable Implant en/of het EVA Centrum.

In het kader van het optimaliseren van het gehele proces en het ruimtelijke ontwerp en ruimtegebruik is in overleg met de stadsboer, de biogas werkgroep en de Stichting EVA Centrum gekozen om de tweede optie uit te werken [Vries et al., 2005c]. Daartoe wordt een gesloten composteerruimte gecreëerd in de kelder van het EVA Centrum als onderdeel van de Sustainable Implant.

15.3.5

definitieve systeemconfiguratie en dimensionering van systeem & componenten

De basis voor de Sustainable Implant (S.I.) wordt gevormd door de behandeling van de afvalstromen van de wijk Lanxmeer en het EVA Centrum, en door de daaruit voortkomende retourstromen, aangevuld met opgewekte dan wel vastgehouden stromen binnen de bouwkundige entiteit zelf¹⁰⁹. Twee basiscomponenten zijn essentieel: de anaërobe vergister met toegevoegde systemen voor de behandeling c.q. verwerking van de afvalstromen van de wijk Lanxmeer (Basiscomponent I) en het op de Living Machine gebaseerde verticale kas-concept met hangende productietuinen (Basiscomponent II), concreet uitgewerkt c.q. geïntegreerd als dubbele gevel binnen het EVA Centrum ontwerp (zie hoofdstuk 15.4).

Beide basiscomponenten van het systeem werken samen binnen het concept, maar zijn onafhankelijk van elkaar te ontwikkelen, zij het dat dan bepaalde synergie aspecten c.q. kortsluiting tussen stromen verdwijnt. De algemene nutsvoorzieningen voor elektriciteit, verwarming en water zijn beperkt tot collectieve centrale aansluitingen als opstart (elektriciteit) en als noodvoorziening (riolering).

Basiscomponent I: **anaërobe vergister en afvalverwerkingsinstallatie met energieopwekking.**

Deze component is gebaseerd op het sluiten van de nutriëntenkringloop, het vasthouden c.q. terugbrengen van CO₂ (als deel van de koolstofkringloop) en de opwekking van energie in de vorm van warmte (warm water) en kracht (elektriciteit). Daarnaast wordt zorg gedragen voor de afvalinzameling van de vaste (meest) anorganische afvalstromen, het bundelen van

het gecombineerd vervoer van die deelstromen [Timmeren, 2002a] en een voorziening voor het gecombineerd afleveren van e-commerce goederen.

Het systeem is onder te verdelen in de volgende installaties:

1. de anaërobe vergister,
2. de wkk installatie,
3. de retourrette, en
4. de e-fulfilment miniload.

Ad. 1. Anaërobe vergistingsinstallatie

De systeemcomponenten zijn:

- a. inzameling (booster & bezinkput);
- b. versnijder;
- c. mengput;
- d. vergister;
- e. opvangput & schroefpers;
- f. gaswasser;
- g. nazuivering vloeibare effluent;
- h. composteringsruimte.

De boostertoiletten in de woonwijk, de daarbij horende septic tank, het riool en de gft inzameling zijn als randvoorwaarde besproken in 15.2 en 15.3. Vanaf het wijk verzamelput (Figuur 15.3) wordt het zwartwater¹¹⁰ geleid naar de anaërobe vergister binnen de Sustainable Implant, bij (in) het EVA Centrum¹¹¹. Op dit punt wordt in een afgesloten ruimte het gft afval versneden (ad.1.b) en verwerkt in de mengput (ad.1.c).

Deze is gedimensioneerd op basis van de dagstroomgroottes [Sidler et al., 2004] tot 60 m³. Vanuit de mengput wordt de licht voorbewerkte homogene slurry ingevoerd in de vergistingstank (Ad.1.d).

¹⁰⁶ Het scheiden gebeurt met behulp van een schroefpers en leidt tot een vaste fractie met ca. 40% droge stof. Probleem is dat voor de relatief kleine hoeveelheid digestaat per dag (max. 4m³/dag) momenteel geen model schroefpers op de markt is (die dan continu zou kunnen werken). Gekozen kan worden voor een alternatieve wijze van scheiden, het aanpassen van de schaal van het project, of het aanpassen van de gebruikstijd van dit deel van de installatie. Voor Lanxmeer is gekozen voor scheiding d.m.v. een schroefpers, waarbij het kleinst beschikbare model is gekozen. Deze is vervolgens dagelijks enkele uren in bedrijf [Sidler et al., 2004]. Dit leidt wel tot de eis dat er een tussentijdse opvang gerealiseerd moet worden.

¹⁰⁷ In de eerste configuraties is er nog van uitgegaan dat deze vervuilingen door nazuiveren in een helofytenfilter of in de Living

Machine kon plaats vinden. De aanwezige nitraten en fosfaten worden bij deze methoden echter onvoldoende verwijderd. Daartoe is precipitatie noodzakelijk (zie bijlage IX). Daarnaast zijn er nog kleine concentraties hormonen en medicijnresten die bij dit soort decentrale behandelingsmethoden relatief eenvoudig kunnen worden verwijderd via chemische oxidatie, UV of Ozon. Hormonen kunnen ook nog aëroob verwijderd worden, maar voor de Lanxmeer situatie is daar niet van uitgegaan. De kansen (of voordelen; zie hoofdstuk 7) die er liggen bij decentrale oplossingen, zoals voor het verwijderen van de medicijnresten ten opzichte van de centrale RWZI wil men optimaal te benutten.

¹⁰⁸ Deze composteerruimte heeft reeds een milieuvergunning (per vijf jaar opnieuw aanvragen), maar ligt op enige afstand van S.I. en

EVA Centrum, in de open lucht, en moet wellicht qua capaciteit (en dus vergunningstype) aangepast worden [Vries et al., 2005c].

¹⁰⁹ Dit betreft een parallel ontwikkelingstraject, dat binnen dit hoofdstuk opgetekend staat in 15.4.

¹¹⁰ Ook het grijze water uit de keuken van het Biologische Cultuur restaurant en de keukens van de 8 appartementen van het EVA Centrum wordt anaëroob (voor)behandeld. Daartoe wordt een extra leidingstelsel aangelegd.

¹¹¹ De situering is onderzocht als deelonderzoek binnen een SenterNovem deelonderzoek [Vries et al., 2006] en wordt nader toegelicht in de volgende paragraaf. De afstand tussen het wijkverzamelput en het beginpunt (I.1a), binnen de kavel van het EVA Centrum, bedraagt 110 meter (zie hoofdstuk 15.4).

Op grond van de (minimale) verblijftijd van de 'slurry' in de vergistingstank en de totale materiaalstroom (zwartwater en gft productie¹¹²) is de tankgrootte bepaald op (tenminste) 70 m³ bij een totale materiaalstroom van 1073 m³/jr.

Na de vergistingstank wordt het digestaat¹¹³ gesplitst¹¹⁴ in een vaste fractie voor compostering (ad.1.h), met een totale materiaalstroom volume van 198 m³/jr (0,5 tot 0,6 m³ per dag), en een vloeibare fractie (ad.1.g)¹¹⁵ die naar de struvietprecipitatie- en aansluitend (CTL) ionenwisseling behandeling wordt gevoerd van ca. 875 m³/jr (2,4 m³/dag)¹¹⁶. Deze fractie wordt vervolgens naar de helofyten bakken geleid, van waaruit de retourstromen verder worden benut binnen het tweede hoofdsysteem component (zie basiscomponent II; pagina 385).

De extra tank na de vergister (ad.1.e) voor het overbruggen van een half etmaal wanneer de schroefpers niet draait, is gedimensioneerd op ca. 10 m³ [voor CZV- en droge stof waarden zie: Sidler et al., 2004].

De benodigde capaciteit voor het composteren van de vaste fractie (ad.1.h), op basis van een aanvoer van maximaal 0,6 m³ per dag en een doorlooptijd van maximaal 3 weken [Vries et al., 2005c], is afgestemd op een totaal volume van 12 à 15 m³. Dit leidt tot een ruimte met een relatief ruim bemeten vloeroppervlak van 50 m² nabij de vergister c.q. schroefpers¹¹⁷. In de ruimte wordt het materiaal enkele keren omgezet en verwerkt tot grondverbeteraar (binnen 2 à 3 weken), teruggebracht naar de stadsboerderij (om de kleigronden aldaar te verbeteren) en gedeeltelijk naar de tuinen van het EVA Centrum (zie 15.3.4)¹¹⁸. De lucht uit de composteer ruimte wordt afgezogen en gereinigd in een biofilter. Het benodigde omscheppen zal machinaal plaats vinden (Figuur 15.17).

Figuur 15.17

Compacte compostverwerker SF200



Het geproduceerde biogas¹¹⁹ bevat nog te veel vocht en diwaterstofsulfide en kan niet zonder voorbehandeling gebruikt worden. De jaarlijkse gasopbrengst (ad.1.f) uit het vergistingsproces op basis van ervaringscijfers en conservatieve aannames komt op 26.624 m³ per jaar, ofwel 3 m³ per uur¹²⁰. Het gas dat uit de vergistingsinstallatie komt wordt tijdelijk opgeslagen en vervolgens verbrand in de warmte-kraft-koppeling installatie (WKK). De biogas installatie levert indirect een bijdrage aan reductie van de CO₂ uitstoot. Voor de gekozen configuratie in de wijk Lanxmeer komt de reductie neer op 210 kg per woning [Sidler et al., 2004].

Ad. 2. WKK installatie

Het gas wordt hier omgezet in warmte (warm water; 70%) en kracht (elektriciteit; 30%). De warmte wordt benut voor het opwarmen van de slurry en om aan de relatief hoge warmte (/ koude) vraag van het EVA Centrum te voldoen, maar is eerst gekoppeld met het warmwatersysteem binnen basiscomponent II.

Het thermisch vermogen van de WKK-installatie is berekend op 12,8 kWth¹²¹, met een retourstroom ten behoeve van het Centrum van 9,95 kWth. De elektriciteit wordt in eerste instantie ingezet voor de installatie zelf (zo'n 37kWh/d, ofwel ruim 3%).

Eventueel resterende elektriciteit wordt ingebracht in het EVA Centrum. Het elektrisch vermogen bedraagt 118 kWu/d, wat resulteert in een af te zetten energie overschot van 61 kWh/d¹²².

Ad. 3. Retourette

De Retourette is een bijzonderlijk deelcomponent, gebaseerd op gecombineerde inzameling van verschillende eenvoudig herbruikbare of recycleerbare afvalfracties (Figuur 15.18).

De afvalfracties die worden ingezameld: glas (gr/br/wt); papier; plastic flacons; melkpakken; blik; schoenen; kleding; luiers; kurk; batterijen; (kleine) chemische producten¹²³.

Het ruimtegebruik is op basis van analyse van gerealiseerde projecten van dit concept en een bewonersenquête [Vries & Timmeren, 2006a] gesteld op 70 m² (w.v. ca. 25 m² front desk).

¹¹² Het totale volume van de uitgeste slurry bedraagt minimaal 2.8 m³/dag en maximaal 3.1 m³/dag [Sidler et al., 2004].

¹¹³ Het digestaat is in hoge mate gestabiliseerd. De stikstof en fosfor komen als opgelost ammonium en fosfaat in de slurry voor. Met betrekking tot de koolstof, stikstof en fosfor heeft het digestaat reeds de juiste samenstelling om als meststof voor landbouw doelstellingen hergebruikt te worden. De hoeveelheid pathogenen (cysten, virussen, eieren en helminten) zijn grotendeels verwijderd of gedood tijdens het vergistingsproces (de mate waarin de pathogenen zijn verwijderd is afhankelijk van de gekozen systeemconfiguratie en procesomstandigheden zoals de temperatuur [Kujawa-Roeleveld, 2000].

¹¹⁴ Alternatieven voor de schroefpers zijn het koelen van het gas en condenseren [Visser, 2000] of het toepassen van een mobiele ontwateringseenheid [Siemensma, 2000a].

¹¹⁵ De vergistte slurry bevat nog veel water. Het is alleen rendabel om de slurry her te gebruiken als deze dichtbij de plaats van productie kan

worden afgezet [Siemensma, 2000a]. In de vloeibare fractie komen de meeste nutriënten terecht (in de vorm van fosfaat PO₄³⁻ en ammonium NH₄⁺). De nutriënten kunnen door middel van ionenwisseling, membraantechnieken of respiratie van struviet (NH₄MgPO₄•6H₂O) worden teruggewonnen (zie Samenvatting Achtergrondstudie E2).

¹¹⁶ Beide nabehandelingen vergen binnen de S.I. een ruimte van elk ca. 1,5 m² aan vloeroppervlak.

¹¹⁷ Uitgegaan is van een composthoop van 60 cm hoog [Vries et al., 2005; Sandberg, 2005] (bij een vrije hoogte van 2.40 m¹) [Timmeren & Tawil, 2006a] en van een verdubbeling van de werkelijke composteer-ruimte i.v.m. manoeuvreren [Sidler et al., 2004].

¹¹⁸ Uitgaande van de drieweken omlooptijd¹ is gekozen voor een compostering in drie stroken loodrecht op de garagedeuren, om zo het één maal per week machinaal uitscheppen en afvoeren van één van de drie compoststroken eenvoudig mogelijk te maken.

¹¹⁹ De energiewaarde van 1 m³

biogas is vergelijkbaar met de energiewaarde van 0,6 m³ aardgas [Wortmann et al., 2005].

¹²⁰ Voor de volledige gegevens: zie [Sidler et al., 2004, bijlage I].

¹²¹ De benodigde thermische energie ten behoeve van het opwarmen van de slurry (soortelijke warmte 4,19 MJ/kg.K) is, op basis van het noodzakelijke verwarmen met een temperatuurstijging van 20oC en een thermisch rendement van 65%, bepaald op 2,85 kWth [Sidler et al., 2004].

¹²² De benodigde elektriciteit voor de hele installatie (basiscomponent I) is bepaald op 57 kWh/d (gebaseerd op een elektrisch rendement van 25% [Sidler et al., 2004].

¹²³ Het decentrale concept is onderzocht op gebruikerservaringen, beheer en stroomgegevens binnen de onderzoekscases Tynaarlo en Haarlem [Timmeren, 2002a; Timmeren, 2000b]. Binnen Lanxmeer is de toevoeging van deze voorziening, c.q. dienst ter ondersteuning van milieubewust gedrag onderzocht in een bewonersenquête [Vries & Timmeren, 2006a].

Figuur 15.18

‘Recycle shop’ c.q. Retourette, Haarlem, Nederland



Ad. 4. E-fulfilment miniload

Dit betreft, net als de Retourette, een afzonderlijke deelcomponent (los van toelevering elektriciteit; zie I.1.2), die gebaseerd is op een Duits concept voor gecombineerde toelevering van e-commerce bestellingen¹²⁴. Binnen de hier gepresenteerde uitwerking van de SI is deze component nog niet opgenoemen. Onderzocht wordt nog hoe deze (economisch en ruimtelijk) in te passen is in het concept. Toepassing zou inhouden dat het concept een primeur wordt voor Nederland (voor de SI is de installatie slechts een toegevoegde waarde, door gedeelde dienstverlening en beheer). Het ruimtegebruik is door meervoudige ruimtebenutting klein: voor Lanxmeer wordt op basis van de gegevens van de leverancier gerekend met een vloeroppervlakte van 6 m².

Basiscomponent II: verticale kas met hangende tuinen en warmtesysteem.

Deze component is vooral gebaseerd op het benutten van retourstromen uit de eerste basiscomponent, met de nadruk op het terugbrengen naar het EVA Centrum van warmte (indirect koude) voor de verwarming van de verticale gesloten kas en het EVA complex, water (gietwater voor planten in de verticale kas; mogelijk terug te winnen [Wortmann et al., 2005]) en CO₂, ten behoeve van verbeterde plantengroei. Daarnaast worden de afvalwaterstromen van het EVA Centrum volgens het concept van de Living Machine in deze verticale kas gecascadeerd gezuiverd¹²⁵ en worden in de verschillende binnen het EVA Centrum ontwerp geïntegreerde kassen (door de stadsboer) gewassen geteeld¹²⁶.

Het systeem is onder te verdelen in:

1. helofytenbakken en wateropslag,
2. gesloten dubbele gevel annex glazen kas met afvalwaterzuivering,
3. aquifer en warmteterugwinning, en
4. productiekassen annex ‘hangende tuinen’.

Ad. 1. Helofytenbakken en wateropslag

Het gezuiverde effluent wordt hier (na precipitatie en CTL ionenwisseling) opgeslagen (in de buitenlucht). Een verblijftijd van tenminste 15 dagen is nodig, wat neerkomt op een opslagvolume van 48 m³ (incl. de retourstroom van onderdeel II.2). Van hieruit wordt het gereinigde water hergebruikt voor (relatief hoogwaardige) besproeiing van de (gedeeltelijk eetbare) gewassen.

Ad. 2. Gesloten dubbele gevel annex verticale glazen kas met afvalwaterzuivering

De glazen kas c.q. spouw van 1.4 meter diep is een volledig afgesloten ruimte, en wordt niet natuurlijk geventileerd (het heeft geen te openen ramen). De verticale glazen kas is ingevuld met de cascaderende zuiveringsstappen, bekend van het Living Machine concept (zie ook Figuur 9.19 en Figuur 9.20), voor het zuiveren van het zwartwater van het EVA Centrum. Door deze verticaal uit te werken, en te integreren met energiegerelateerde aspecten kunnen de twee grootste bezwaren tegen het huidige concept van de Living Machine (het relatief grote grondgebruik en het energieverbruik in verband met de klimatisatie; zie hoofdstuk 9.4.3) worden weggenomen, dan wel opgevangen door ze te integreren met andere functies en voorzieningen. Het effluent, gezuiverd water, wordt naar helofytenfilters geleid, architectonisch geïntegreerd in 'bakken' op de begane grond buiten langs de westgevel van het conferentiecentrum (onder de hangende tuinen). Hier ondergaat het een laatste nazuivering en wordt het teruggebracht naar de waterretentie vijvers voor toepassing als sproeiwater. Binnen de uitwerking van het EVA Centrum is het licht overgedimensioneerd ten behoeve van het doorzetten van de geluidsreducerende werking over de gehele westelijke façade (programma eis & randvoorwaarde vanuit de locatie) en van de integratie van eetbaar groen in de opbouw productiekassen (zie ad. II.4).

Ad. 3. Aquifer en warmteterugwinning.

De gesloten dubbele gevel annex glazen kas is vertikaal uitgewerkt als een variant van intelligente gevel concepten en heeft geen te openen ramen (zie II.2). Bovenin de gesloten verticale kas zijn 2e generatie warmtewisselaars aangebracht, volgens het principe van het Zonneterp project¹²⁷ [Wortmann et al., 2005], die direct gekoppeld zijn aan opslag van warmte in een aquifer. In de aquifer (in Lanxmeer op een relatief lage diepte van ca. 30 meter) wordt het warmwater opgeslagen, waarbij het 'verdreven' koelere water uit de aardlaag wordt benut ten behoeve van de koeling van de conferentieruimten (relatief zware koellast; [Vries, 2005a] en mogelijk de hotelkamers¹²⁸.

¹²⁴ Het idee achter de miniload is het bundelen van transport, het niet in woonwijken hoeven sturen van zwaar(der) gemotoriseerd verkeer per as en de service van 'e-delivery' (kopen op internet, postbestelling e.d.) onafhankelijk maken van het thuiszijn van bewoners. In de miniload kunnen goederen worden achtergelaten/heen gebracht in afzonderlijke units (mogelijk gekoeld), zodat mensen niet thuis hoeven te zijn voor de afgifte en geoptimaliseerd / gebundeld transport mogelijk wordt. Men kan binnen het concept via een persoonlijke code de bestelde producten op ieder willekeurig moment ophalen. Het concept is nog in studie voor de definitieve toepassing in Lanxmeer, maar wordt in deze uitwerking wel meegenomen.

¹²⁵ In verband met de educatieve doelstelling van het EVA Centrum

is een gedeelte van de zuivering niet geoptimaliseerd naar ruimtegebruik, maar opgenomen in de centrale hal van het centrum als onderdeel van het deelprogramma 'EVA Lab' met bijbehorende expositie (h 15.4).

¹²⁶ In nauw overleg met de stadsboer en de concept-ontwikkelaar van het hotel, horeca en wellness programma (Hospitality Concepts, Lochem) wordt dit aspect momenteel (anno eind 2005) uitgewerkt naar economische haalbaarheid. De opzet is vooralsnog educatief van aard, waarbij een deel van de inzet voor beheer wordt ingevuld als zorgvoorziening [Vries et al., 2005c].

¹²⁷ Het betreft dunne-(koper)draad (plafond)warmtewisselaars als zodanig ontwikkeld door Noor van Andel binnen het Zonneterp-project [Wortmann et al., 2005]. Deze warmtewisselaar bestaat uit buisjes waarin waterstromen lopen die in

verbinding staan met de 'thermische massa' voor warmteopslag. Langs die buisjes zijn dunne draden geweven. Dit levert een gaas waarlangs een luchtstroom wordt gevoerd die afhankelijk van het temperatuurverschil wordt verwarmd of gekoeld (ook de watertemperatuur veranderd hierbij).

¹²⁸ Dit wordt nog onderzocht in het vervolgtraject van de ontwikkeling van het gebouwontwerp. Ten behoeve van de warmteopslag zijn in dit deel van het EVA Centrum complex met name de vloeren gedimensioneerd en gematerialiseerd (gekozen is voor de relatief afwijkende uitwerking met een draag en scheidingsconstructie op basis van hout en betonnen vloeren) ten behoeve van het vergroten van thermische massa voor warmteopslag [Timmeren & Tawil, 2006a].

In het gehele complex komt daarvoor Lage- en Extra Lage TemperatuurVerwarming (LTV en ELTV), c.q. hoge temperatuur koeling (HTK) [Timmeren & Tawil, 2006a]. In verband met het complexe karakter van samenwerking tussen warme, koude en lauwe bronnen zal een RTC bronmanagement systeem¹²⁹ toegepast moeten worden.

Ad. 4. Productiekassen annex 'hangende tuinen'.

De overmaat aan kasruimte, gedeeltelijk op het dak van het hoofdvolume van het EVA Centrum wordt ingevuld met groen met een semi-agrarische en esthetische bestemming¹³⁰. In dit deel van het systeem wordt het gezuiverde water (gezuiverde vloeibare effluent van de vergister) uit de onder de gesloten glazen kas liggende helofyten-bakken benut. Door in de glazen kas het surplus CO₂ van de vergister (een bijproduct; zie h.15.3.4) in te brengen als vorm van bemesting wordt de groei van planten gestimuleerd.

Een bijkomend aspect dat nog onderzocht wordt is de terugwinning van water uit de kas: doordat de kas gesloten is wordt geprobeerd het water te laten condenseren tegen de koude glaswanden en de koelapparatuur, zodat het als gedestilleerd water (en daarmee feitelijk zuiver water) kan worden benut in het wellness deel van het EVA-centrum. De Sustainable Implant, het groen en de daktuinen worden naar verwachting beheerd en verzorgd door de stadsboer (hieromtrent worden nu besprekingen gevoerd)¹³¹.

Het totale systeem van de Sustainable Implant (combinatie Basiscomponent I & II) is schematisch weergegeven in Figuur 15.19.

De energieopbrengst (zoals toegelicht) wordt benut in het EVA Centrum. Als dit terugerekend wordt naar de woningen komt het neer op zo'n 6,4 GJ aan energiebesparing per woning¹³², bij een CO₂ reductie van 194 kg per woning.

Alle retourstromen worden binnen het uitgewerkte concept benut in of nabij de SI en EVA Centrum. Eén en ander heeft niet geleid tot het volledig kunnen sluiten van de energie (elektriciteit) en waterkringloop van de wijk, dan wel het EVA Centrum¹³³. Om geheel in de eigen elektriciteitsbehoefte te voorzien zijn twee aanvullende trajecten mogelijk:

- het 'maximaliseren' van de aanwezige stromen: het vergaand afstemmen van vraag en aanbod binnen de wijk en/of het EVA Centrum (met behulp van Real Time Control en vormen van opslag); en/of
- het vergroten van de verwerkte afvalstromen (de schaal of context) : om geheel in de eigen elektriciteitsbehoefte te voorzien valt te overwegen organisch afval van de wijk, dat nu nog elders wordt benut, en/of organisch afval (lees: gft afval) van buiten de wijk, aan te voeren en te verwerken¹³⁴. Aan deze optie kleven ook bezwaren¹³⁵.

Binnen Lanxmeer is gekozen de energie en water kringloop voor het EVA Centrum zoveel mogelijk te sluiten. De uitwerking volgt daarbij programma en exploitatie. De woningen en het EVA Centrum lozen geen huishoudelijk afvalwater. Dit water wordt in twee gescheiden waterstromen (grijs en zwart) opgevangen en bewerkt. Een kleine stroom (ca. 6% van het totale (afval)watersysteem) ondergaat verdere bewerking of moet worden geloosd op het centrale rioleringsnetwerk¹³⁶. Binnen de huidige uitwerking (conceptueel plan / S.O.), de invulling van het EVA Centrum met het programma volgens de opdrachtverstrekkers [Stichting EVA Centrum, 2005; Drabbe, 2005d] en de gegevens vanuit het energie en water concept [Vries, 2005a] en [Houtakkers & Haslauer, 2005], behoeft het EVA Centrum (met Wellness, horeca, Conferentiecentrum, en hotel) met SI maar voor 5% van het gehele waterverbruik als drinkwater. Voor de energiestromen is binnen het conceptueel ontwerp door middel van een combinatie van technieken de zelfvoorziening van de nog resterende tekorten (met name elektriciteit) opgelost. De belangrijkste onderdelen daarbij zijn: toepassing van vraagreductie, vraagsturing (m.n. Wellnessvleugel), passieve energie-

voorziening (streng thermische zonering, sterke isolatie (R_{cgem}=4), toepassing zonnepouw en solar chimneys, serres/loggia's, en warmteaccumulatie in de gebouwmassa), actieve opwekking (620 m² p.v. en twee decentrale Turby verticale as windmolens) en directe elektriciteitsopslag (Lithium ion met RTC)¹³⁷ en opslag in de bodem van de warmte uit de kassen.

Met betrekking tot mogelijke vormen van beheer en verantwoordelijkheid is vooraansnog gekozen voor een uitwerking op basis van 'eigendom in bedrijfsvorm', volgens het Angelsaksische principe van 'Energy Service Companies' (ESCO's)¹³⁸.

¹²⁹ Centraal computersysteem waarop de lokale warmtewisselaars zijn aangesloten.

¹³⁰ De oogst is symbolisch en educatief. Ze wordt zoveel mogelijk gebuikt in het 'Biologische Cultuur restaurant' en het natuurcafé van het EVA-Centrum.

¹³¹ Het EVA Centrum én de realisatie van de stadsboerderij zijn in meerdere opzichten bepalend voor de haalbaarheid van het project. Dit in verband met het direct hergebruiken van de restwarmte (van de WKK) of het (behandelde) biogas en het proces en de producten van het composteren.

¹³² De berekende 6,4 GJ besparing per woning (bij een 'afdracht van vermeden jaarlasten' van €50) is gunstig in verhouding met de gemiddelde benodigde investering per woning van €150 per woning voor 3 GJ energiebesparing voor een zonnepaneel, of de €150 investering voor 2 GJ energiebesparing bij toepassing van photovoltaïsche cellen. Maar extra investeringen zijn daartoe wel nodig. Wel is verder nog sprake van vermeden energiegebruik door het decentraal behandelen en terugbrengen van de afvalstromen. Uit een verkennende berekening blijkt dat de totale energiebesparing door toepassing van de biogas installatie daarmee gesteld kan worden op 8 GJ per huishouden [Sidler et al., 2004].

¹³³ Dit komt door de directe koppeling van deze studie aan de (harde werkelijkheid van de) praktijk (exploitanten, bewoners en andere belanghebbenden, zoals de gemeenten en de nutsbedrijven hebben belangen en inspraak), en omdat het project zich ten tijde van afronding van de studie nog in een S.O. fase (conceptuele uitwerking/schetsontwerp) bevindt en meerdere

programma onderdelen nog niet definitief vaststaan.

¹³⁴ Voordeel is dat het Lanxmeer (c.q. EVA-Centrum-) project volledig zelfvoorzienend kan worden in eigen water en energieverbruik. Er is dan sprake van een schaalparadox (op grotere schaal bezien zijn er onvoldoende retourstromen).

¹³⁵ De vergistingsinstallatie wordt complexer en duurder en toezicht op de 'zuiverheid' van de aangevoerde afvalstromen wordt moeilijker; extra organisatie en logistiek is nodig voor aanvoer van externe biomassa (gft, bermgras, swill, puttenvet); de inrichting voor het lossen van de extra biomassa c.q. gft vrachten moet groter en extra verkeer daartoe moet worden ingepast. Gft inzameling en verwerking zijn bovendien meestal contractueel langjarig vastgelegd (zie hoofdstuk 3 en bijlage V). Het lokaal verwerken van het gft en t afval tenslotte biedt mogelijkheden om te besparen op opslag en transport en het verder verduurzamen van het transport (in Lanxmeer wordt bekeken of het transport elektrisch kan, waarbij de elektrisch aangedreven wagens opgeladen kunnen worden bij een pv-oplaadpunt bij EVA Centrum of stadsboerderij).

¹³⁶ Voor de waterkringlopen is volledig ontkoppelen vooraansnog niet mogelijk. Dit komt door de Nederlandse regelgeving voor meerpersoons (zwembad)baden. Binnen het Wellness programma bevinden zich een viertal meerpersoons baden, waarbij men volgens de regelgeving verplicht is de baden met chloor te behandelen (wat de biologische behandelmethoden onmogelijk maakt. De baden zijn van het Duitse Haslauer en in principe gewoon op alternatieve wijze rein te houden (zouten); binnen de Duitse

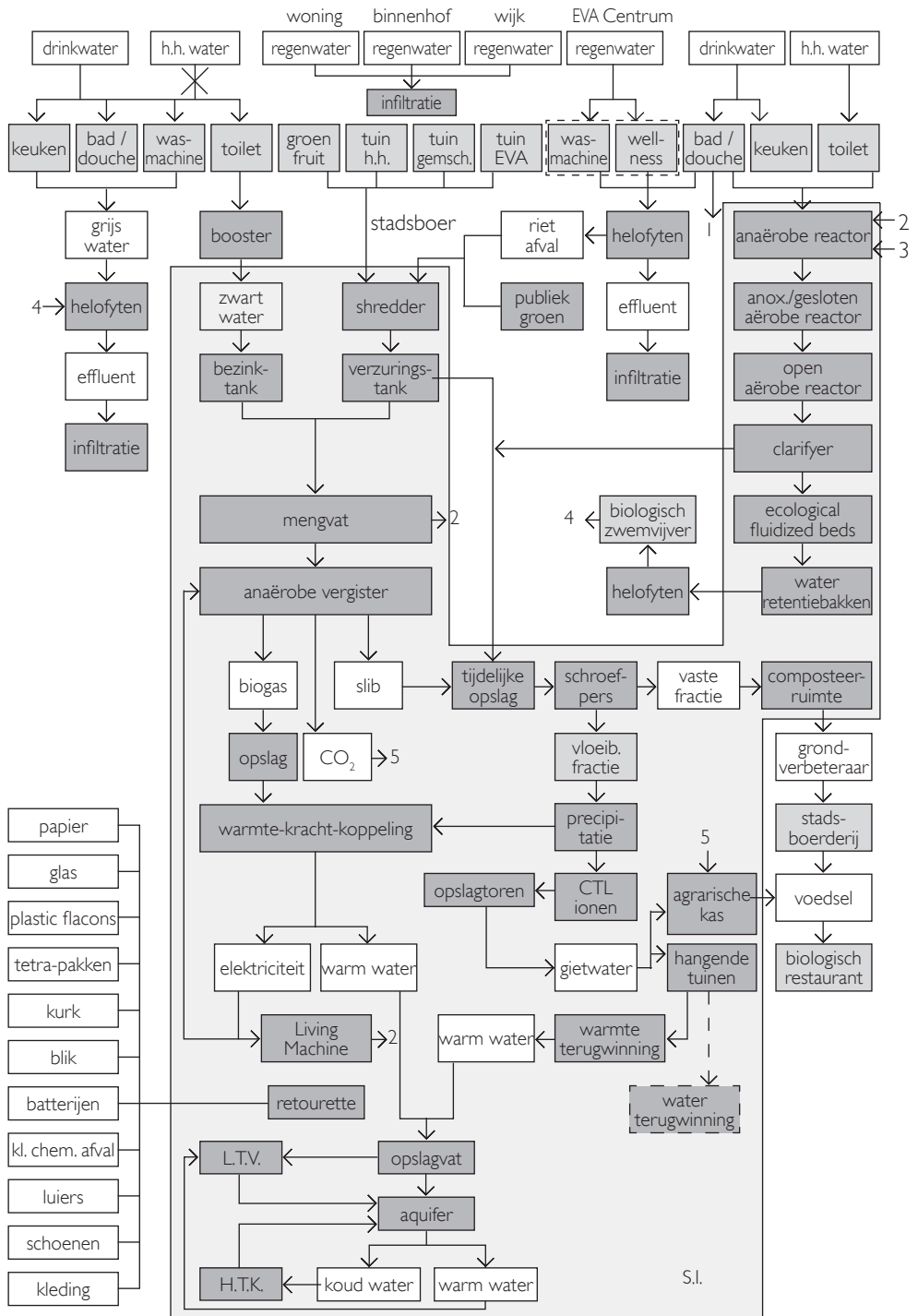
regelgeving is dit wel toegestaan. Vooraansnog moet er voor het EVA Centrum (en Lanxmeer) daarom nog een werkende verbinding met de centrale riolering zijn (met een minimale stroomgrootte). Aangezien de verbinding reeds is aangelegd (voor de huidige intermediaire periode en t.b.v. calamiteiten als back-up) heeft dit slechts onderhandelingstechnische consequenties voor wat betreft de aansluitbijdragen. De kleine restafvalwaterstroom die nog geloosd moet worden bevat een klein deel nutriënten (nitraat, fosfor en kalium), zout (Na+ en Cl-) en een zeer klein deel restanten zware metalen (koper en zink).

¹³⁷ In verband met het reduceren van de breedte van weergave van de casus, de stand van zaken van het ontwikkelingsproces van het complex bij publicatie en het feit dat de toegepaste technieken relatief conventioneel zijn, is dit deel van de uitwerking niet integraal opgenomen in deze tekst. De combinatie van oplossingen is opgetekend in het conceptueel programma energie en water [Vries, 2005a].

¹³⁸ Er kan gekozen worden voor verschillende rechtsvormen zoals coöperatieve vereniging en naamloze vennootschap. Binnen het ontwikkelingsproces van het EVA Centrum met S.I. is hieromtrent nog geen definitief besluit genomen. Op basis van de Angelsaksische ESCO's uitgewerkt als NV kunnen partijen en kapitaal worden verzameld en kan de besluitvorming worden gereguleerd. Nadeel is dat dergelijke rechtsfiguren niet specifiek ingericht zijn op eigendom en exploitatie van vastgoed. Daartoe moeten ze worden aangevuld met regelingen, afspraken en constructies, hetgeen e.e.a. complex maakt.

Figuur 15.19

Sustainable Implant, EVA Lanxmeer, Nederland
 Schema van deelcomponenten



Alleen als de verschillende processen in het project centraal worden gecoördineerd is integreren en verbinden van de oplossingen en verschillende stromen een beheersbare realiteit. Centrale coördinatie is te realiseren wanneer de S.I. (zowel het bouwwerk als de verschillende processen c.q. stroomspecifieke deeloplossingen die deze incorporeert) onderdeel is van één juridische entiteit (zie ook hoofdstuk 13.4).

Het betrekken van bewoners en stadsboer bij de realisatie van de S.I. vraagt bijzondere aandacht. Via ‘gereguleerde eigendom’ (zie ook hoofdstuk 13 en Bijlage VI), en daarmee het verbinden van rechten en plichten aan de grond (van de installatie), toepassing van eeuwigdurende erfpacht en de situatie van “mede ongedeeld gemeenschappelijk bezit”, is het mogelijk bewoners of exploitanten van het EVA Centrum te laten participeren in de installatie zonder dat dit bij een eventueel faillissement, effect voor hen of voor de werking van de installatie heeft¹³⁹. Bij niet doorgaan van het EVA Centrum blijft aanpassing naar een andere uitwerking (gebouwen/functions) of een uitwerking van de S.I. als stand-alone (in de wijk Lanxmeer) mogelijk¹⁴⁰.

15.3.6

verkenning mogelijke knelpunten met belanghebbende actoren

In bilaterale gesprekken en contacten is verkend op welke punten de verschillende belanghebbende partijen mogelijk kansen zagen voor realisatie van de uitgewerkte ideeën, en in hoeverre zij vanuit hun eigen optiek daarin mogelijke belemmeringen constateerden.

Op de configuratie van de voorgestelde installaties is een voor allen bevredigende toelichting gegeven. Over mogelijke knelpunten is gediscussieerd. In het algemeen staan de partijen positief tegenover het onderzoeken van de mogelijkheden en mogelijke realisatie van de biogasinstallatie gekoppeld aan de Living Machine in of in de omgeving van het EVA Centrum.

Het Waterschap Rivierenland vindt het een interessant project om na te gaan of kleinschalige waterzuivering een toekomstperspectief heeft. Indien succesvol, biedt het mogelijkheden om centrale systemen te ontlasten door meer decentrale systemen toe te passen. Wettelijk is vastgesteld dat voor een aansluiting betaald moet worden. Het waterschap stelt zich voor EVA-Lanxmeer op het standpunt dat vermeden kosten voor waterzuivering in het project kunnen worden ingebracht als bijdrage in de exploitatie.

De gemeente staat niet afwijzend tegenover het idee van het realiseren van een biogasinstallatie in de wijk EVA-Lanxmeer. Indien een biogasinstallatie in de wijk kan worden gerealiseerd is herbezinning nodig op de wijze van inzamelen van GF en T-afval.

¹³⁹ Alternatieven zijn eigendom in één hand, gemeenschappelijk eigendom en buitenlandse alternatieve rechtsvormen zoals bij het Angelsaksische ‘condominium’ [Wortmann et al., 2005]. Zie bijlage XIII. Bij ‘gereguleerde eigendom’ kunnen kwalitatieve verplichtingen, rechten en restricties aan de grond (en daarmee de installatie) worden gebonden, zoals het functioneren ten behoeve van de woningen, of in de uitwerking van Lanxmeer,

het EVA Centrum.

¹⁴⁰ Het is wel verbonden met de mogelijkheden van financiering. Door de integratie en de huidige financieringsopzet, wat neerkomt op voorfinanciering door een vooraf georganiseerde groep van eindgebruikers, zal bij het wegvallen van dit deel van de ontwikkeling een andere financieringsconstructie moeten worden gevonden. Een mogelijkheid is het opzetten van een vastgoed-CV waarin stille vennoten de initiële

investeringen voor hun rekening nemen. Door de verkoop van (delen) van het vastgoed aan eindgebruikers wordt voor deze vennoten het uitreden uit de ontwikkeling voorbereid. Tot het definitieve uitreden kunnen zij revenuen ontvangen uit de exploitatie van de hergebruikte retourstromen (als afzonderlijk exploitatieplan). Alternatief hiervoor is participatie door de overheid wat betreft de onrendabele top en de bijzondere (innovatieve) kwaliteiten van het concept.

Dit wordt op dat moment bespreekbaar, maar de gemeente Culemborg heeft nog geen standpunt ingenomen. De AVRI vindt het project belangrijk als voorbeeldproject om de mogelijkheden van de lokale verwerking van GF en T afval te toetsen en wil meewerken om te zien of de vermeden kosten voor inzameling van GF en T afval ook ten goede kunnen komen aan het project (de S.I.).

Parallel aan de verkenning van mogelijke knelpunten en aan het onderzoek naar de bewonersmeningen omtrent de biogasinstallatie, is gewerkt aan de integratie van de biogasinstallatie en Living Machine in het architectonisch ontwerp. Nagegaan is wat de ervaringen zijn met dit soort installaties, waarbij een woonwijk leverancier is van de grondstof voor een kleinschalige biogasinstallatie. Een aantal voorbeelden hiervan zijn gegeven, waarbij ook het resultaat van het opnemen van een biogasinstallatie en andere vormen van integratie van decentrale technieken voor afvalwaterbehandeling en / of energieopwekking in woningbouwprojecten in het architectonisch ontwerp is te vinden (zie hoofdstuk 9).

De bewoners is naar hun mening gevraagd over het realiseren van een biogasinstallatie in de toekomst¹⁴¹. Het gaat hier niet om een motivatieonderzoek. Aan de bewoners zijn een aantal uitspraken voorgelegd waarop zij in het algemeen positief, neutraal of negatief konden reageren. Een negatieve reactie geeft aanknopingspunten knelpunten op te sporen en om ervan te leren. Bij een negatieve reactie is daarom doorgevraagd.

De vragen en uitspraken hebben betrekking op de biogasinstallatie zelf, de inzamelstructuur en vragen over het realiseren van een 'Recycling Shop' c.q. 'Retourette' in of in de directe nabijheid van het EVA Centrum. De respondenten vinden:

- het realiseren van een biogasinstallatie voor de wijk EVA-Lanxmeer belangrijk (80%)
- dat een biogasinstallatie bijdraagt aan de milieubewuste opzet van de wijk (86%)
- het een goede zaak, als een deel van de huidige verplichte reinigingsheffing wordt aangewend voor de exploitatie van de te realiseren biogasinstallatie (86%)
- het gebruik van biogas voor het opwekken van warmte en elektriciteit voor het toekomstige EVA Centrum geen bezwaar (79%)
- dat de huidige kosten voor het ophalen van GF en T afval mogen worden besteed aan het ophalen (79%) en het verwerken (76%) van het GF en T afval door de stadsboer
- een ophaal frequentie van 1 maal per week het meest wenselijk (57%), met aandacht voor de inzamelstructuur (per hof of anders)
- dat zij hun gedrag nu al hebben aangepast zodat dat in de toekomst niet meer nodig is (78%) of hun gedrag in de toekomst zullen aanpassen (10%)
- dat een recycling shop in een behoefte zal voorzien (65%)
- dat een recycling shop per fiets of te voet zal worden bezocht.

Op grond van de meningen van de respondenten kunnen de volgende conclusies worden getrokken. Uit de antwoorden valt op te maken dat het ontwikkelen en realiseren van de biogasinstallatie (en overige installatiedelen) voor de bewoners geen extra kosten met zich mee mag brengen, en dat de installatie niet mag leiden tot stank en / of geluidsoverlast en aan de milieuwetgeving moet voldoen.

15.4

Uitwerking en integratie EVA Centrum en Sustainable Implant

15.4.1

begripsbepaling

Het samenspel van verschillende factoren op regionale-, (totaal)stedelijke- en woongebieds-pecifieke ontwikkeling leidt tot een gebiedseigen karakter, dat door een bundel van potenties en tekorten gekenmerkt wordt, en de waardering door de bewoners is niet onafhankelijk van ruimte en tijd (bijv. de ontwikkelingstendensen van de stad of de regio). Dit zal in de toekomst ook niet veranderen. De ontwikkeling van het woongebied is niet los te zien van Culemborg als geheel.

Het EVA Centrum moet volgens de Stichting E.V.A. als Centrum voor Educatie en Maatschappelijke vernieuwing de afsluiting van, en 'kroon' op het EVA Lanxmeer project worden¹⁴². Het centrum is inmiddels omgedoopt in 'de Luchtendans'¹⁴³. Het gebouw is een onderdeel van c.q. werkt nauw samen met de ecologische wijk Lanxmeer. Niet alleen actief via gekoppelde 'stromen' in de geïntegreerde Sustainable Implant (S.I.), maar ook door het bieden van voorzieningen voor de bewoners van de wijk in het complex, en door integratie van 'belevingsvoorzieningen' in de wijk. De relatie tussen 'de Luchtendans', wijk, drinkwatergebied en stadsboerderij is continu en wederkerig [Timmeren & Tawil, 1999d; Timmeren et al., 2003a; Timmeren & Röling, 2005 e]. Het centrum functioneert op diverse schaalniveaus: als autonoom centrum (met vakbibliotheek en informatiecentrum, Wellness vleugel, horeca en andere voorzieningen), als verzamelpunt voor diverse activiteiten c.q. voorzieningen van de wijk Lanxmeer, als (eerste) hotel (en conferentiecentrum) in Culemborg, en regionaal en (supra)nationaal als Centrum ter ondersteuning en illustratie van ideeën, plannen en projecten voor ver(der)gaande duurzame ontwikkeling, met daarbij de nadruk op de rol van de mens, en het belang van welzijn. Het Centrum krijgt een belangrijke rol binnen het uitdragen van het EVA gedachtegoed in de EVA Academie en het EVA Laboratorium ten behoeve van concrete voorbeelden zoals de wijk Lanxmeer. Ook biedt het fysieke ruimte en ondersteuning voor nieuwe ontwikkelingen als vervolg op Lanxmeer en het (non-profit) helpen ondersteunen van bewoners en andere belanghebbenden¹⁴⁴ via workshops, seminars en bijeenkomsten. Het programma van eisen van het centrum is zeer complex¹⁴⁵.

¹⁴¹ December 2005 waren 173 woningen gerealiseerd waarvan 172 bewoond. Aan de bewoners van deze 172 woningen is een aanbiedingsbrief met vragenlijst gestuurd. Van deze vragenlijsten zijn er 94 terugontvangen, een response van 55%. Hiervan bleken er 91 ingevuld (53% van het totaal verzonden vragenlijsten). Deze 91 vragenlijsten zijn voor het onderzoek verwerkt; voor volledige weergave van het bewonersonderzoek zie [Vries & Timmeren, 2006a].

¹⁴² Een multifunctioneel centrum

waar de betekenis van duurzame ontwikkeling in alle facetten zintuiglijk ervaren kan worden als inspiratie voor brede groeperingen in de samenleving. De vormgeving van het gebouw en de omringende tuinen bieden zintuiglijke ervaringen die mensen kunnen overtuigen van de waarde van duurzame ontwikkeling als drager van architectuur, materiaalgebruik en techniek, en een andere manier van (samen)leven.

¹⁴³ De naam verwijst naar de naam van een molen die ter plaatse van de wijk stond en een eeuw geleden is

afgebroken.

¹⁴⁴ Momenteel zijn diverse projecten gestart, waaronder de inzet van de Stichting E.V.A. bij de ontwikkeling van alternatieven voor een geplande wijk voor wonen & werken in Wageningen.

¹⁴⁵ Zie voor het definitieve programma van eisen [Kaptein, 2005; Kaptein, 1998] en de uitwerking van onderdelen [Drabbe, 2005a; Drabbe, 2005b; Drabbe et al., 2005c; Timmeren & Tawil, 2006a].

Als voorbeeld c.q. case studie is de uniciteit van het specifieke programma van het centrum niet storend voor het kunnen extrapoleren van het principe van de aangedragen oplossing. Het unieke zit in de verweving tussen gebouw met utilitaire functie(s), woonwijk, groene leefomgeving en stadsboerderij. Met name de aanwezigheid en inzet van deze laatste, de stadsboer(derij), is een uniek en noodzakelijk programmatisch aspect van de oplossing (zie hoofdstuk 9 en PvM-77 e.a.). De aanwezigheid (grootte en organisatiegraad) van de bewoners van de wijk Lanxmeer als 'intentional community' is een succesfactor.

15.4.2

planproces tweede fase EVA Centrum en Sustainable Implant

Basis voor de uitwerking van het EVA Centrum vormt de winnende uitwerking van het ontwerp binnen de meervoudige opdracht door de Stichting E.V.A. in 1999 (zie 15.2.4). Het huidige schetsontwerp betreft vanwege het sterk veranderde en vergrote programma en vergrote lokatie, een volledig nieuw ontwerp gestart in 2002.

In de periode 2003-2005 kwam de ontwikkeling in een stroomversnelling door gerichte projectsubsidies van de Europese Gemeenschap, de provincie Gelderland, het Ministerie van VROM en SenterNovem. Dit maakte een intensief en langdurig ontwikkelings- en schetstraject met diverse pioniers en specialisten mogelijk. In grote lijnen is de opzet gevolgd, als omschreven in hoofdstuk 13, en op basis van het 'coach model' uitgewerkt volgens het model van 'co-productie'.

De projectsubsidies zijn gezamenlijk ingezet voor een integraal ontwikkelingstraject en het betrekken van pioniers en specialisten [Stichting EVA Centrum, 2003b; Stichting EVA Centrum, 2003c; V&L Consultants, 2004], en bestaat uit drie parallelle 'sporen' (volgt de voornaamste conclusies voor de inrichting van het ontwikkelingstraject van hoofdstuk 13):

1. een zogenaamd 'digitaal' EVA Centrum ontwikkelingstraject, waarin een interactief kennisplatform en ontwikkelingsplatform is uitgewerkt voor de ondersteuning van het ontwikkelings- en ontwerpproces;
2. een 'fysiek' EVA Centrum ontwikkelingstraject, met workshops, werkbijeenkomsten en individueel overleg met pioniers en specialisten; en
3. een (geïntegreerd) biogasinstallatie-ontwikkelingstraject, als vervolg op het BIG-traject (zie 15.2.3).

De drie sporen zijn op elkaar afgestemd zodat ze elkaar ondersteunen / aanvullen. Daarbij zijn de centrale actoren: Stichting EVA Centrum (initiatiefnemer & opdrachtgever), V&L Consultants (procesbegeleiding en inrichting c.q. begeleiding en onderzoek van de (bewoners)participatie); C.O.R.E. International (biogasinstallatie), Hospitality Concepts (programmatische conceptontwikkeling en uitwerking exploitatieplan); i-Kunst (bouw en beheer interactieve website/werkomgeving) en Atelier 2T Architecten (architectonisch ontwerp & integratie EVA Centrum en Sustainable Implant). In gethematiseerde workshops worden vervolgens tezamen met de diverse pioniers en specialisten onderdelen van het concept, het programma, de technische oplossing(en), de deelstromen (water, energie), de ruimtelijke uitwerking en de economische aspecten (exploitatie), ontwikkeld en uitgewerkt tot een ontwerp met exploitatieplan¹⁴⁶.

Het ontwerp is in de loop der tijd getransformeerd, en (met name) compacter geworden (Figuur 15.20, Figuur 15.21, Figuur 15.22).

De verschillende tussenstappen, ontwerp- en technische afweging worden binnen deze studie slechts kort toegelicht, maar zijn uitgebreid opgetekend in de ontwikkelingsonder-

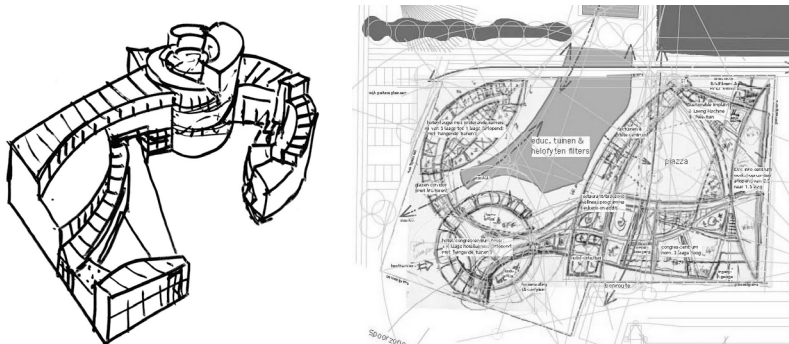
steunende site van het centrum¹⁴⁷ en [Vries & Timmeren, 2006a]. De nadruk van het onderzoek bestond, naast de gangbare programmatische organisatie vooral uit het optimaliseren van de locatie van de biogasinstallatie en de integratie in het ontwerp binnen de gestelde randvoorwaarden: (milieu)technisch, sociaal, en ruimtelijk.

In deze fase is het omgaan met mogelijke hinder voor het complex zelf en de omwonenden onderzocht. Ook zijn deelstudies verricht naar de ruimtelijke oplossing en inpassing van de verschillende processtappen¹⁴⁸. De belangrijkste parameters daarbij waren:

- optimaal aansluiten op het wijkverzamelpunt van de zwartwater afvalstroom;
- optimaliseren van noodzakelijk geachte toe- en afvoer van gf en t, c.q. compost per as;
- optimalisatie van de milieuaspecten geluid, geurhinder en stof;
- goede daglichttoetreding Living Machine kas;
- tonen van de Living Machine en de zuivering met planten, en in mindere mate de biovergistingsinstallatie, bij voorkeur bij de centrale hal annex binnenkomst;
- het afsluiten van de educatieve tuinen (met waterretentie) en de wijk (woningen) en overig programma met ‘verblijfskwaliteit’, van de overige hinder (spoorzone)¹⁴⁹.

Figuur 15.20

Conceptuele schetsen plan EVA Centrum en SI Tussenfases eind 2003



Voor de ontwikkeling van de Sustainable Implant is als vervolg op de BIG onderzoeksen ontwikkelingsgroep een nieuwe werkgroep samengesteld met daarin de Stichting EVA Centrum, de ontwerpers van het EVA Centrum, de energie-deskundige, de procesbegeleider, en de gemeente Culemborg. Tevens is een klankbordgroep met specialisten en belanghebbenden samengesteld (waaronder een vertegenwoordiging van de bewoners)¹⁵⁰ waarmee uitwerkingen, varianten en uitkomsten zijn besproken en getoetst dan wel op elkaar zijn afgestemd.

¹⁴⁶ Uitkomsten van deze werkbijeenkomsten, workshops en besprekingen worden in dit hoofdstuk integraal opgenomen, zo mogelijk met verwijzing naar de verslaglegging.

¹⁴⁷ De site met het kennisplatform van De stichting E.V.A.: <http://www.evalanxmeer.nl> en van het EVA Centrum; met kennis platform, ontwikkelingsplatform en de (met een voor niet belanghebbende actoren door middel van een wachtwoord

afgeschermd) ontwikkelingsportaal: <http://www.evacentrum.nl>.

¹⁴⁸ Er is onderscheid gemaakt tussen de (dag)licht vragende deelcomponenten en de componenten die licht (en zicht) onafhankelijk zijn.

¹⁴⁹ In deze eerste fase van het proces was nog sprake van een kleiner programma van eisen, en een sterke nadruk op het ‘afsluiten’ van de spoorzone-geluid hinder door

een hoog bouwvolume parallel aan het spoor.

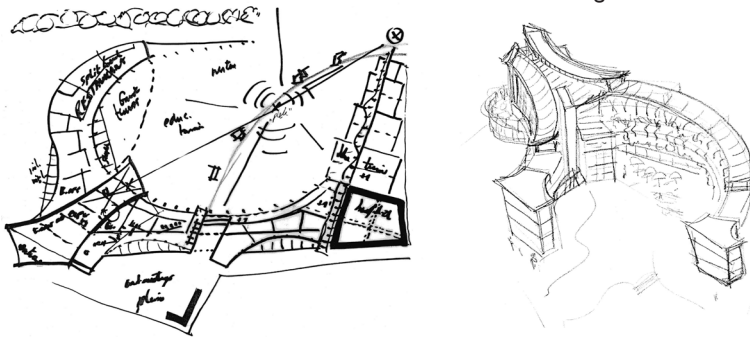
¹⁵⁰ In de klankbord ontwikkelingsgroep voor de Sustainable Implant met biogascentrale zitten: V&L Consultants, C.O.R.E. International, Atelier 2T Architecten, Gemeente Culemborg, Stichting E.V.A., Stichting EVA Centrum, enkele bewoners (waaronder een vertegenwoordiger vanuit de BEL, de Bewonersvereniging EVA-

Parallel aan de ontwikkeling van de Sustainable Implant c.q. biovergistingsinstallatie en Living Machine, zijn ontwikkelingsworkshops georganiseerd met mogelijke exploitanten en specialisten vanuit de programma hoofdonderdelen (hotel, horeca, wellness en EVA Academie). Ook bij deze onderdelen lag de nadruk op vernieuwende concepten c.q. uitwerking gericht op verdergaande duurzame ontwikkeling. Op basis daarvan is een uitgebreid activiteitenprogramma opgesteld [Stichting EVA, 2003a].

De oorspronkelijke locatie voor de Sustainable Implant in de zuid-oost hoek van de kavel (winnende schetsontwerp 1999) is binnen de gestelde parameters komen te vervallen. In eerste instantie zijn drie nieuwe ontwerpvarianten uitgewerkt (varianten II, III en IV [Vries & Timmeren, 2006a]) voor een situering respectievelijk aan de zuidkant van de kavel en in de noord-west hoek¹⁵¹.

Figuur 15.21

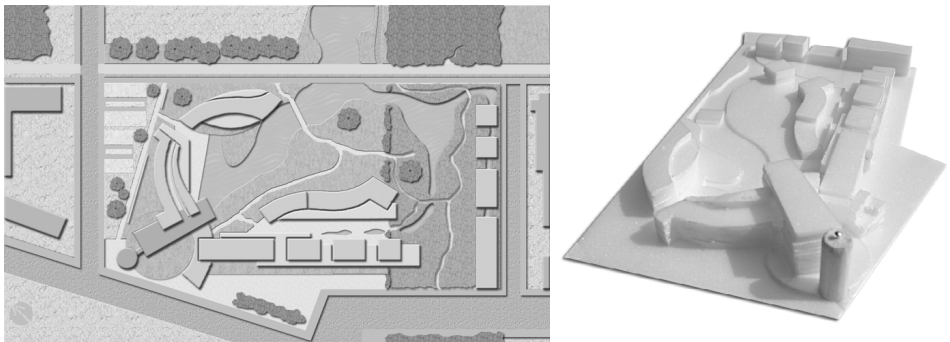
Conceptuele schetsen plan EVA Centrum en SI Tussenfasen begin 2004



De uitwerking en integratie van de Sustainable Implant is vanaf Variant III meer in detail onderzocht¹⁵². In deze periode werden de eerste plannen voor de naastgelegen spoorzone¹⁵³ door het stedenbouwkundig ontwerp bureau Khandekar gepresenteerd.

Figuur 15.22

Conceptueel plan EVA Centrum en SI Tussenfase begin 2004



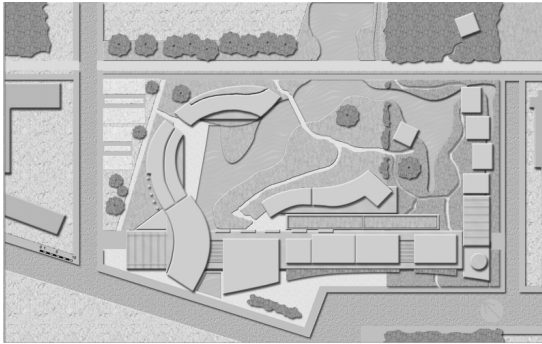
Na diverse werkbijeenkomsten met de ontwikkelingsgroep, specialisten en externe adviseurs is het plan op basis hiervan aangepast. Behalve een groter programma is de belangrijkste verandering de verplaatsing van de Sustainable Implant naar de zuidwest hoek van de kavel (Figuur 15.23).

Doorslaggevende redenen hiervoor zijn:

- vanuit de stedenbouwkundige begeleidingsgroep Lanxmeer en gemeente Culemborg werd aangegeven dat de enig overgebleven vorm van hinder (de toe- en afvoer van resp. gft en slib of compost per as) op de best (auto)ontsloten plaats van de kavel, met de minste hinder voor omwonenden moest worden geplaatst, en dat storten van afval niet in de open lucht mag plaats vinden;
- vanuit de Stichting EVA Centrum en betrokken potentiële exploitanten werden bezwaren geuit tegen het verwerken van afval bij het binnenkomen van het complex¹⁵⁴;
- de bezonning van de locatie van de Living Machine was niet optimaal (bij optimale ontsluiting van de afzonderlijke gebouvvolumes) en door de integratie van de Living Machine kwam de verblijfsoppervlakte binnen de centrale (entree)hal onder druk te staan.

Figuur 15.23

Conceptueel plan EVA Centrum en SI
Tussenfase eind 2004



Vanuit de overige programma- en deelstroom gerelateerde workshops zijn vervolgens het programma en de nadere randvoorwaarden ontwikkeld en economisch onderbouwd, die leiden tot de definitieve ruimtelijke variant (V) binnen het conceptueel ontwerp (Figuur 15.25).

Lanxmeer), Afvalverwijdering Rivierenland (AVRI), NUON, Stichting Rioned, Waterschap Rivierenland.

¹⁵¹ De overwegingen waren: (1) dichtbij het afvalwater verzamelpunt; (2) Living Machine als onderdeel van de entreehal (NS station zijde); (3) biogasinstallatie onder entreeplein, toegankelijk vanuit de parkeerkelder en (4) scheiding in 5 gebouvvolumes (voortkomend uit overleg met de stedenbouwkundige supervisie-c.q. werkgroep Lanxmeer).

¹⁵² De verschillende varianten en specifieke uitwerkingen van de S.I. staan omschreven in [Vries & Timmeren, 2006a].

¹⁵³ De zone aan weerszijden van het spoor en NS station in

Culemborg, met een totale lengte van ruim 2 kilometer en een breedte tot 200 meter [uiteindelijke plan in: Khandekar, 2005]. Ondanks het feit dat de kavel van het EVA Centrum altijd onderdeel is geweest van Lanxmeer en haar stedenbouwkundige plannen, werd een deel van de kavel (het zuidelijke, nieuw toegevoegde deel) binnen het plan Khandekar meegenomen in de voorstellen. Een loodrecht op de spoorzone geprojecteerde groene zone (tangenciaal ten opzichte van het oude centrum) werd voorgesteld. Ondanks de nadrukkelijke vraag van de stedenbouwkundige werkgroep deze voorstellen te negeren, is in eerste instantie toch getracht de zone te verwerken in de plannen voor het EVA Centrum (zie figuur

15.22). Het heeft uiteindelijk geleid tot een aangepast plan waarin het complex als schakel is uitgewerkt tussen beide stedenbouwkundige plannen, en deze daarbij op elkaar afgestemd.

¹⁵⁴ Dit betrof niet alleen een gevoelsmatig argument vanuit de Stichting, maar werd tevens onderbouwd vanuit de Feng Shui en Permacultuur (dit wordt door de ontwerper niet onderschreven: de basis van het recycleren van afval is dat het niet beschouwd wordt als afval maar als grondstof. Als zodanig is het verdedigbaar vanuit de leer van de permacultuur dat een dergelijke behandeling c.q. opwekking geïntegreerd kan worden met het binnenkomen van een gebouw of wijk).

Op basis van dat ontwerp is vervolgens de ruimtelijke integratie geoptimaliseerd.

De belangrijkste wijziging is het opnemen van een gesloten bouwvolume (c.q. 'garage') met een vrije hoogte van 4.4 meter, waarin de gft gestort kan worden (onder beneveling), terwijl de ruimte volledig is afgesloten van de buitenlucht.

De Living Machine is ten behoeve van een grotere flexibiliteit en het kunnen handhaven van educatief 'tonen' bij de entree, opgesplitst in vier parallelle behandelingstrajecten (in vorige varianten waren dat er telkens drie). In de getoonde uitwerking is één van de vier parallelle behandelingstrajecten ter educatie gehandhaafd in de entreehal. De overige drie zijn als onderdeel van de Sustainable Implant uitgewerkt: twee in de glazen kas, geïntegreerd met een theetuin, ten zuidoosten van de vergistingsinstallatie en één in de glazen SI –toren (gelijk de varianten I, II, III en IV).

Het totale vloeroppervlak van de Sustainable Implant binnen deze variant (V), bestaande uit de anaërobie vergistingsinstallatie, WKK, Retourette en Living Machine (verdeeld over twee locaties) (Figuur 15.7), bedraagt 565,4 m², exclusief de composteringsruimte van ca. 100 m², die is uitgewerkt als onderdeel van de bestaande composteringsinrichting bij de stadsboerderij (gelijk Variant IV) en de opslag van het vloeibare effluent in de retentie-bekkens¹⁵⁵.

Vanuit de overige programma- en deelstroom gerelateerde workshops zijn het programma voor EVA Centrum en de nadere randvoorwaarden ontwikkeld en economisch onderbouwd. Deze vormen het uitgangspunt voor de keuze, c.q. verdere optimalisatie van Variant V. Doorslaggevend zijn niet de benodigde oppervlakten (die zijn, binnen deze uitwerking, hoger dan bij Variant IV), maar de mogelijkheden voor nadere ruimtelijke optimalisatie, integratie van functies en/of klimatisering en procestechnische optimalisatie c.q. hergebruik van retourstromen en procesoptimalisatie.

Het definitieve programma en de optimalisatie vanuit de zuidwestelijke locatie van de gft aflevering c.q. biovergistingsinstallatie, de ruimtelijke optimalisatie, de bouwkundige integratie van de Living Machine en de technische uitwerking van de stromen en systeem-configuratie (zie h.15.3.5) vormen de basis voor het binnen dit onderzoek opgenomen definitieve schetsontwerp voor het EVA Centrum en Sustainable Implant [Timmeren & Tawil, 2006a; Vries & Timmeren, 2006a].

15.4.3

definitieve schetsontwerp EVA Centrum en hotel 'De Luchtendans'

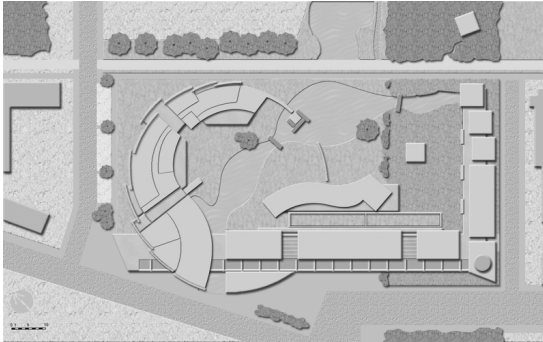
In plaats van het scheiden van de stedelijke spoorzijde en de meer natuurlijke wijkzijde, tracht het ontwerp beide omgevingstypologieën met elkaar te verweven via een onderlinge 'omarming'¹⁵⁶.

Het complex schermt de eigen tuinen en een deel van de wijk af van de eventuele geluidsdruk vanuit de zijde van de spoorzone(ontwikkeling). De Sustainable Implant en Living Machine zijn geïntegreerd in de oplossing van afscherming (zie h.15.3.5).

Het gebouw omsluit de binnentuin aan drie zijden. Alleen de kavelzijde langs de langzaam verkeersroute door de wijk Lanxmeer en de drinkwater retentie zones annex fruitboomgaarden, met zichtlijnen naar de Watertoren en daarachter de Stadsboerderij, is open gelaten. Via een subtiele geleiding in privacy zoning behoudt de tuin van het complex haar eigen semi-besloten en tegelijkertijd uitnodigende karakter.

De tuin zelf is ingedeeld in verschillende 'tuinkamers' met eigen voorzieningen en bijbehorende beleving¹⁵⁷. De verschillende binnentuinen zetten zich voort over het gebouw als 'hangende tuinen' (westgevel) en oplopende daktuinen c.q. -terrassen.

Figuur 15.24

Conceptueel plan EVA Centrum en SI
Eindfase eind 2005

Het in de noordwesthoek gelegen-, en vanuit het NS station zichtbare en eenvoudig te bereiken entree-gedeelte, met 'atrium' en centrale hal van het EVA-Centrum is het hoogste en lichtste gedeelte van het gebouw, waaromheen alles draait. Het is de kern van 'De Luchtendans', en als zodanig afleesbaar. Enerzijds ontmoeten de zeven belangrijkste programma onderdelen (Hotel, Conferentiecentrum, Wellness & Vitality centrum, Horeca, Tuinen, EVA Laboratorium, en Sustainable Implant) elkaar hier, anderzijds de twee vormgevingswerelden: het meer organische noordelijke deel van het complex¹⁵⁸ met EVA laboratorium, horeca en wellnessprogramma, en het meer orthogonale ritmische deel aan de zuid- en westzijde, met conferentiezalen, EVA Paviljoen, hotelkamers, appartementen en SI. Het zuidwestelijke deel is gebaseerd op ruimtelijke flexibiliteit, uitwisselbaarheid en koppelbaarheid van functies en ruimten¹⁵⁹.

¹⁵⁵ Het hogere grondoppervlak (ten opzichte van Variant IV) komt enerzijds door de introductie van de afgesloten stort-ruimte en door de minder efficiënte invulling van de Living Machine over twee (in feite zelfs drie) gebouwvolumes. Het gebruikte grondoppervlak voor de SI onderdelen tezamen is daarbij 320 m², en 100 m² t.b.v. compostering.
¹⁵⁶ Thema's als zacht/ hard, stedelijk/ landelijk, introvert/extravert, publiek/ privé, nat/droog worden in het totaalconcept gevat en via doorblijfsjes en gedeeltelijke transparanties met elkaar verbonden.

¹⁵⁷ De belangrijkste 'tuinkamers' zijn: een kruidentuin annex 'terrassen tuin' in de meest luwe en bezonde (noordoost)hoek, nabij de verschillende horecaprogramma onderdelen en de retentievijvers van het complex; een werktuin annex atelier tuin, gekoppeld aan het EVA Paviljoen, met onder andere een klein amfitheater en diverse

open werkplekken; een biologische zwembijver met 'wellness hut' in het midden ervan; en een 'secret garden' met (doorgezet) hoogstam fruitbomen, belevingstuinen (geur e.a.).

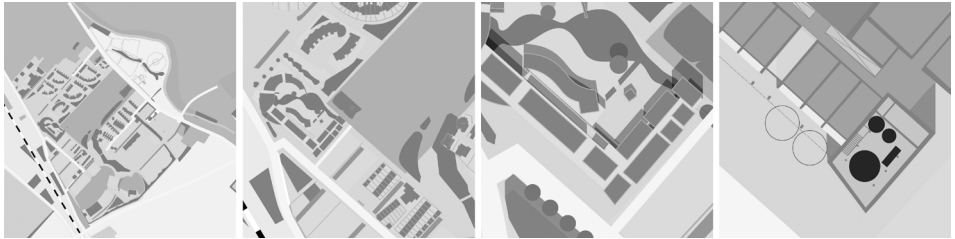
¹⁵⁸ De schijnbaar amorphe vormen van het noordelijke gebouwdeel en EVA Paviljoen zijn ontworpen op basis van een sterk geometrisch concept, zodat bouwbaarheid en bouwkosten goed beheersbaar zijn en functionaliteit gegarandeerd blijft.

¹⁵⁹ Het gehele complex en met name de verwevingen van functies en ruimten is zoveel mogelijk ontworpen volgens de principes van de 'Reggio Emilia' stroming en de 'Permacultuur'. Volgens de pedagogische stroming van Reggio Emilia, die eind jaren negentig sterk in de belangstelling stond, is de omgeving de 3e pedagoog. Hoe rijker aan impulsen de omgeving is ingericht, des te groter is de bagage waarmee kinderen de wereld in gaan. Een 'rijke' omgeving levert waardevolle referentiebeelden aan

de opgroeiende generatie, die binnen enkele decennia zelf de richting bepaalt waarin de samenleving zich ontwikkelt. In deze visie is de rol van architect en ontwerper van de ruimtelijke ordening in de samenleving bijzonder groot. Integratie van de functies wonen, werken en recreëren verlevendigt woonwijken. Het biedt daarnaast meer kansen om werk, zorgtaken en ontspanning te combineren en betekent bovendien een aanzienlijke vermindering van woon-werkverkeer. Mens- en milieuvriendelijke architectuur en een zorgvuldig vormgegeven stadslandschap verhogen de belevingswaarde en betrokkenheid van mensen bij hun omgeving en bij het milieu. Het 'vormgeven aan een sociale samenleving', waarin mensen gemakkelijk contact met elkaar maken en kinderen met elkaar opgroeien, is daarom een belangrijk onderdeel van de ontwerppopgave aan stedenbouwkundigen en architecten. Een zintuiglijke beleving staat telkens voorop.

Figuur 15.25

Lanxmeer met EVA Centrum en SI
Verschillende schaalniveaus



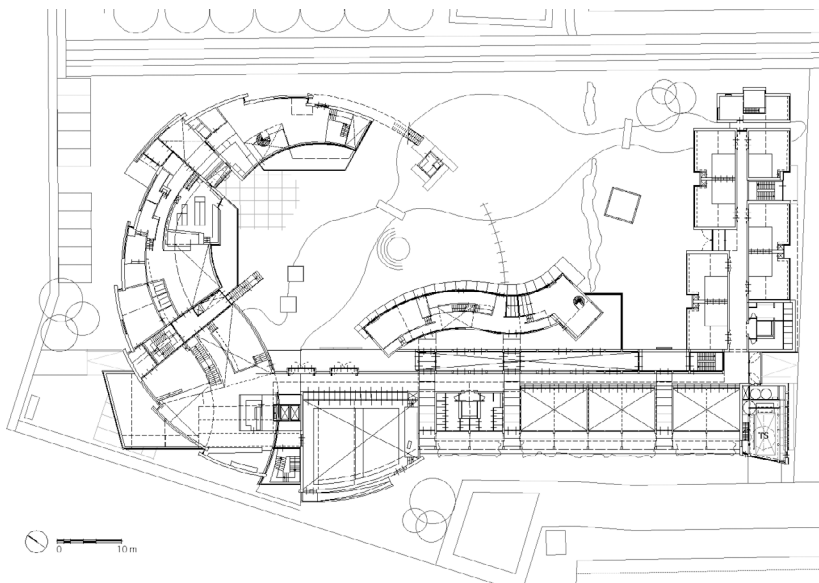
Voor de ruimtelijke toelichting op het ontwerp van het EVA-Centrum en de invulling van de diverse programmaonderdelen zie de Brochure van het EVA Centrum [Timmeren & Tawil, 2006a], en het Businessplan [Drabbe, 2006].

Ruimtelijke integratie en optimalisatie Sustainable Implant en EVA Centrum

De basis voor de Sustainable Implant wordt gevormd door de behandeling van de afvalstromen van de wijk Lanxmeer en het EVA Centrum, en door de daaruit voortkomende retourstromen, aangevuld met opgewekte dan wel vastgehouden stromen binnen het bouwkundige device. Twee basiscomponenten zijn essentieel: de anaëroobe vergister met toegevoegde systemen voor de behandeling c.q. verwerking van de afvalstromen van de wijk Lanxmeer (Basiscomponent I), en het op de Living Machine gebaseerde verticale kas-concept met hangende productietuinen (Basiscomponent II), concreet uitgewerkt c.q. geïntegreerd als dubbele gevel binnen het EVA Centrum ontwerp (zie paragraaf 15.3.5).

Figuur 15.26

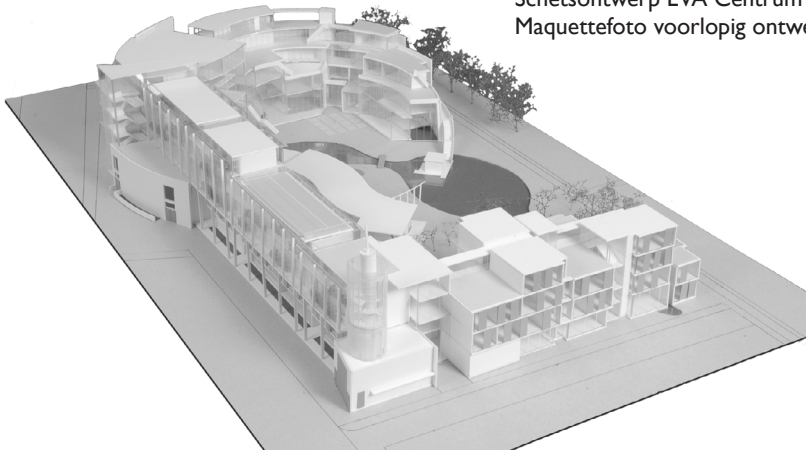
Schetsontwerp EVA Centrum en SI
Plattegrond Begane Grond



De optimalisatie van de Sustainable Implant op basis van Variant V (conceptueel ontwerp weergegeven in Figuur 15.25) heeft zich geconcentreerd op de component met het grootste ruimtegebruik: de Living Machine. Door deze te stapelen en in de (gesloten) dubbele (kas)gevel te plaatsen vindt synergie plaats met oplossingen op ander gebied: de dubbele gevel werkt als geluidsbuﬀer voor het spoor(zone) geluid, en warmte (en later mogelijk water-) terugwinning. Gelijk eerdere varianten is een deel van de Living Machine ten behoeve van educatieve doeleinden gehandhaafd in de centrale (entree)hal¹⁶⁰. Bovendien maakt het de mogelijkheid tot warmteterugwinning, toepassing van CO₂ inlaat en spoelwatergebruik (effluent biogasinstallatie) beter mogelijk, door de situering nabij. Twee andere systeemcomponenten zijn geïntegreerd (en geoptimaliseerd) in het ruimtelijk concept: de composteer ruimte (in de kelder) en de opslag van het gereinigde vloeibare effluent. De laatste mede in verband met de wens vanuit het EVA Centrum (exploitanten) om in de tuin een biologische (zwem)vijver te realiseren (met een autonoom water en zuiveringssysteem gebaseerd op natuurlijke vegetatie)¹⁶¹.

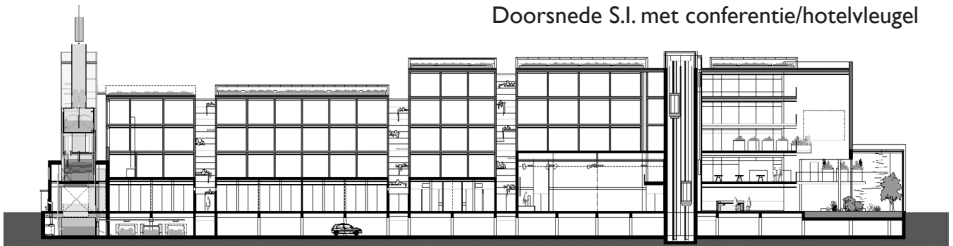
Figuur 15.27

Schetsontwerp EVA Centrum (begin 2006)
Maquettefoto voorlopig ontwerp



Figuur 15.28

Schetsontwerp EVA Centrum (begin 2006)
Doorsnede S.I. met conferentie/hotelvleugel



¹⁶⁰ Dit 'conventionele' deel van de Living Machine beslaat incl. technische ruimte een oppervlak van 81,5 m², verdeeld over twee verdiepingen.

¹⁶¹ Voor de zekerheid is deze apart

gehouden van de retentie van het vloeibare effluent van de installatie, ook al is die van een uitstekende kwaliteit (de water effluent bakken onder de galerij kunnen opgevat worden als veiligheidsbuffer; bo-

vendien worden ze benut voor secundaire doeleinden zoals reflectie t.b.v verbeterde daglichttoetreding en voor opvang van gietwater uit de hangende tuinen).

Figuur 15.29

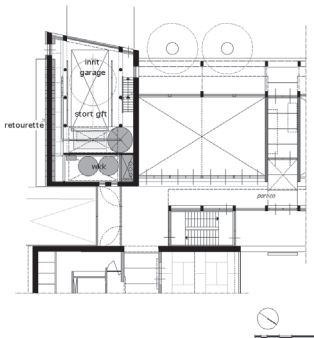
Schetsontwerp EVA Centrum (begin 2006)
Doorsneden S.I. met conferentie/hotelvleugel



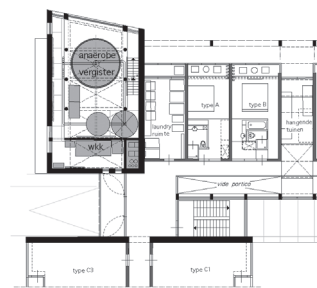
Figuur 15.30

Plattegrond en doorsnede Sustainable Implant

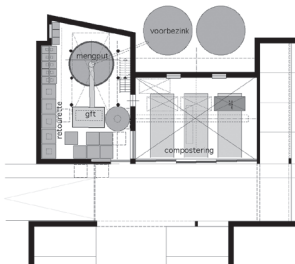
Begane grond



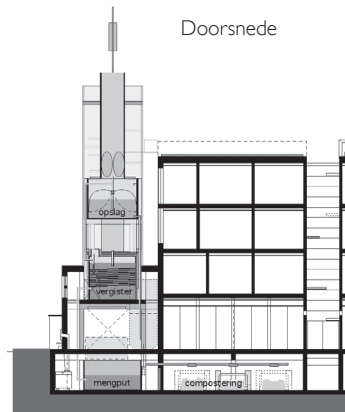
1ste verdieping



Kelder



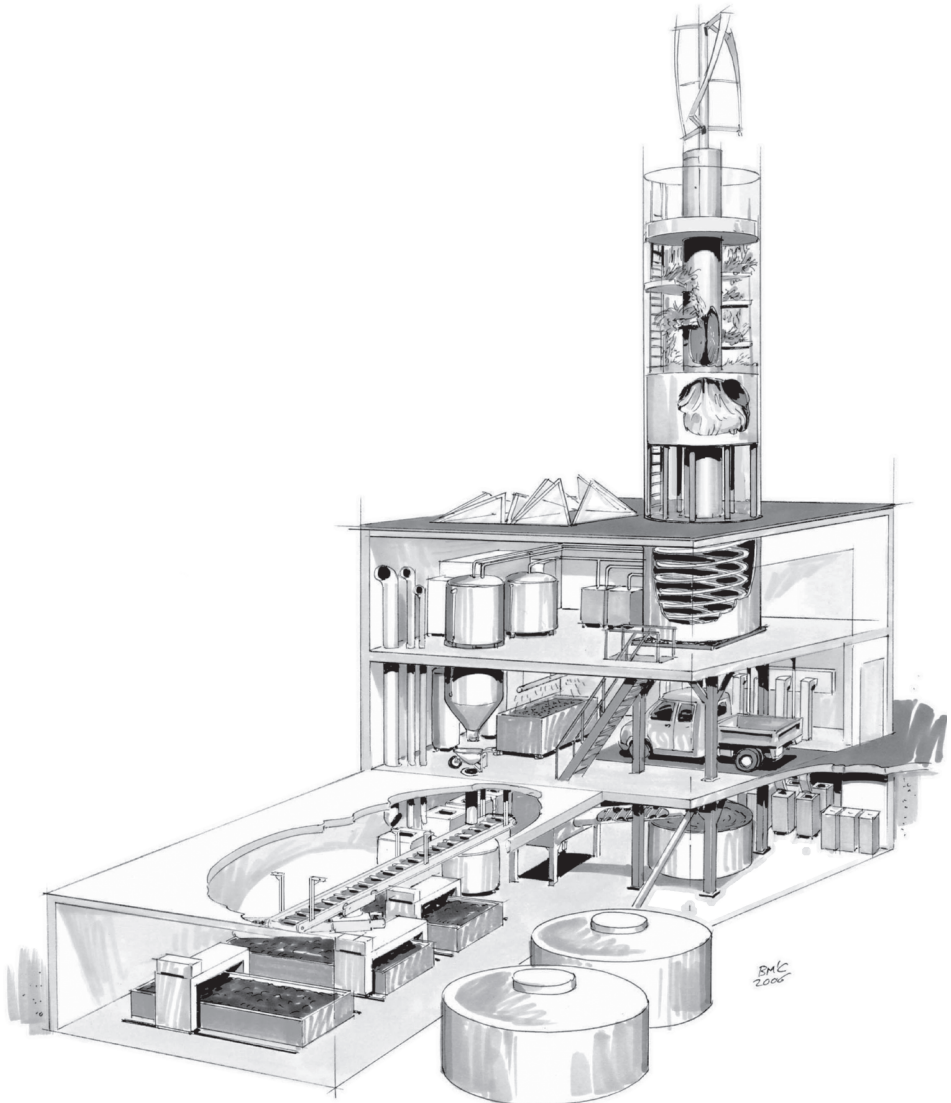
Doorsnede



De totale oppervlakte van de Sustainable Implant is met 680,1 m² door de genoemde toegevoegde voorzieningen relatief gezien weinig verkleind (zie tabel 15.01). Als de composteer-ruimte en de opslag voor het vloeibare effluent niet worden meergerekend is de installatie wel de kleinste (532,5 m²). Het grondgebruik is door stapeling van functies verminderd (154,2 m²).

Figuur 15.31

Ruimtelijke schets Sustainable Implant
Basiscomponent I



Tabel 15.1

Gebruiksoppervlakte systeemonderdelen SI

Installatiedeel	Variant III	Variant IV	Variant V	Variant V+
biogas installatie & WKK	80,4	97,2	(* 98,5) 141,0	(* 95,3) 137,8
compostering	(**) 120,0	(**) 100,0	(**) 100,0	62,1
'Living Machine'	399,6	314,5	325,4	324
Recycle Shop	107,6	114,8	82,6	54,3
gas opslag	40,6	40,0	16,4	16,4
opvang vloeibaar effluent	(***) 160,0	(***) 180,0	(***) 200,0	119,4
totale oppervlakte (excl. compostering, excl. opvang vloeibaar effluent)	627,6	566,5	565,4	532,5
totale oppervlakte (SI)	907,6	846,5	865,4	680,1
totale grondoppervlakte (SI)	352,8	277,7	320,0	154,2

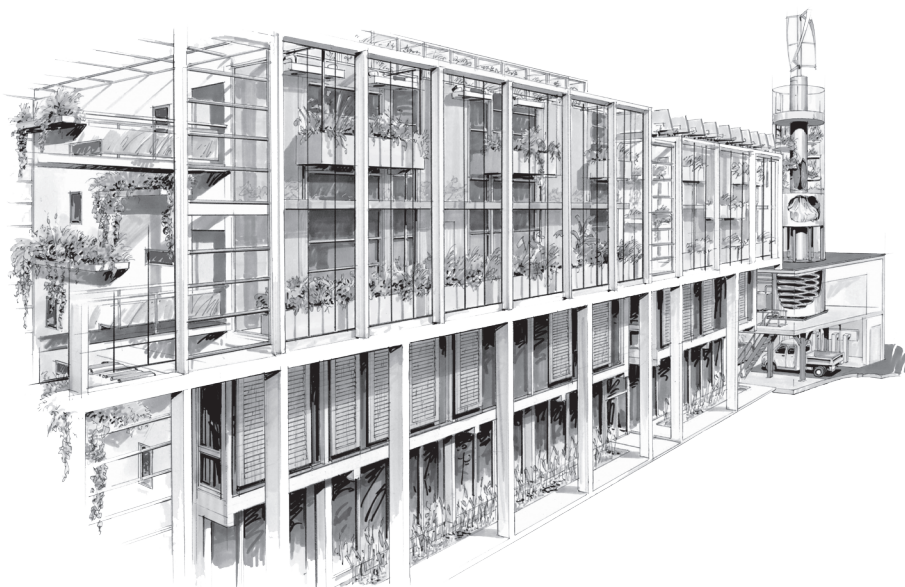
(*) bruto oppervlakte zonder het oppervlak t.b.v. inrit- c.q. parkeren voor gft-stort

(**) composteringsruimte in de tuin (Variant III) of bij stadsboerderij (Variant IV,V) in de open lucht

(***) ruimte t.b.v. retentievijvers in de tuin EVA Centrum

Figuur 15.32

Ruimtelijke schets Sustainable Implant Basiscomponent II



15.4.4

succes- en faalfactoren

De uitwerking van de Sustainable Implant, (in eerste instantie) gebaseerd op de afvalstromen van de wijk heeft bepaalde consequenties. Niet alleen is de installatie direct afhankelijk van een juiste omgang met stringente eisen c.q. aanpassing van gebruik, maar ook geldt voor elke vorm van afvalverwerking en inzameling dat deze op enigerlei wijze ergens hinder veroorzaakt. Feitelijk vormt dit de achtergrond van het huidige 'end-of-pipe' denken (en oplossen): het zo ver mogelijk van de leefomgeving transporteren van 'gevaarlijke' stromen en de oplossing daarvan¹⁶². Dat dit laatste een keerzijde heeft is uitgebreid besproken in de probleemanalyse (hoofdstuk 3 t/m5) en in de diagnosestelling voor centrale systemen (hoofdstuk 6).

Het lokaal oplossen van sanitatie en energieopwekking, en het direct koppelen van hergebruik dicht bij de gebruikers heeft bepaalde, veelal milieu en gezondheidsgerelateerde aspecten die duidelijk meegewogen moeten worden in het oplossen om een succesvolle realisatie en werking te bewerkstelligen. De kritische factoren hebben daarbij betrekking op de factoren 'tijd' (de condities verschillen per seizoen / tijd van de dag, en er zit bij hernieuwbare bronnen veelal een faseverschil tussen aanbod en vraag), 'ruimte' (voor de productie en opslag van energie en water en voor de verwerking van organisch afval en afvalwater moet voldoende ruimte beschikbaar zijn, en het stelt eisen aan de inrichting, het gebruik en soms de klimatiseren), en 'techniek' (met name de onderlinge verbinding tussen verschillende technieken en stromen; de integraliteit, zodanig afgestemd op en geïntegreerd in het landschap en de bedrijfsprocessen dat het bijdraagt aan de omgevingskwaliteit, milieu-kwaliteit en sociale kwaliteit).

Risicofactoren (en indirect succesfactoren) zijn:

- gezondheidsrisico's bij uitval inzameling¹⁶³ en/of beheer/onderhoud installatie; door uitval van de inzameling kan afval zich ophopen met als gevolg mogelijke gezondheidsrisico's, dan wel andere vormen van hinder (zicht, geur, ongedierte). Een zelfde probleem doet zich voor bij het onderhoud van de installatie (wisselen filters e.d.). Een back-up scenario moet daarom voor vervanging van mankracht en/of materieel beschikbaar zijn¹⁶⁴;
- veiligheid: voor de vergistingsinstallatie geldt een vastgestelde veilige afstand tot de gasopslag van 5 tot 20 meter. Het type gasopslag is hierbij bepalend. Voor de gekozen configuratie is de veiligheidszone 5 meter. Veranderingen in systeem-samenstelling en configuratie hebben effect op deze zone (afstand) en op de integratiemogelijkheden van de installatie;

¹⁶² RWZI's zijn over het algemeen geur waarneembaar, wat door toenemende verstedelijking en het steeds vaker ombouwen van deze, voorheen buiten de stad liggende, installaties leidt tot meer meldingen van hinder. Zelfs bij deze conventionele, centrale manier van behandelen [Sidler et al., 2004].

¹⁶³ Vooral in geval van het eenmalig, dan wel voor langere tijd wegval-

len van de inzameling (bijv. door ziekte stadsboer, kapot materieel, e.d.).

¹⁶⁴ In het Lanxmeer project zijn vanaf het begin alle relevante actoren betrokken: de gemeente, de AVRI, en Zuiveringsschap Rivierenland. Doordat het project feitelijk een pilot is en dus enig in zijn soort, is er voor gekozen de centrale netwerken als back-up voor-

ziening toe te passen. Een dergelijke oplossing is minder eenvoudig, dan wel vergt meer uitwerking, in geval van extrapolatie van het project naar andere (bijeengelegen) gebieden (zie ook hoofdstuk 7).

- geluid; buiten de normale werkuren, maar feitelijk gedurende het gehele etmaal mag er geen geluidshinder zijn. Binnen werkuren zal het geluid van de installatie, of van bijvoorbeeld het toe- dan wel afvoeren van gft afval of compost, sporadisch waarneembaar mogen zijn¹⁶⁵;
- geurhinder; wettelijk is regelmatige geurhinder niet toegestaan. Vandaar de binnen dit hoofdstuk omschreven randvoorwaarde van een afgesloten ruimte (ook voor het 'storten' en composteren; de stankcirkels hangen samen met de opslag van de te vergisten producten¹⁶⁶). De bio-filters moeten zorgen dat geen geurhinder optreedt. De momenten van wisseling van de filters moeten kortstondig zijn en mogen niet vaak voorkomen;
- stof; de installatie mag geen (extra) stof in de omgeving veroorzaken¹⁶⁷;
- verkeerd gebruik (procesbelemmerende stoffen in afval en/of afvalwater); de aanwezigheid van (herhaalde) voorlichting en een intentional community (zie o.a. hoofdstuk 15.3.4 stadsboer en hoofdstuk 14 PvM-22/-72/-114/-131) zijn van doorslaggevend belang voor goed handelen van bewoners c.q. gebruikers;
- (beheersbare) kosten; in een vroegtijdig stadium moet daartoe in nauwe samenwerking met belanghebbenden een economisch model opgesteld worden¹⁶⁸;
- dimensionering; dit is belangrijk bij het sluiten van de kringlopen, waarbij de nadruk veelal ligt op kwantiteit (afstemming van output en input van de verschillende processen). Door het wijzigen van het project (de wijksamenstelling), de gebruikers/bewoners (leefstijl) en van de omgeving zijn installaties mogelijk onvoldoende groot dan wel te klein gedimensioneerd;
- wegvallen systeemonderdelen; het belang van de directe toepassing van de retour-stromen van de S.I. maakt dat 'een aannemer', in de zin van ontvanger/gebruiker van de retour-stromen, (zeer) nabij noodzakelijk is. In Lanxmeer betreft dit het EVA Centrum (met een relatief hoge warmtevraag), en de stadsboerderij (met een mest- c.q. compost vraag)¹⁶⁹. Een groot deel van de installatie is meegenomen als onderdeel van het EVA Centrum (architectonisch geïntegreerd en opgenomen in de exploitatie)¹⁷⁰;
- algemene nadelen bij (vormen van) zelfbeheer; de integratie van de verschillende oplossingen in één voorziening en de keuze voor het in eigen beheer houden van de essentiële (of zelfs alle) nutsvoorzieningen brengen zekere risico's rondom de kwaliteit en continuïteit met zich mee. Er moeten back-up voorzieningen gerealiseerd worden voor de essentiële voorzieningen (drinkwaterlevering, afvalverwerking, energielevering). Binnen de uitwerking van de S.I. in EVA Lanxmeer en van het EVA Centrum worden daartoe de aanwezige infrastructures benut¹⁷¹. In de loop van verdere ontwikkeling wordt in samenwerking met belanghebbenden (exploitanten) vanuit het EVA Centrum onderzocht in hoeverre het doel van zelfvoorziening en volledige ontkoppeling uitgewerkt kan worden. Overgebleven is het realiseren van één centrale aansluiting op het rioleringsnet (wijk Lanxmeer, EVA Centrum en S.I.) en op het elektriciteitsnet (EVA Centrum onderdelen en SI)¹⁷². Bij nadere uitwerking van de 'terugvalposities' en een gedegen zelfbeheer is het mogelijk de kans op onderbreking van de de nutsvoorziening kleiner te krijgen dan bij afhankelijkheid van centrale netten¹⁷³ [vergelijk Wortmann et al., 2005 pp51];
- juridische belemmeringen¹⁷⁴; zo blijkt uit jurisprudentie dat huishoudelijke afvalstromen, waaronder GFT, niet worden gezien als positieve lijst producten om te mengen en te vergisten met mest. Dit betekent dat het de vraag is of het digestaat (uitvergist product) uit de vergistingsinstallatie, ondanks dat er mest wordt bijgevoegd, gezien kan worden als een meststof die kan worden verwerkt in het kader van het Meststoffenbesluit. Indien dit niet geval is moet het digestaat als afvalstof worden afgevoerd en zal een andere (semi)

vaste organische afvalstof (bijv. parkafval) als substituut dienen;

- oververhitting verticale kas; voor het kunnen gebruiken van de warmte van de kas is gekozen voor een volledig gesloten systeem. Er bestaat voor de zuiveringsgewassen, en met name voor de geplande agrarische gewassen risico van schade (bij temperaturen >35°C). Het koelsysteem op basis van retourwater vanuit de aquifer is dan onvoldoende, zodat een mogelijkheid tot openen van de kas aanwezig moet zijn.

165 Als eis buiten werktijd (voor 8.00, en na 17.00 uur) geldt de normale geluidshinder eis: <35 dB(A) op de nabije gevels; binnen werktijd kan worden aangehouden: maximaal 2,5% van de tijd tot 70 dB(A), normale geluidsniveau <55 dB(A) [Sidler et al., 2004].

166 De grootte van de stankcirkels is afhankelijk van hoeveelheid en de manier van opslag hier eisen aan kunnen worden verbonden. De grootte van de stankcirkels zijn sterk afhankelijk van toe te passen maatregelen. Voor de toetsingscriteria voor een milieuvergunning voor een mestvergistinginstallatie met co-producten vormt de Handreiking LA06 (Co)vergisting van mest van infomil de referentie. Anno begin 2006 is er nieuw 'stankbeleid' in voorbereiding (wetsvoorstel geurhinder en veehouderij). Deze wet maakt de rol van gemeenten als bevoegd gezag (binnen de marges, zoals opgesteld door het Rijk) om grenzen in te stellen.

167 De installatie omvat geen stof emitterende processtappen. Enig mogelijke hinder zijn de compostering en het storten van afval. Beide activiteiten zijn om twijfel te voorkomen (elk afzonderlijk) geplaatst in afgesloten ruimten.

168 In Lanxmeer is op basis van de kwantitatieve analyse in een vroeg stadium gekozen voor het opzetten van een economisch model voor 10 jaar en de specifieke installatiedelen c.q. -componenten I.1 en I.2 inclusief het composteren (zie hoofdstuk 15.3.5) [Sidler et al., 2004]. Uit de studie bleek een mogelijke economische exploitatie van dit deel van de installatie (neutrale exploitatie). Hierbij zijn wel bepaalde aannames gedaan (zoals inzet van vermeden kosten ten gunste van het project). Het merendeel van de aannames is inmiddels binnen de

biogas ontwikkelingsgroep door de betrokken partijen bevestigd [Vries, 2005b]. Alleen de jaarlijkse afdracht van €100 aan vermeden kosten door bewoners is nog niet definitief vastgesteld (uitkomsten van de bewonersenquête met de concrete vraag hieromtrent tonen wel de brede bereidheid hiertoe [Vries & Timmeren, 2006]). Het na precipitatie verwerken van slib in de Living Machine, heeft mogelijk effecten op de exploitatie van de Living Machine; die effecten zijn in de studie niet meegenomen. Voor de installatiedelen I.3 en I.4 is een neutrale exploitatie gebaseerd op gerealiseerde projecten [Timmeren 2002a; Timmeren, 2000a]. De installatiedelen II.1 t/m II.4 (zie hoofdstuk 15.3.5) zijn als onderdeel van het EVA Centrum meegenomen binnen het exploitatieplan [Drabbe, 2005d]. De grootste extra investeringen zijn de kosten voor de warmte terugwinning en de kosten voor warmteopslag (aquifer, putten en pompen). Deze kosten moeten kunnen worden terugverdiend door warmtelevering aan het EVA Centrum (en met name aan de Wellness-programma delen).

169 Eén en ander heeft stedenbouwkundige consequenties (ten dele uitgewerkt in de hoofdstukken 9 en 11). Wat buiten deze studie valt, maar zeker vraagt om vervolgonderzoek zijn studies naar de verhouding tussen het SI concept en de bebouwing (of meer toegespitst: naar energievraag en compostverwerkingscapaciteit nabij).

170 De uitwerking is plaatsspecifiek. Al zijn de principes eenvoudig te extrapoleren naar vergelijkbare typologieën en functies, zoals kantoren.

171 Er zijn voor de backup van de energie en sanitatievoorziening voorlopige afspraken gemaakt met de belanghebbenden c.q. beheerders (Gemeente Culemborg, Nuon

en Zuiveringsschap Rivierenland). Voor de elektriciteitsopwekking in de WKK wordt als 'terugval positie' de plaatsing van extra gasturbines en het overschakelen van biogas op aardgas, bioethanol of LPG overwogen. Voor de verwarming is de plaatsing van een noodketel op aardgas een optie. Daarnaast is binnen het energie en waterconcept elektriciteitsvoorziening via de twee decentrale windturbines en photo voltaïsche cellen op enkele dakdelen (niveau 1 en 5) in combinatie met opslag in Lithium-ion batterijen uitgewerkt.

172 Het systeem wordt uitgewerkt met een intern controle- en verrekeningssysteem.

173 Zie ook Probleemanalyse Hoofdstuk 3.2.2, Hoofdstuk 5.4.2 en Diagnostestelling Hoofdstuk 6.3.1 / 6.3.2 en Hoofdstuk 7.3.1 .

174 Een ander aspect is het bevoegd gezag. Binnen de huidige ontwikkelingstrajecten is tot dusverre er van uitgegaan dat dit de gemeente is (die als partij volwaardig betrokken is binnen de werkgroep). Uit de IVB volgt dat de provincie bevoegd gezag wordt indien van buiten de inrichting afkomstige ingezamelde of afgegeven huishoudelijke afvalstoffen met een capaciteit ten aanzien daarvan van 35 m³ of meer (cat. 28.4 a.1o. IVB) de opslag van afvalproducten meer is dan 1.000 m³ (cat. 28.4 a.6o. IVB), de doorzet mag niet meer zijn dan 15.000 ton per jaar (cat. 28.4 c.1o.).

175 Bij deze interactieve werkwijze wordt vooral met uitvoering en beheer leerervaring opgedaan die de kwaliteit van planvorming en ontwerp vergroten, al leidt het in eerste instantie ook tot een grotere complexiteit en vereist het intensieve en goed georganiseerde communicatie.

Bij complexe vraagstukken is een deel van de onzekerheden van structurele aard en zelfs theoretisch niet te elimineren. Het zijn de niet-technische onzekerheden, zoals haalbaarheid en aanvaardbaarheid, die als een zwaard van Damocles boven het proces blijven hangen.

Dit soort onzekerheden kunnen uitsluitend in de praktijk getoetst, en mogelijk opgelost worden. Het verhogen van de complexiteit binnen het ontwikkelingsproces levert aanvullende voorwaarden. Het afstappen van de seriële werkwijze (beleid, planvorming, ontwerp, uitvoering, beheer), zoals besproken in hoofdstuk 13 is van doorslaggevend belang. Vooral de overgang van planvorming naar ontwerp en uitvoering verloopt vaak slecht. Beheerders en ontwerpers hebben nauwelijks interactie [Geldof, 2003]. Door het introduceren van parallelle werkwijzen (digitaal en fysiek) na afloop van een voorbereidende intensieve periode van visievorming, kan een interactieve uitvoering ontstaan van de ontwikkelde visie¹⁷⁵. De binnen de ontwikkeling van het EVA Centrum en Sustainable Implant gebruikte ‘drie sporen aanpak’, met zowel een digitale als een fysieke werkomgeving maakt de complexiteit van de oplossing(en) werkbaar, en kan de rol van dominante en/of cruciale actoren ondersteunen en waarnodig reduceren. Dit proces, en de ontwikkeling van EVA Centrum en Sustainable Implant in Lanxmeer is, ten tijde van afronding van dit onderzoek, nog volop gaande.

15.5

Conclusies & Afronding Deel IV

15.5.1

Conclusies hoofdstuk 15

- Afval is een nuttige grondstof binnen de stedelijke omgeving. Hoe verder van de ‘bron’ ze wordt afgevoerd en gebundeld des te minder en laagwaardiger de mogelijkheden voor volhoudbare verwerking. Vooral organisch afval kan bij een goede inrichting en beheer verwerkt én hergebruikt worden binnen de directe leefomgeving van mensen.
- Kortsluiten van kringlopen op basis van lokale sanitatie met energieopwekking levert een bijdrage aan het reduceren van de CO₂ uitstoot en relatief goedkope energieopwekking uit hernieuwbare bron. In een wijk als Lanxmeer geeft alleen de gasopbrengst onvoldoende economisch voordeel. De hoeveelheid netto te winnen gas is te gering voor de investering en exploitatie van de installatie.
- De uitwerking van (ruimtelijke) integratie van systeemcomponenten is bij installaties op basis van decentrale concepten zeer locatie-, programm-a en gebruikersspecifiek. Uitwerkingen zijn daardoor moeilijk te extrapoleren.
- Voorwaarde voor het sluiten van kringlopen op kleine schaal is het verweven van verwerking van afvalstromen en directe toepassing van de retourstromen. Dit kan via een compacte bouwkundige samenhang met groene buitenruimte nabij, bij voorkeur met agrarische bestemming, die in een wederkerige relatie met elkaar staan.
- Uit het afval van één huishouden, gelijk aard en grootte binnen de (context van de) wijk Lanxmeer, kan nagenoeg 100 m³ aardgas equivalent (a.e.) per jaar worden gewonnen. Hiervan is ca. een derde benodigd voor procesverwarming, zodat 70 m³ a.e. resteert voor toepassing c.q. toelevering t.b.v. volhoudbare energievoorziening nabij. Daarnaast levert de wijk (250 woningen) ruim 80 m³ compost (grondverbeteraar) en ca. 875 m³ gebruikswater per jaar.

- Bij anaërobe vergisting kan het opgewekte biogas worden benut voor energieopwekking in een WKK, en (na lichte behandeling) voor directe toepassing. De keuze wordt bepaald door de mogelijkheid tot afzetten van gas en/of restwarmte, en door de prijs die ervoor betaald wordt. Binnen de huidige context is toepassing binnen WKK, ondanks de hogere jaarlasten, gunstiger doordat dit (direct) bijdraagt in de (eigen) energiebehoefte en de noodzaak tot opslag wordt geminimaliseerd.
- Het lokaal oplossen van sanitatie binnen het geïntegreerde concept heeft naast de voordelen van hergebruik ook milieutechnische voordelen: het voorkomt milieueffecten tijdens transport c.q. versnelt de detectie, en maakt het zuiveren van medicijn- en hormoonresten uit het afvalwater beter mogelijk dan in de RWZI's.
- De aanwezigheid van een 'intentional community' is noodzakelijk voor de ontwikkeling en realisatie van het sluiten van kringlopen en het directe hergebruik op lokaal schaalniveau. Maar zelfs bij een intentional community moet nog steeds veel gecommuniceerd, toegelicht en inspraak toegepast worden om de 'intentie' te sterken en kennis (verder) te vergroten.
- Naast positieve effecten moet bij de kennisverschaffing van bewoners/gebruikers het belang van een gezamenlijke verantwoordelijkheid en betrokkenheid voor succesvol functioneren centraal staan. Dit maakt dat een Sustainable Implant, of een soortgelijke oplossing voor het lokaal sluiten van kringlopen nooit kan worden gerealiseerd als bewoners en/of gebruikers niet reeds samenwonen, of tenminste regelmatig samenkomen.
- Bij toepassing van systemen voor het sluiten van kringlopen in de gebouwde omgeving zijn de sociale kenmerken doorslaggevend voor succes, en daarmee voor de schaalgrootte van de oplossing. (Milieu)Technisch en ruimtelijk lijkt extrapolatie goed mogelijk of zelfs economisch gezien wenselijk, maar de sociale condities vereisen voor dergelijke oplossingen, afhankelijk van de ruimtelijke uitwerking, een maximale grootte van 200 tot 500 woningen.
- De maximale grootte is te realiseren door een sterke (steden)bouwkundige uitwerking (lees geleiding) in beleefbare schaalniveaus en de sociale ondersteuning daarvan voor, tijdens en na ingebruikneming (werkbijeenkomsten, voorlichting, inspraak). Het ruimtelijke ontwerp van de gehele wijk en de directe leefomgeving van de woningen worden daarmee succesfactoren voor de toepassing van een SI of vergelijkbare concepten.
- De verschillende technieken voor het optimaliseren van de stromen voor het sluiten van kringlopen moeten en kunnen worden samengevoegd in één 'device' om direct (her)gebruik te optimaliseren. Het device moet bij voorkeur worden geïntegreerd met een bouwwerk c.q. functie waar de retourstromen zo veel mogelijk toegepast kunnen worden voor noodzakelijke voorzieningen.
- Een Sustainable Implant functioneert optimaal als intermediair tussen gebouw met een functie op boven-wijk schaalniveau en de (woon)wijk. Dit maakt dat een stedenbouwkundige uitwerking van wijken of stadsdelen, gebaseerd op vermenging van woon/werk functies, gewenst is.
- De systeemcomponent Living Machine is procestechnisch niet strikt noodzakelijk voor het succesvol functioneren van de gehele S.I. Het afvalwater kan meegenomen worden in de anaërobe vergister. In verband met het direct kunnen hergebruiken van retourstromen biedt het opnemen van een (verticale) glazen kas ten behoeve van bijvoorbeeld agrarische invulling of andere processen een meerwaarde.

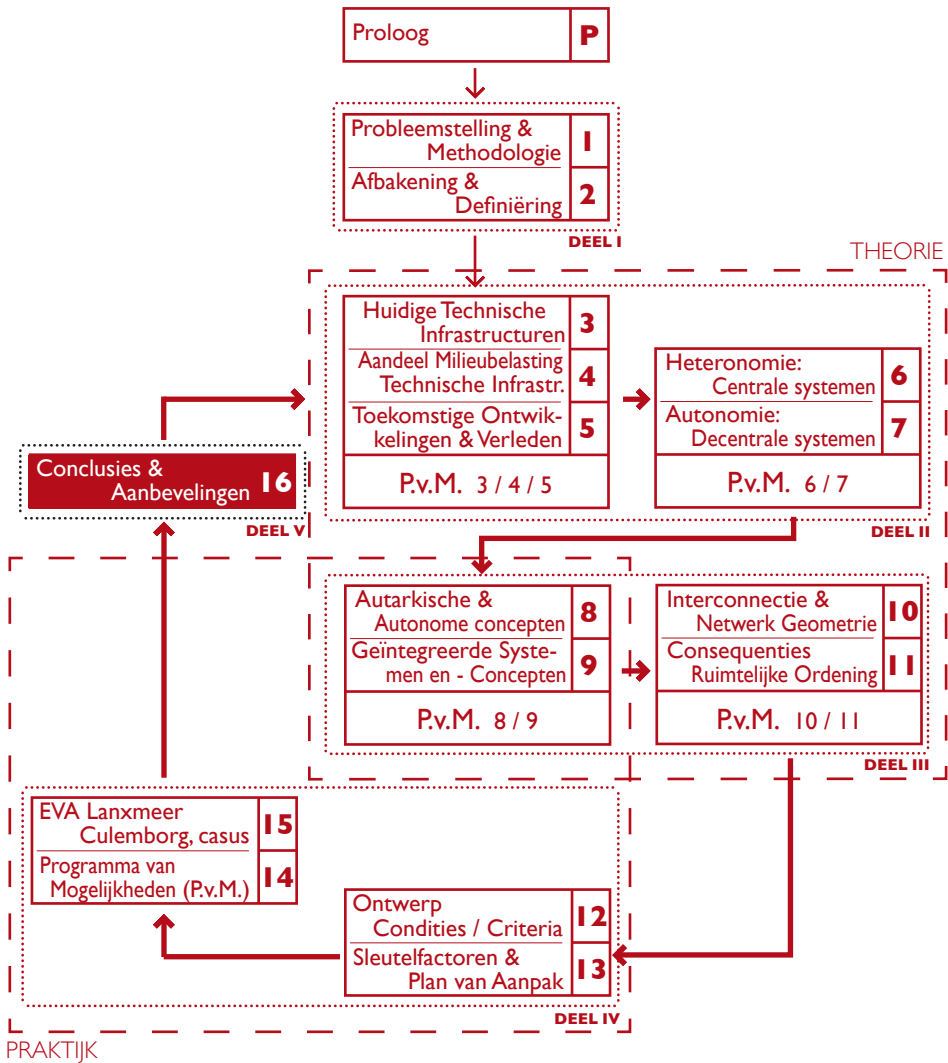
- De mate van integratie met andere voorzieningen c.q. bouwkundige entiteiten bepaalt de uitwerking van organisatie en beheer, en de mogelijkheden voor financiering.
- Voor een wijk van de grootte van Lanxmeer (244 woningen) is het verwerken van nagenoeg alle organische afvalstromen en de teruglevering en toepassing van reststromen nabij de bron (t.b.v. het sluiten van, dan wel bijdragen aan het sluiten van de koolstof-, energie en nutriëntenkringloop en vaste afvalscheiding en verwerking op lokale schaal-niveaus) in een Sustainable Implant door ruimtelijke integratie en meervoudig ruimtegebruik oplosbaar op een grondoppervlak van 154 m².
- De huidige wet- en regelgeving maakt realisatie van systemen voor een geïntegreerde oplossing van de essentiële stromen in de gebouwde omgeving moeilijk, maar niet onmogelijk. Door het geïntegreerde karakter van de oplossing kan de weigering van een vergunning of toekenning van een ontheffing van één onderdeel de realisatie en werking van de gehele oplossing onmogelijk maken.
- Bij het kortsluiten van kringlopen op basis van lokale sanitatie met energieopwekking blijken binnen de Nederlandse context centrale netwerken of voorzieningen als terugvalpositie voor alle essentiële stromen in de meeste gevallen de beste oplossing. Binnen deze context kan dit, bij het extrapoleren van de oplossing naar grotere schaal van toepassing zijn, zonder dat de bestaande netwerken (en installaties) moeten worden aangepast of uitgebreid. Noodzakelijk geachte uitbreiding van de huidige netwerken, en zelfs renovatie, kan bij de juiste implementatie vermeden worden.
- Het introduceren van oplossingen voor lokale sanitatie met energieopwekking levert een (geringe) bijdrage aan het creëren van (lokale) werkgelegenheid en extra woonkwaliteit als (agrarische) groenvoorziening in de nabijheid (met een mogelijke zorgfunctie), en (eenvoudiger) realisatie van toegevoegde vormen van (decentrale) dienstverlening.

15.5.2

afronding deel IV

Binnen dit hoofdstuk is getracht de conclusies uit de voorgaande hoofdstukken te toetsen aan de praktijk. De oplossing is plaats-specifiek en dient gelezen te worden als een illustratie van de in de onderzoeksdelen II en III onderzochte probleemstelling. Uitgangspunt vormt daarbij het Programma van Mogelijkheden (hoofdstuk 14). Met behulp van de in hoofdstuk 12 beschreven beoordelings- en evaluatiecriteria zijn varianten getoetst en gekozen, en is een geïntegreerde oplossing uitgewerkt. Voor de wijk Lanxmeer te Culemborg is de algemene probleemanalyse vertaald naar de thema's technologie, milieubelasting, infrastructuur, schaal van toepassing en betrokken actoren, en het onderling verbinden en integreren van deze thema's. In de gepresenteerde uitwerking is de voorziening van de sanitatiestromen in de wijk en sanitatie- en energiestromen van het EVA-Centrum volhoudbaar opgelost en ruimtelijk uitgewerkt.

DEEL V



Samenvatting, Conclusies en Aanbevelingen

16.1

Samenvatting en analyse

16.2

Reflectie en beantwoording onderzoeksvragen

16.3

Slotconclusies

16.4

Aanbevelingen

h 16

“We leven voortdurend
in verbroken evenwichten, dat spreekt vanzelf.
Dat heet dynamiek.
Ik geloof helemaal niet in herstel van evenwicht
door achteruit te gaan lopen.
Eerder in permanente onevenwichtigheid
op zoek naar iets dat voor ons ligt.”

Jean Nouvel

16.1

Samenvatting en Analyse

16.1.1

heteronomie en 'duurzame ontwikkeling'

Er is toenemende heteronomie van essentiële voorzieningen, vooral van energie en sanitatie. De methoden en technieken die worden toegepast bij de huidige essentiële infrastructuur voor de energie- en sanitatievoorziening zijn te duiden als traditioneel en centralisatieparadigma volgend¹. Er is sprake van schaalvergroting. Door de globalisering in combinatie met de liberalisatie van de energie- en (in mindere mate) vaste afvalmarkt is dit zelfs structureel. Kenmerken van ontwikkeling zijn verder: specialisatie en segmentarisering met als voornaamste gevolg één tot enkele dominante actoren per deelstroom of sector. Een nieuw kenmerk van de verschillende technische infrastructuur is convergentie. Dit resulteert in grotere complexiteit en een gevoelsmatig ervaren grotere gebruikersafhankelijkheid van de structuren. Betrouwbaarheid, en indirect de betaalbaarheid worden van groter belang. Het gaat nu nog ten koste van duurzame ontwikkeling. Door oligopolistische marktvorming zijn op korte termijn wel positieve effecten in efficiëntie van het gebruik van de (infra)structuren te verwachten en dus voor de betaalbaarheid van de eraan gekoppelde diensten. Er ontstaat een dilemma tussen de korte termijn (economische efficiëntie) en de lange termijn (duurzaamheid en voorzieningszekerheid). Een nieuw kenmerk van de verschillende technische infrastructuur is convergentie. Dit resulteert in grotere complexiteit en een gevoelsmatig ervaren grotere afhankelijkheid van de gebruikers.

Het besef dat andere, meer duurzame alternatieven gevonden kunnen worden door juist af te stappen van de specifieke kenmerken van de traditionele paradigma's, lijkt bij een grote groep van de relevante actoren nog te ontbreken. De dominante actoren hebben belang bij het zo efficiënt mogelijk gebruik maken van, en met zo min mogelijk risicovolle investeringen doorbouwen op, bestaande structuren. Aspecten die kansen bieden voor duurzaamheid, zoals de verrekking van transport(afstanden) en mogelijkheden voor productdifferentiatie vinden nog niet, of onvoldoende plaats. Betrouwbaarheid, en indirect de betaalbaarheid worden door toenemende heteronomie ten koste van duurzaamheid van groter belang.

Duurzaamheid van de essentiële technische infrastructuur

Vanuit de maatschappelijke doelstelling 'duurzame ontwikkeling' gezien geldt dat het gekozen pad van schaalvergroting niet per definitie de meest optimale is. Kenmerk van schaalvergroting is de toename van het belang van verplaatsen van de stof- en energiestromen. Een belangrijke rol is weggelegd voor fysieke infrastructuur. Het is nuttig onderscheid te maken tussen ondergrondse en bovengrondse infrastructuur. De kennis van de milieukosten van de technische, veelal ondergrondse infrastructuur is nog beperkt.

¹ Het geldende paradigma, bepaald door de actoren die gelieerd zijn aan de essentiële stromen en infrastructuur, lijkt aan te sturen op een

ontwikkeling die het principe van de 'economies of scale' volgt. Dit houdt, naast verdergaande interconnectie, een verticale integratie in die

voortbouwt op bestuurlijk organisatorische integraliteit.

Aangezien vooral op schaalniveau van het gebouw veel bekend is met betrekking tot de milieueffecten van de infrastructuur en voorzieningen, is er voor gekozen de milieukosten te toetsen op het schaalniveau van de (stads)wijk. Voor de visualisatie van de milieubelasting van de technische infrastructuur is gekeken naar een deel van de vindex uitbreidingswijk Oosterhout in Nijmegen. Binnen de nieuwbouwwijk is de milieubelasting van technische infrastructuur (exclusief wegen) 10.4% van de totale milieubelasting.

Het aandeel is als niet significant te benoemen, maar ook als niet te verwaarlozen, met name daar waar het de warmwater infrastructuur en de rioolinfrastructuur betreft².

Rekening moet gehouden worden met de Nederlandse bodemgesteldheid³.

Bij drie alternatieve configuraties voor de technische infrastructuur met de grootste milieubelasting (de warmtevoorziening) is gebleken dat een reductie op technische infrastructuur op wijkniveau niet per definitie leidt tot een lagere totale milieubelasting van de wijk. Een geoptimaliseerde stedenbouwkundige structuur heeft meer invloed op de milieubelasting dan optimalisering van de infrastructuur door middel van andere systeemkeuzes of transportopties.

Optimalisering bij centrale (nuts)voorzieningen vraagt dus om 'compact bouwen'.

Duidelijk is dat de status van de betekenis van besluitvorming ten aanzien van vernieuwing en/of verbetering (en verduurzaming) van technieken en bijbehorende infrastructuren voor de essentiële stromen nauw verweven is met de geschiedenis van de ontwikkeling ervan en vooral ook met de stedelijke ontwikkeling in het algemeen⁴. Door de scheiding van (technische) infrastructuur en stedelijke context is ruimtelijk structurerende werking van de technische infrastructuur, zoals we deze van oudsher kennen, weggevalen. Dit wordt versterkt naarmate sprake is van meer (verschillende) infrastructuur.

(Verdere) verduurzaming

Zoals besproken is er nog maar weinig bekend over het aandeel van de infrastructuur op de totale milieubelasting op de hogere schaalniveaus. Ook weet men niet welke systeem-samenstelling van de technische infrastructuur als het meest milieuvriendelijk aangemerkt kan worden. Het betrekken, en binnen de levenscyclus 'naar voren halen' van milieukosten (het zogenaamde 'statiegeld principe') is vanuit 'duurzame ontwikkeling' bezien een goede optie.

De inpassing van nieuwe technologie en deelstromen uit hernieuwbare bronnen leidt tot grotere fluctuaties in kwantiteit van het aanbod⁵ (vooral van de energiestromen) en tot introductie van meerdere (parallele) kwaliteiten (met name van de sanitatiestromen), ofwel differentiatie van producten en diensten binnen de verschillende technische (infra-)structuren.

Bij de energievoorziening moet meer nadruk komen te liggen op het vergroten van de flexibiliteit binnen de bestaande (infra)structuren⁶. Vooral vanwege de verwachting dat geen sprake zal zijn van (het ontstaan van) één doorslaggevende technologie.

Voor de sanitatiestromen gerelateerde infrastructuren geldt dat het min of meer al gaat om één toegepaste (centrale) technologie. De 'wet van de remmende voorsprong' en het zogenaamde 'prisoners dilemma' dringen zich op: afwijking van deze specifieke (end-of-pipe) oplossingsrichtingen is dermate kostbaar en zal zulke verre gaande maatschappelijke consequenties met zich meebrengen, dat geen andere keuze mogelijk lijkt dan verder bouwen op deze (kostbare) infrastructuren en systemen.

De realisering van infrastructuur betreft vrijwel altijd trage en grootschalige processen in de laag 'ondergrond', volgens de lagedefiniëring van de Nota Ruimtelijke Ordening. Voor een structurele oplossing en verduurzaming moet gekeken worden naar de technische infra-

structuur als onderste laag van dit lagenmodel. Deze zal sturend zijn voor het ontwerp en de allocatie van de snellere dynamiek van de bovenliggende laag van de ‘netwerken’, en van de laag ‘occupatie’.

De infrastructuur hangt sterk samen met de productie (zowel toe- als afvoer). Een gewenste verandering in de infrastructuur, bijvoorbeeld van een capaciteitsknelpunt kan worden opgelost via investering in uitbreiding van de infrastructuur (nu gangbaar), maar in veel gevallen ook door de ‘productie’ aan te passen op strategische punten van het (centrale) net.⁷ Een mogelijkheid is het al dan niet (decentraal) koppelen van (additionele) deelproductie (opwekkings- of verwerkingscapaciteit) uit hernieuwbare bronnen. Dit kan een geleidelijke verandering van het paradigma volgens een glijdende tijdschaal inhouden in plaats van een radicale verandering(en) op een (on)bepaald moment. Het betreft bovendien mogelijke ingrepen op korte termijn ten behoeve van garanties (volhoudbaarheid, leverings- c.q. verwerkingszekerheid en betaalbaarheid) op lange termijn. Een dergelijk principe kan van dienst zijn als zogenaamd terugvalsceenario bij onvoorziën ernstig disfunctioneren van bijvoorbeeld het huidige proces van verdere opschaling en liberalisatie van sectoren.

16.1.2

heteronomie en decentrale (zelf)voorziening

Er bestaat maatschappijbreed consensus over de noodzaak van basisvoorzieningen om binnen de eigen woonomgeving te voorzien in de meest fundamentele behoefte, zijnde ‘Onderhoud’, de zogenaamde primaire levensbehoefte. Beschikbaarheid van energie, voedsel, waaronder schoon drinkwater, en afvoer van afvalstoffen behoren daartoe.

Het heeft geen zin om vanuit ‘duurzame ontwikkeling’ maatregelen te proberen die deze fundamentele behoefte aantasten. Naar voren is gekomen dat het belang van de zekerheid van levering en soms ook van afvoer, door de in gang gezette processen van liberalisering onder druk is komen te staan. Nederland behoort tot de grootste energie importeurs van Europa. Tezamen met de perifere ligging binnen de Europese technische infrastructuren en het geconstateerde strategische gedrag van andere Europese landen, kan dit tot structurele problemen leiden in geval van calamiteiten. Een uitwerking van voorzieningszekerheid en onafhankelijkheid lijkt zowel in geval van verdere ontwikkeling op grond van het toekomstpad van schaalvergroting (‘economies of scale’) als van decentralisatie (‘scale economy’) noodzakelijk, zo niet essentieel.

Toenemende individualisering leidt vaker tot een streven naar vermindering van de afhankelijkheid van openbare infrastructuren, en de wens tot al dan niet gebundelde decentrale voorziening, met als extreme variant autonomie van het individu of huishouden. Decentraliteit kan niet gekarakteriseerd worden als een statisch systeem, aangezien het een

² Bovendien geldt dat de uitkomsten mede veroorzaakt worden door de wijze van berekenen: inclusief de milieubelasting door energieverbruik, maar zonder het betrekken van de (bouw)stoffen voor de bovengrondse (weg)infrastructuur en milieueffecten als gevolg van lekkages van grond- en hulpstoffen (zoals chemicaliën).

³ Het aanleggen van (zwaardere)

ondergrondse infrastructuur kan niet zonder meer. Ongeacht of de technische infrastructuur gecombineerd wordt met bovenliggende (weg)infrastructuur, veelal is een verbeterd bodempakket met bijbehorende milieubelasting onontbeerlijk.

⁴ Dit wordt wel ‘padafhankelijkheid’ genoemd: (eerder) genomen beslissingen hebben consequenties voor een relatief langere termijn.

⁵ De piekbelasting ten opzichte van het gemiddelde gebruik.

⁶ Waaronder de Ruimtelijke Ordening als geheel.

⁷ In het informatie- en consultatiedocument van de Tariencode [2002] rept de DTe (Dienst Uitvoering en Toezicht Energie) van ‘locatieprikkels’. De Dte verstaat hieronder: ‘prikkels om, waar gewenst, de productie te bespoedigen’.

blijvende verandering betreft van een bestaande situatie. Het schaalniveau van decentraliteit is relatief bepaald. Het hangt af van de techniek of het bestuursorgaan zelf, de context en de plaats van de beschouwer. Bij bestuurlijke decentralisatie wordt onderscheid gemaakt naar de aard van de bestuurslichamen: territoriale decentralisatie (tussen/door Rijk, provincie, gemeente) en functionele decentralisatie (binnen de gemeente). Technische (de)centralisatie heeft betrekking op (verandering van/in) systemen. Bij bestuurlijke decentralisatie kan voor het verregaand ondersteunen van het verduurzamen en mogelijk verzelfstandigen van de verschillende (infra)structuren binnen de ruimtelijke ordening ‘de sandwichstrategie’ een goede insteek bieden. De nadruk wordt gelegd op het decentraal initiëren van oplossingen en milieuvriendelijk gedrag. Deze decentrale initiatieven worden gefaciliteerd vanuit de centrale overheid, die tevens de (technische, economische en organisatorische) voorwaarden schept.

Met betrekking tot technische decentralisatie is bij de verschillende stromen een verschil in definiëring van (de schaal van) deelclusters, en van ‘decentrale’ deelnetten en -systemen. Zelfs binnen de verschillende stromen bestaat vaak nog onduidelijkheid. Het schaalniveau wordt als decentraal gezien, maar is te vaak relatief bepaald. Voor technische decentraliteit is, binnen deze studie, uitgegaan van productie en behandeling van de verschillende stromen dichter bij de gebruiker dan gangbaar, waarbij de opgewekte- dan wel behandelde stromen direct worden (terug)gebracht naar de gebruiker.

Gezien de relatief jonge markt van (technische) decentraliteit kan ze ‘niches’⁸ creëren. Gebleken is dat dit in de historie vaker is voorgekomen. Via strategisch niche management wordt ervoor gekozen in dit soort ‘beschermde omgeving’ nieuwe innovaties uit te zetten, te testen en te evalueren⁹. Het creëren van niches kan mogelijk ook gestuurd plaats vinden. Dit wordt ‘strategisch niche management’ genoemd¹⁰. De strategische insteek moet zich richten op de hogere dynamische efficiëntie van decentrale systemen: via decentrale systemen kan eenvoudiger geanticipeerd worden op veranderde omstandigheden. Investeringsrisico’s zijn zo te verkleinen, hetgeen vooral in de liberaliserende markten van groter belang is. Toch speelt dit zowel bij de energiestroom als bij de sanitiestroom. De door de privatisering genoemde voordelen worden het snelst opgepakt bij decentrale energiesystemen.

Vrijwel alle (decentrale) hernieuwbare energiebronnen hebben een geringe energiedichtheid¹¹, wat naast het variabele karakter zal bijdragen aan de keuze voor een decentrale uitwerking. Bij de afvalwaterstroom geldt dit vooral bij systemen die op natuurlijke technieken zijn gebaseerd.

Door de lage energiedichtheid en een geringe zuiveringsefficiëntie per vierkante meter is het effect van schaalvergroting door diverse technologische ontwikkelingen de laatste 50 jaar wel afgenomen. Dit komt mede doordat verbeteringen in energieomzettingstechnieken, afval(water)omzetting en –zuivering relatief gezien meer invloed hebben gehad op kleinschalige systemen. Toch maakt het nadeel van de lagere energiedichtheid dat decentrale systemen zo veel mogelijk geïntegreerd moeten worden met andere bouwkundige en/of natuurlijke voorzieningen en functies (meervoudig ruimtegebruik). Zogenaamde geïntegreerde systemen hebben daarom de voorkeur boven autonome systemen.

Een belangrijk voordeel is dat de 3-stappen aanpak (Reduce, Reuse, Recycle) optimaal mogelijk wordt door een scheiding naar kwaliteit dicht bij de bron. Daarmee is aan de belangrijkste voorwaarde voor volhoudbare oplossing voldaan: consistentie van de kwaliteit van de stroom (afvalproductie en/of energievoorziening). Aansluitend kan het transport, de behandeling, het gebruik en/of de verwerking per deelstroom efficiënter plaats vinden volgens exergetische principes, zoals cascadering, waarbij verdergaande optimalisering naar de specificaties van de gebruiker mogelijk wordt¹².

De twee voornaamste problemen bij decentrale oplossingen zijn, algemeen gezien, de scepsis bij de leidende (veelal dominante) actoren en de grotere invloed van een variërende stroomgrootte. Het eerste heeft vooral te maken met verantwoordelijkheid (zekerheid) en aansprakelijkheid¹³. Het aspect van de stroomgrootte (feitelijk de basis van de technische 'economies of scale') is met behulp van moderne technieken van sturing en afstemming, het zogenaamde 'Real Time Control' en de opdeling in parallelle voorziening(en) op lokaal niveau op te vangen. Nadeel is de moeilijke organisatie en uitvoering van onderhoud, exploitatie en controle. Ontwikkeling van (juridische) condities ten aanzien van verantwoordelijkheden en periodieke controles¹⁴ zijn bij decentrale systemen essentieel, en bepalen met de beschikbaarheid van eventueel benodigde back-up voorzieningen de mogelijkheden voor een succesvolle penetratie van deze technologie.

16.1.3

lokale zelfvoorziening en autonomie

Centraal binnen het ontwikkelingspad van verzelfstandiging van systemen staan de ermee gepaard gaande decentralisatie- en in sommige gevallen volledige ontkoppeling van centrale (infra)structuren. Er ontstaan dan (semi-)autonome- of mogelijk zelfs autarkische systemen die als 'lokaal' aangeduid kunnen worden. Onder autonome systemen worden verstaan 'systemen die qua materie en energie gesloten zijn, met uitzondering van de continue stroom van zonne-energie'.

Referentieprojecten

De projecten die autarkie nastreven zijn beschreven naar periode (opgedeeld in historie en actuele projecten) en schaal (opgedeeld in leefgemeenschappen en gebouw(deel)concepten). In ecologische, noch economische deelbetekenis is volledige autarkie bereikt, of gedurende een (langere) periode in stand gehouden¹⁵. Dit onderzoek spreekt daarom van 'quasi autarkie' en 'semi-autonomie'. Het meest in de buurt van autarkie komen de Russische Bios projecten en het als mislukt beschouwde onderzoeksproject Biosphere II in Arizona (V.S.). Alle andere projecten betreffen feitelijk concepten die neerkomen op autonomie van deelstromen, al dan niet met een back-up voorziening. Twee sleutelfactoren voor het langdurig bereiken en handhaven van van quasi autarkie dan wel semi-autonomie zijn de afstemming van het decentrale energie- en sanitatiesysteem op de cultuur en manier van leven van bewoners en de aansluiting van energie- en sanitatievoorziening op de landschappelijke kenmerken van de omgeving, en de eraan gekoppelde economische activiteiten.

⁸ Niches zorgen veelal voor de ontwikkeling van een instrumentarium voor de opzet van een nieuw paradigma of techniekstelsel.

⁹ Het huidige concurrentievoordeel van 'sunk costs' voor conventionele oplossingen moet omzeild worden. Dit kan door de aanpak van strategisch niche management.

¹⁰ Het verschil met het meer bekende principe van 'pilot projecten' is dat bij strategisch niche management een bescherming rondom de nieuwe technologie wordt gebouwd, waardoor de technologie zich kan

ontwikkelen van prototype naar een reëel toepasbare technologie. Uiteindelijk is het de bedoeling om het zonder bescherming te stellen.

¹¹ Zowel decentrale oplossingen voor energie opwekking als decentrale sanitatiesystemen vragen een relatief vergroot grondgebruik.

¹² Bij de afval- en afvalwaterstroom is cascadering en hoogwaardige recycling dan eenvoudiger te realiseren. Bij de energiestroom is toepassen van exergie dan eenvoudiger bereikbaar.

¹³ Door de noodzakelijke transitie van de markt(en) van productlevering naar dienstlevering, zal deze scepsis verminderen.

¹⁴ Volgens Otterpohl [2000a] ontkomt je haast niet aan 'vreemde concepten' die ontstaan als ontwikkelaars de algemene voorwaarde van 'No waste, full reuse' niet begrijpen c.q. onderschrijven.

¹⁵ In de voorbeelden waar vormen van autarkie wel zijn bereikt was geen evenwichtssituatie, en kon de autarkie door continue veranderingen niet gehandhaafd worden.

In alle gevallen zijn de oplossingen voor de essentiële stromen wel in samenhang ontworpen en gerealiseerd, maar er is feitelijk geen sprake van een directe verbondenheid tussen de autonoom gemaakte deelstromen energie en water. Dit geldt zowel voor de projecten waar getracht wordt op individuele (woning)schaal autarkie te bereiken, als op het bovenliggende schaalniveau van de gemeenschap (meerdere woningen).

Uitzonderingen zijn de projecten 'Healthy House', 'Vauban' en 'Flintenbreite'. Voor elk van de projecten is sprake van lange ontwikkelingstrajecten, met veelal tussentijdse aanpassingen en grote betrokkenheid en inzet van de gebruikers zelf. Voor de waterstroom blijkt dat naarmate de schaal van het project groter wordt, het ambitieniveau met betrekking tot duurzame ontwikkeling en autarkie naar beneden moet worden bijgesteld. Dit gaat minder op voor de energiestroom.

Bij de referentieprojecten is naast de als meest essentieel beschouwde fundamentele behoefte 'onderhoud', en meer dan in doorsnee woningbouwprojecten, sprake van brede aandacht voor de overige fundamentele behoeften. Naast de vaak uit een zeker idealisme voortkomende wens naar 'vrijheid'¹⁶ wordt ook het ondersteunen van de fundamentele behoeften -'identiteit', 'affectie', 'participatie' en 'expressie'- bij nagenoeg alle behandelde referenties, als voornaamste motivatie en daarmee reden voor het slagen, ervaren.

Al dan niet gestuurd (via gebruikerseisen en/of vestigingsvoorwaarden) heeft dit in sommige referentieprojecten zelfs uitwerking op de fundamentele behoefte 'begrip'; zoals bij de Bioshelters en de Earthships, waar zelfbouw en educatie centraal staan. Indirect ook op de fundamentele behoefte 'ontspanning' zoals bij het Hockerton Housing Project (als gevolg van vastgelegde tijdsbesteding ten behoeve van zelfbeheer en omgevingsbeheer in het 'Landmanagementplan') en Arcosanti (via het opnemen van culturele doelen).

Bij de opgetekende gemeenschappelijke projecten waar een duidelijke organisatie(structuur) en verantwoordelijkheden zijn vastgelegd, zoals bij het Hockerton Housing Project, worden die bij geïntegreerde systemen veelvoorkomende grotere complexiteit niet per definitie alleen als nadeel beleefd.

Uit een kostenberekening naar twee autarkische ontwikkelingsscenario's in de Nederlandse situatie¹⁷, gericht op het bereiken van autonomie door middel van bestaande (toegevoegde) technieken, komt naar voren dat de kosten voor het bouwen van individuele autarkische huizen aanzienlijk hoger zijn, dan voor het bouwen van een conventioneel huis. Vooral de technische installaties benodigd voor het lokaal sluiten van de water en energiekringloop in combinatie met materiaal- en detailleringstechnische consequenties van de integratie van milieuvorzieningen, leidt tot een investering die bijna 30% hoger is dan die van conventionele 'milieubewuste' projecten. Goedkoper zijn de grondkosten, de exploitatiekosten van de open ruimte en nutsvoorzieningen en de exploitatie van de verschillende woningen¹⁸. Deze lagere exploitatiekosten blijken het verschil in de bouwkosten, binnen de onderzochte termijn van 30 jaar, te compenseren, hetgeen resulteert in lagere totaalkosten (voor de bewoners), binnen een dergelijke beoordelingstermijn.

Nut en noodzaak van autarkie en exclusie

Een vraag die bij het streven naar (quasi-) autarkie van gemeenschappen of groepen mensen steeds vaker wordt gesteld is, in hoeverre in deze tijd nog het laten terugtrekken van (groepen van) mensen in hun eigen autonomie, of eigen utopie¹⁹ gewenst is. Als grootste risico's tot mislukken gelden sectarisme, vrijheid²⁰, sociaal isolement, uitsluiting en anarchisme. Als voordelen worden genoemd: solidariteit, gemeenschapszin en een levendige lokale identiteit met meer vrijheid.

De gestelde vraag van het nut van 'exclusie' lijkt mede gebaseerd te zijn op een belangrijke reden binnen de voornaamste paradigma's in de ruimtelijke ordening en stedenbouw:

de angst voor misbruik, verkeerd gebruik en ongrijpbaarheid. In de zogenaamde ‘gestuurde’ samenleving (heteronomie) leidt dit tot het niet accepteren van situaties waarin mensen (groepsgewijs) zich afzonderen van de samenleving in al dan niet beheersbare ‘gated communities’ of ‘condominium’²¹. Specifiek in de Nederlandse situatie speelt binnen de volkshuisvesting de schijnbare tegenstelling dat bewoners verantwoordelijkheid moeten nemen voor de omgeving waarbij sociale cohesie de belangrijkste voorwaarde is voor een leefbare woonomgeving, maar mogen ze zich tegelijkertijd niet onttrekken aan de openbare ruimte van Nederland²². Voor duurzame ontwikkeling lijkt een basis aanwezig voor een grote individuele tevredenheid, mogelijk door grotere eigen vrijheid²³. Meer vrijheid voor het maken van individuele keuzes, die soms leiden tot de optie van ‘afscheiding’ van één of meer delen van het centrale systeem of netwerk, lijkt als optie belangrijk en noodzakelijk te zijn. Bovendien blijkt uit enkele van de onderzochte quasi-autarkische voorbeelden dat, alleen door het daadwerkelijk realiseren van dit soort ontkoppelde eenheden, de technologie en achterliggende sociale structuur en verantwoordelijkheid verbeterd kunnen worden²⁴. Voor een succesvol en volhoudbaar functioneren van autonome-, geïntegreerde systemen is het van belang dat betrokken actoren zich vereenzelvigen met het gekozen systeem. Door de relatie tussen de processen, de systemen en het gebruiken ervan weer te herstellen, en optimale kennis aangaande achterliggende processen bij alle actoren meer centraal te stellen²⁵ is dit te bereiken.

Veel auteurs wijzen bij beschouwing van de economische- en democratische structuur op de mogelijkheid tot vormen van federatie en confederatie. Dit is dan onafhankelijk van de schaal van de leefgemeenschap, al wordt het meestal gekoppeld aan de hogere schaalniveaus zoals die van de nationale staten. In een confederatie²⁶ worden, als antwoord op de continue schaalvergroting en globalisering, mogelijkheden gezien om democratische beginselen te garanderen.

¹⁶ Gebleken is dat het aspect vrijheid door verschillende actoren anders ervaren wordt. Uit de referentie projecten blijkt dat een vrijheid als ‘samenlevende groep’ (ten opzichte van de samenleving), gerealiseerd op kleine schaalniveaus, veelal voor de individu binnen de groep een beperking van bepaalde eigen vrijheden tot handelen (naar eigen inzicht) tot gevolg heeft.

¹⁷ Onderzocht is een scenario op grond van een ‘autarkie timescaping ontwerpstrategie’ voor uitbreiding van Leeuwarden onder de naam ‘Waterrijk’ vergeleken met een conventionele wonen in de natuur ‘strategie’ [Moet, 2004].

¹⁸ In de kostenberekening zijn drie vormen van enclave typologie onderscheiden met daarbinnen telkens drie woningtypes (laag-, midden en hoog segment).

¹⁹ Kenmerkend voor veel (sociale) utopieën is het statische karakter, ze beschrijven maatschappijen in stil-

stand [Dahrendorf, 1961].

²⁰ Daar waar experimenten van nieuwe democratische vormen van beschermd of afgezonderd, al dan niet autarkisch samenleven hebben plaats gevonden, heeft dit vaak op termijn geleid tot negatieve vormen van anarchie, gekenmerkt door intolerantie, repressie, vervolging en nieuwe vormen van despotisme [Barber, 1992].

²¹ Goudsblom verwijst naar de zgn. ‘figurational dynamics’: in de complexe structuren ontstaan steeds meer situaties waar mensen zich geconfronteerd zien met een sociale uitdaging: conformeren of niet & wedijveren of niet [Vries, 2002].

²² Kern van de Nederlandse ruimtelijke ordening is de ‘consensusvorming’ op nagenoeg alle gebieden, met als basis dat de meerderheid niet (niet helemaal) (on)tevreden is.

²³ Achtergrond is de mogelijkheid tot verduurzaming los van de schaal van niches: als iedereen op een

dergelijke wijze verdergaande besparingen kan realiseren, heeft dit meer effect dan wanneer een uiterst kleine groep verdergaand verduurzaamd [Röling, 2004].

²⁴ Dit is naar voren gekomen bij de grotere projecten, zoals het Hockerton Housing project, de Groene Leguaan en de verschillende eco-villages [Seitz, 2001]. Het onderstreept het nut van strategisch niche management en sociaal niche management.

²⁵ Het wordt wel de ‘verleidingsstrategie’ genoemd: oorzaak en gevolg relaties moeten duidelijk (inzichtelijk) worden. Afstand en zichtbaarheid van de oplossing(en) zijn van essentieel belang.

²⁶ Bedoeld wordt een confederale unie van semi-autonome gemeenschappen kleiner dan nationale staten, onderling verbonden in (eu) regionale economische associaties en markten, groter dan nationale staten, en participatief en zelfbepalend zijn

Deze zijn vaak nog aan nationale staten verbonden, maar zouden naar een lager, regionaal schaalniveau gebracht moeten worden. Deze vormen van confederatie en federatie staan bovendien de reeds in gang gezette transformatie naar nieuwe oligarchische grensoverschrijdende structuren minder in de weg.

Met betrekking tot de ontwikkeling van decentrale, parochiale en op autonomie of autarkie gerichte gemeenschappen geldt, dat het incorporeren van zogenaamde ‘gedecentraliseerde participatieve democratie’ een middel is om de gestelde gevaren (anarchie, despotisme, intolerantie, exclusie) in te dammen²⁷.

Als minder krampachtig wordt vastgehouden aan het ideaal van volledige autarkie, wegen genoemde voordelen sterk op tegen het relatief kleine, nog overgebleven restant inkomende- en uitgaande stromen waarin niet zelf voorzien kan worden. De bovenliggende infrastructuur verliest in dit geval wel het voornaamste deel van haar principiële functie: het voorzien in de fundamentele behoefte ‘onderhoud’ (primaire levensbehoeften). De overblijvende en vooral ook als kritisch te omschrijven fundamentele behoefte ‘bescherming’ is bij de quasi autarkische projecten afhankelijk van de organisatie en het vermogen om veranderingen in tijd bezien op te nemen. Doordat het nagenoeg allemaal decentrale dan wel lokale projecten betreft wordt (vaak) gekozen voor koppeling aan de infrastructuren op bovenliggende schaalniveaus ter bescherming (en garantie) van levering dan wel afname. Er zou een doelverschuiving kunnen plaatsvinden door het anders vormgeven van de bestaande en mogelijk nog nieuw aan te leggen infrastructuren op deze bovenliggende schaalniveaus: van de fundamentele behoefte ‘onderhoud’ naar de behoefte ‘bescherming’. Deze veranderde netwerkfilosofie heeft verregaande consequenties voor de wijze waarop deze infrastructuren worden vormgegeven en ruimtelijk geïntegreerd.

16.1.4

autonomie én heteronomie

Zoals gesteld is er bij de technische infrastructuur van de essentiële stromen sprake van een steeds sterker wordende onderlinge interconnectie en interdependentie²⁸. Dit betreft niet slechts lokale interconnectie. Het gehele, wereldwijde menselijke systeem hangt feitelijk samen met de vraag in hoeverre doelbewust de toenemende snelheid en complexiteit van verandering wordt geïntegreerd. Vanuit de hoofdvraag van dit onderzoek zijn twee ontwikkelingsprocessen met betrekking tot decentrale technologie voor autonomie als actueel naar voren gekomen: te weten de efficiëntie van, en verbetering bij de integratie van deeltechnieken en overkoepelde, verbonden concepten, en een betere afstemming tussen aanbod (toevoer) en vraag van de verschillende deelstromen.

Twee meer algemene, achterliggende ontwikkelingsprocessen zijn: De milieutechnische, ruimtelijke en tot op zekere hoogte ook sociale optimalisatie van decentrale systemen binnen quasi autarkische projecten. Ondanks de in veel literatuur veronderstelde potenties van het achterliggende optimalisatie principe van modularisering, en ondanks het daarvan aangetoonde belang, is ze slechts op geringe schaal toegepast. Er is nog te weinig sprake van ‘Economies of Scale’²⁹.

Het andere achterliggende ontwikkelingsproces betreft de koppeling aan omgevingsgerelateerde, veelal grond- of gebruikersgebonden economische toepassingen, zoals het terugbrengen van nutriënten naar de landbouw en andere laterale toepassingen c.q. mogelijkheden, zoals vormen van volhoudbaar transport. Het aspect van koppeling aan de landbouw kan, los van de mogelijkheid tot andere vormen van grondgebruik, bij uitgebreid toepassen tot een structureel andere infrastructuur én ruimtelijke ordening als geheel leiden ‘Urban Agriculture’.

Het biedt aanknopingspunten voor het verweven van zogenaamde ‘rode’ en ‘groene’ functies binnen de ruimtelijke ordening. De aspecten nabijheid en comfort zijn daarbij leidend. De vraag van een optimale schaal voor autonomie van de verschillende essentiële deelstromen in de gebouwde omgeving wordt dan van groter belang. De kritische boven- en ondergrens van de technologie waarmee één van de deelstromen wordt opgelost, wordt maatgevend voor het geïntegreerde systeem en daarmee voor de andere deelstromen.

Alternatieve netwerkgeometrie

Voor complexe systemen geldt dat de samenhang en de wijze waarop adaptief omgegaan wordt met dynamische processen, maatgevend is voor de vertaling naar fysieke integraliteit. De stabiliteit-, of veerkracht van netwerken is direct verbonden is aan de complexiteit ervan. Niet de componenten van de verschillende structuren zijn van belang, maar de wijze waarop deze onderling zijn georganiseerd als intelligente structuren³⁰.

Het is van belang te leren van de organisatiestructuur en de topologie van reeds bestaande adaptieve, complexe structuren. Het onderkennen van de structuur van elk netwerk is nodig om optimaal verdergaande groei, mogelijke afkalving en al dan niet gewenste aantasting ervan te kunnen combineren met gelijkblijvende of stijgende duurzaamheids- en zekerheids-garanties voor gebruikers.

Christopher Alexander onderkende in de jaren zestig van de vorige eeuw als één van de eersten het belang van de onderliggende structuur voor de mogelijke conceptie van de ruimtelijke ordening en bijbehorende fysieke en sociale netwerken. Hij onderscheidt twee schaal-onafhankelijke opponente structuren: de boomaxioma en het halfroosteraxioma [Alexander, 1966]. Uit later onderzoek [Watts & Strogatz, 1998] is gebleken dat de geringste toevoeging van willekeurige verbindingen binnen een geordend netwerk leidt tot voordelen, die eerder al bekend waren geworden bij sociale netwerken, ook wel het ‘Small-world’ principe genoemd [Milgram, 1967]. Achtergrond van is dat geordende netwerken, evenals sociale netwerken, veelal uit clusters bestaan³¹. In tegenstelling tot de sociale netwerken is echter de zogenoemde ‘onderlinge afstand’ relatief groot.

Binnen grootschalige, aristocratische ‘small-world’ netwerken blijkt dat een beperkt aantal knopen in een netwerk beduidend meer verbindingen heeft dan de overige knopen. Deze knopen worden ‘hubs’ genoemd, en kunnen gezien worden als de spil van een cluster. De relatie tussen de ‘hubs’ en de verbindingen voldoet aan de zogenaamde ‘power law’³².

in lokale aangelegenheden [Barber, 1992]. De stabiliserende rol van inter-staat transfers in dit soort federale of confederale samenstellingen is van belang om bepaalde gecoördineerde doelen na te kunnen streven [Shapiro, 1997].

²⁷ Ofschoon lokale buurten niet noodzakelijkerwijs democratisch hoeven zijn, maar wel kunnen zijn, hebben de meest zuivere vormen van democratie gebloeid in relatieve kleine settings. Tocqueville stelde al “the spirit of liberty is local” [Barber, 1992].

²⁸ Alhoewel te spreken valt van een groeiende interdependentie tussen mensen en bijbehorende instituties

onderling, stelt Goudsblom dat de afhankelijkheid van natuurlijke krachten wel minder direct geworden is. Het zijn langere en meer vertakte (complexe) sociale- en technische ketens tussen de productie van dingen en hun gebruik (“source en service”) [Vries & Goudsblom, 2002b].

²⁹ Wel verbeteren de deelaspecten die te maken hebben met de vrijheid van toepassing en ruimtelijke integratie (geringere afmetingen, minder secundaire eisen, e.d.) en gebruikers gerelateerde eisen (comfort, gebruiksgemak, kosten, e.d.) zienderogen.

³⁰ De complexiteit van veel soci-

ale, biologische, communicatie en transport systemen is geworteld in een relatief verweven netwerk, dat gedefinieerd wordt door de systeem-componenten en hun onderlinge interacties.

³¹ Het belang van clustering is dat het verlies van één element geen dramatische fragmentatie van het netwerk in ontkoppelde subsystemen teweeg zal brengen [Barabási et al., 1999; Banavar et al., 1999].

³² De Power-law (ook bekend als Pareto of Zipf) impliceert dat er een vaste relatie bestaat tussen het totaal aantal verbindingen en het totaal aantal knopen. Dit wordt ook wel omschreven als het prin-

Bij complexe netwerken zijn twee regimes te onderscheiden: een exponentieel regime dat leidt tot homogene, egalitaire netwerken, en een 'schaalvrij', aristocratisch netwerk, dat gekarakteriseerd wordt door duidelijke ongelijkheid qua hoeveelheid verbindingen per knooppunt. De aristocratische netwerkstructuur benadert die van het halfroosteraxioma van Alexander, maar heeft een ingewikkelder en meer subtiele structuur, waardoor complexe, al dan niet sociale structuren binnen de concepties van het halfrooster beter te omvatten zijn. Binnen de aristocratische netwerkstructuur blijkt dat door verdergaande interconnectie -al dan niet op wereldschaal- de meeste grote netwerken, waarvan de topologische gegevens bekend zijn, dezelfde kenmerken vertonen: schaalvrije kenmerken en een verdeling van de transportverbindingen volgens het principe van de 'power-law'.

In verband met de gewenste zekerheids- en duurzaamheidgaranties voor gebruikers op lagere schaalniveaus is het van belang de effecten van verandering (groei, verstoring, uitval) op hogere schaalniveaus voor de netwerken, en met name de lagere schaalniveaus te bezien. Nagenoeg alle ontworpen c.q. 'geordende' structuren en netwerken zijn gelijk te stellen aan het boomaxioma, en hebben een egalitair karakter. Naast de stedenbouwkundige structuren van de meeste (nieuw) ontworpen steden en stadsdelen is ook het Noord-Amerikaanse elektriciteitsnet als voorbeeld relevant.

Onderzoek naar de veerkracht, of zekerheid van vereenvoudigde netwerken, vooral distributienetwerken, toont aan dat de aristocratische en egalitaire netwerken sterk van elkaar verschillen. Egalitaire structuren vallen vrij snel uit elkaar bij ongecoördineerde uitval door bijvoorbeeld verkeerd gebruik of bij problemen als gevolg van bijvoorbeeld disfunctioneren door ouderdom, terwijl bij aristocratische structuren meer dan de helft van de knopen verwijderd kan worden en het restant van het netwerk nog integraal zal (kunnen) blijven functioneren. Bij gerichte uitval door bijvoorbeeld sabotage daarentegen, blijken de aristocratische structuren gevoeliger, maar is het relatief eenvoudig de 'kritische knopen' binnen deze netwerken te beveiligen (vooraf), of te isoleren (achteraf), zonder het functioneren van het resterende netwerk te beïnvloeden.

Gesteld kan worden dat bij het voortbouwen op de principes van de 'economies of scale', een complexe, adaptieve, aristocratische structuur van elk van de netwerken, of wellicht van het samenwerkende geheel ervan, het beste einddoel is. Het houdt een als gewenst te beschouwen 'schaal invariantie', en mogelijkheid tot voortdurende 'zelf-organisatie' in. Daartoe zijn er wel bepaalde voorwaarden. Voorwaarde is dat het netwerk (continu) moet groeien door de toevoeging van nieuwe verbindingen en (decentrale) clusters, en dat nieuwe verbindingen, de 'power-law' volgend, aan het netwerk moeten worden verbonden met 'veel-verbonden' verbindingen, bekend als het principe van 'voorkeursverbinding'³³. Het principe van voorkeursverbinding op basis van 'fitheid' komt voor de essentiële stromen en bijbehorende infrastructuren neer op een combinatie van de mate van flexibiliteit, uniformiteit, consistentie en optimalisatie van de opwekking, inzameling en transport. Zekerheid van levering, door kwaliteitsafstemming, -aanpassing en geoptimaliseerde (omloop)tijd, is naast volhoudbaarheid het sleutelbegrip. Als de verbindingen tussen zwakke 'knopen' sterker worden gemaakt, door een gelijktijdig introduceren van meer 'zwakke verbindingen' tussen de belangrijke knopen in het systeem, kan de gehele infrastructuur een grotere robuustheid, en uiteindelijk betere volhoudbaarheid verkrijgen.

Introduceren van decentrale systemen binnen de centrale netwerken

Bij de bestaande centrale infrastructuur van zowel de energie- als de afvalwaterstroom wordt niet of nog onvoldoende rekening gehouden met de mogelijkheden van een alternatieve netwerkbouw.

Zowel in de gas als in de elektriciteitsinfrastructuur worden steeds meer verbindingen gerealiseerd tussen de verschillende (Nationale deel)netten, maar dit gebeurt niet zozeer vanuit het principe van de netwerkgeometrie, als wel vanuit capaciteitsoverwegingen en economische (handels)perspectieven. Binnen de genoemde uitgangspunten duurzaamheid en zekerheid is er een direct belang voor grootschalige centrale netwerken om deelsystemen, als decentraal cluster, binnen het netwerk op te nemen. Het biedt bovendien, door de introductie van het principe van zelforganisatie, mogelijkheid en garantie lokale beslissingen met betrekking tot bijvoorbeeld verduurzaming te kunnen blijven nemen³⁴, zonder dat van het principe van schaalvergroting ('economies of scale') af gestapt moet worden.

Systemen die vallen binnen decentrale planningsconcepten kunnen leiden tot al dan niet samengestelde netwerken met een sterker gedecentraliseerde netwerkstructuur, waarbij onderdelen van de netten relatief autonoom kunnen functioneren. Voordeel is verder dat ze flexibele planningsconcepten in de ruimtelijke ordening kunnen ondersteunen. Bovendien kan de problematiek van een meer precieze toerekening van (netwerk)kosten aan bepaalde afnemers of transacties, bij (verdergaande) liberalisering, (eenvoudiger) opgelost worden. Door flexibilisering is te anticiperen op veranderende marktomstandigheden.

Bij geliberaliseerde markten geeft dit tot slot nog het voordeel van kleinere investeringen, met minder risico's.

Innovatie alleen, zoals de toepassing en inpassing van vernieuwende decentrale technieken en/of alternatieve netwerkstructuren, is niet voldoende om 'duurzame ontwikkeling' te bewerkstelligen. Te vaak is er spanning tussen de dominante actoren die motivatie reguleren ten behoeve van individuele of gemeenschappelijke wensen.

Het creëren van niches bestaande uit alternatieven, die niet aan het paradigma van de dominante actoren voldoen, in de vorm van concepten die te plaatsen zijn onder 'rebellie' en zelfs 'afzondering' biedt wel enige verbetering, maar het blijft marginaal. Voorbeelden vinden we in sommige ecovillages, co-housing en eco-wijken vanuit - al dan niet collectief-particulier initiatief en in sommige gevallen als individuele projecten of "silent-green" voorbeelden, zoals Ruigoord, nabij Amsterdam³⁵.

cipe van 'zelf-organisatie', en is te beschouwen als het belangrijkste generieke effect van de groeiende netwerken c.q. -complexe structuren. Bovendien is het, naast het principe van 'zelf-reparatie', het belangrijkste kenmerk dat gezocht wordt binnen de mogelijke toepassing van 'natuurlijke technologie' ten behoeve van de voorzieningen voor de essentiële stromen.

³³ Om het noodzakelijke proces van clustering te kunnen begrijpen is het van belang om de achterliggende 'krachten' van het principe van 'voorkeursverbinding', het

'rich-get-richer' principe, te kennen. Binnen dit principe tonen Bianconi & Barabási [2001] aan dat het aspect 'fitheid' een rol speelt binnen competitieve netwerken: het 'fitter-get-richer' principe. Het aspect 'competitief' duidt, niet zozeer op marktcompetitie tussen netwerken, maar op competitie op (binnen) netwerken. Het aspect 'fitheid' is voor de diverse netwerken verschillend te definiëren.

³⁴ Procedureel houdt het in dat overheden en (publieke) netbeheerders kunnen afstappen van beleid dat een vast einddoel nastreeft. Het

elimineert het in de probleemanalyse geconstateerd aspect dat beleid steeds vaker achter de werkelijkheid aanloopt.

³⁵ Een minder bekend, maar intrigerend voorbeeld betreft de volledig autarkische ranch van Bush. In verband met sabotage onafhankelijkheid, of mogelijk toch angst voor milieu veranderingen [Röling, 2004], realiseert hij een volledig autarkische situatie.

Ook al zijn projecten, als de ecovillages volgens de definitie van Merton feitelijk te beschouwen als de aanpassingstypologie ‘conformity’, door de dominante geïnstitutionaliseerde instanties worden ze nog vaak, vanuit de eigen context, onder de aanpassingstypologie ‘rebellion’ of zelfs ‘retreatism’ geplaatst. Het laat de kansen voor een breed onderschreven noodzaak tot innovatie, en daarmee een meer significante ‘duurzame ontwikkeling’ door bijvoorbeeld schaalinvariantie, liggen.

Het probleem van het sturende en door sommigen zelfs als dwingend beschouwde centralisatie paradigma staat een meer structurele verandering vaak in de weg. Toch kan bijvoorbeeld de ‘rebellie-typologie van aanpassing’, in eerste instantie als niche opgezet, beschouwd worden als een methode innovaties te laten groeien ten behoeve van een meer structurele en grootschaliger inzet. Ruigoord is hiervan tot op zekere hoogte een ruimtelijk voorbeeld, en de ontwikkeling van de Living Machine –in eerste instantie binnen eco-villages- is een succesvol voorbeeld van een ontwikkelde op natuurlijke processen gebaseerde innovatieve technologie. Enige voorwaarde is dat dergelijke niches (langdurig) mogelijk gemaakt moeten worden.

Via de uit de industriese sector bekende herstructureringsprocessen als ‘Empowerment’ (revitalisatie) en ‘Business Process Re-engineering’ zijn de in de niches gerijpte innovaties vervolgens in te zetten als basis voor een structureel herontwerp. Met name de visie ‘Lean’ is hier relevant. Deze neemt enerzijds een grotere marktgerichtheid, en anderzijds een meer lokaal of omgevingsgericht organiseren tot uitgangspunt. Achtergrond is de wereldwijd ingezette transformatie van economieën gericht op ‘massaproductie’ naar economieën op basis van ‘maatwerk voor de massa’. Vooral ingegeven door liberaliseringprocessen wordt momenteel binnen de essentiële stromen en bijbehorende infrastructuren nagenoeg alleen aandacht besteed aan het eerste aspect (marktgerichtheid).

Het aspect omgevingsgerichtheid vormt een structurele verandering, en biedt kansen voor innovatie en verdergaande verduurzaming (op meerdere schaalniveaus). Het komt voort uit de groeiende vraag naar gebruikersspecifieke, ‘on-site’ oplossingen. De inzet van decentrale en lokale systemen zullen daarbij, mogelijk als onderdeel van complexe netwerken een belangrijke rol spelen.

Netwerkrelaties ondersteunen een proces van wederkerige innovatie en reduceren daarmee de afstanden tussen centrale en decentrale oplossingen³⁶. Voordeel daarbij is dat nabijheid de ‘face-to-face- interactie en horizontale communicatie vergemakkelijkt. Probleem is dat, door gebrek aan regie en grip, in de reeds gerealiseerde dan wel nagestreefde geliberaliseerde situatie van verschillende essentiële deelstromen, naast de onderhouds- en duurzaamheidsaspecten vooral ook innovatie gerelateerde aspecten het onderspit delven.

De afwisseling tussen incrementele- en structurele innovatie lijkt de sleutel tot uitwerking van conflicterende belangen op korte en lange termijn³⁷. Zoals eerder geconstateerd worden bij nu gangbare oplossing steeds concessies gedaan die ten koste gaan van streven naar duurzaamheid. De ontwikkeling en inzet van decentrale systemen kunnen bovendien van nut zijn bij het oplossen van een ander actueel probleem op Europese schaal, te weten een ‘Level Playing field’³⁸.

De oplossingen dienen zo veel mogelijk gebaseerd te zijn op maximale flexibiliteit voor de eindgebruikers. Daarbij komt dat de maatvoering doorslaggevend is voor de acceptatie door bewoners, en daarmee voor de uiteindelijke milieuwinst³⁹. Er ontstaan mogelijkheden voor het aanbieden van andere vormen van beheer die eenvoudiger gekoppeld kunnen worden aan het schaalniveau van de ‘autonome’ woning of het individu zelf. Autonomie wordt in en om het eigen huis/gebouw (in de wijk) zoveel mogelijk gerealiseerd (‘from source to service’) en de daarvoor benodigde systemen en netwerken worden gemeenschappelijk beheerd⁴⁰. Aangezien de verzorgende (nuts)voorzieningen voor de meerderheid van de gebruikers

noodzakelijk blijven, speelt het tussenniveau van stad of wijk een belangrijke rol. Het biedt een kader voor het realiseren van projecten die gebruik maken van de keuzemogelijkheid tussen combinaties van het individuele initiatief (afwijken) en de volledige verzorging door en afhankelijkheid van centrale netwerken.

16.1.5

consequenties voor de ruimtelijke ordening

Voorkomen moet worden dat het proces van verstedelijking en de infrastructurele transport- en distributiesystemen van de essentiële stromen zich los van elkaar ontwikkelen. Een goede, integrale (eu)regionale planning (in eerste instantie) gebaseerd op een combinatie van conventionele (centrale) systemen en additionele decentrale systemen (of feitelijk andersom), kan het gevaar van een mogelijke ‘deadlock’ van de bestaande centrale systemen, met alle gezondheidsrisico’s van dien, voorkomen⁴¹. De strategische dan wel aselechte integratie van decentrale clusters in de groeiende centrale netwerken, die zoveel mogelijk de autonomie benaderen zal er toe bijdragen dat de robuustheid van deze centrale netwerken vergroot. De ontwikkelingsrichtingen ‘economy of scales’ en ‘scale economy’ lijken elkaar daarmee volgens de principes van wederzijdse interdependentie nodig te hebben. Het onderkennen van ontwerp-niveaus is van belang in verband met het afstemmen van de actoren op het ontwikkelings- of veranderingsproces. Met betrekking tot de ruimtelijke afbakening speelt, dat het ‘eco-device evenwicht’ meer of minder letterlijk is te nemen. Basis is of naast interne bronnen al dan niet gebruik gemaakt wordt van externe bronnen. Bovendien is sprake van tijdschalen: voor (bewegende) stromen geldt dat een bepaalde tijd een schaalconsequentie (afstand) heeft⁴². Het remmen van de transportsnelheid kan de ruimtelijke schaal van een stroom (en probleem) beperken. Binnen het beperkte ruimtelijke gebied levert dit mogelijk nieuwe problemen. Algemeen geldt dat de specifieke locatie en de daaraan gekoppelde actoren bepalen in hoeverre alleen van interne bronnen, of van zowel interne- als externe bronnen gebruik wordt gemaakt, en in hoeverre de oplossingen gekoppeld worden aan de tijdschalen. De locatietypische kenmerken kunnen onderverdeeld worden in de van oorsprong aanwezige plekeigen karakteristiek, ofwel biotextuur, bio-klimatische context, en de toegevoegde laag die bestaat uit de aanwezige en/of geplande ruimtelijke typologie.

De discussie over modellen voor de ruimtelijke ontwikkeling van steden gaat vooral over de omgang met verdergaande verstedelijking. In de verschillende modellen staat de omgang met dichtheden in relatie tot de verschillende schaal- en ontwerp-niveaus, en de relatie tot het ‘achterland’ (ommelanden) en andere steden of stedelijke knooppunten, telkens centraal.

³⁶ Zelfs grote bedrijven kunnen integreren in dit soort regionale netwerken, mits ze een proces ondergaan van interne decentralisatie.

³⁷ De incrementele innovatie volgt daarbij het subsidiariteitsprincipe van de Europese Gemeenschap (het trachten op een zo laag mogelijk schaalniveau de oplossingen te genereren).

³⁸ Het creëren van gelijkwaardig-

heid voor alle lidstaten. Binnen de eisen van optimale flexibiliteit kan een kleinere schaal betere flexibiliteit en beter uitwisselbare eenheden garanderen.

³⁹ Voor vrijwel alle verduurzamingsaspecten.

⁴⁰ De (schaal)definitie van ‘gemeenschappelijk’ volgt uit een optimaliseringsproces van de milieucriteria, de ruimtelijke criteria en de sociale

criteria.

⁴¹ De cultuurfilosoof Tom Lemaire stelt: “waar het op aan komt, is de juiste verhouding te vinden tussen het globale en lokale. Het lokale zou door de globalisering niet teniet moeten worden gedaan maar opnieuw een plaats moeten krijgen” [Moet, 2004].

⁴² Dit geldt in het bijzonder bij sanitatiestromen.

In relatie tot 'Type 1 sustainability', dat binnen dit onderzoek gezien wordt als belangrijkste doel van volhoudbare ruimtelijke ordening, zijn drie stedelijke modellen relevant: de Compacte Stad, Gedecentraliseerde Concentratie en de Kringloopstad.

Vanuit de efficiëntie van de infrastructuur en systemen gezien is elke vorm van verdichting goed⁴³. Bij het verdichtingsmodel 'De Compacte Stad' bestaat er een dilemma: verdergaande verdichting levert op macroniveau voordelen op (efficiëntie, beperking ruimtebeslag, beperking mobiliteit, versterking draagvlak), maar ook nadelen als concentratie van vervuiling, te weinig groen, minder sociaal dan gewenst en meer hinder en risico als gevolg van verminderd ecologisch draagvlak. Meer actueel speelt bij het eenzijdig verdichten dat de door gebruik ontstane diffuse, verder gedecentraliseerde structuren onvoldoende worden ondersteund. Binnen de Nederlandse context zijn er bovendien maar een gering aantal plaatsen waar de bestaande situatie economisch gezien haalbaar te transformeren is naar een structuur op basis van het compacte stad model.

Ook de tegenbeweging 'Lichte- of Informele Stedenbouw' is geen realistisch alternatief voor het gestelde doel binnen dit onderzoek. Als extreme vorm van 'urban sprawl' zorgt het voor een te groot ruimtebeslag, te grote mobiliteit en aantasting van het landschap.

Enkele andere kenmerken daarentegen zijn goed te hanteren bij het transformeren van de 'buitenruimte' tussen steden of stedelijke knooppunten⁴⁴.

Vanuit het oogpunt van 'duurzame ontwikkeling' en zelfvoorziening op lagere schaalniveaus gezien kan een stedelijke structuur volgens het model van 'gedecentraliseerde concentratie', milieutechnisch en sociaal gezien positieve aspecten van beide vormen van ruimtelijke ontwikkeling (Compacte Stad verdichting en Lichte Stedenbouw of 'urban sprawl') combineren. De decentrale concentratie volgt het model van polycentrische ontwikkeling en bestaat uit meerdere compacte nederzettingen van hoge dichtheid met centra die op afstand van het voornaamste stadscentrum gesitueerd zijn. Als stedelijk model is het op de verschillende schaalniveaus uit te werken volgens het 'vingerstad' en 'bandstad' principe. De ontwerp-niveaus zijn wel anders dan de nu gangbare (stad, provincie, land).

De schaal- of ontwerp-niveaus die de overgang tussen collectieve en individuele ruimte betreffen worden van groter belang voor het tussenniveau van het ensemble of de buurt en de eraan gelieerde betrokkenheid. De tussen stad en provincie en tussen provincie en land liggende niveaus, stedelijk netwerk en (eu)regio, worden van belang in verband met de noodzakelijke interconnectie, specialisering en clustering.

In de praktijk zijn er veel uitwerkingsrichtingen tussen hierboven benoemde kansrijke stedelijke typologieën. Het koppelen van dichtheid, verschillende uitwerkingen van ruimtelijke kwaliteit (stedelijke typologie) en situering resulteert in stedelijke milieus. Dit behelst meer dan een stedelijke typologie alleen. Stedelijke typologie beperkt zich tot de kenmerkende ruimtelijke vormgeving. Stedelijke milieus daarentegen zijn meer terug te koppelen naar milieupotenties, mate van aansluiting op leefstijlen en mogelijke ruimtelijke modellen. Daarmee zijn ze van belang voor de ruimtelijke uitwerking binnen dit onderzoek. Het ruimtelijke model van de kringloopstad is op te vatten als een integratie van vormen van stedelijke compactheid met tussenliggende open structuren en de mogelijkheid van informele vormen van rood-groen verwevingen⁴⁵. Het ruimtelijke model op basis van decentralisatie kan helpen de aanwezige ongelijkheid tussen woonwensen van bewoners en aangeboden woonmilieus naar een meer flexibele- en volhoudbare structuur te transformeren⁴⁶.

Binnen dit stedelijk model is het van belang de indeling van het groen te maken naar soort gebruik (en beheer), en niet naar schaal, zoals nu nog vaak gangbaar. Net als bij de ruimtelijke ontwerp- c.q. schaalniveaus leidt het naar nieuwe vormen van groen, in diverse gradaties in het overgangsgebied tussen individueel en collectief⁴⁷.

16.1.6

uitwerking in de praktijk

Via het formuleren van de criteria gerelateerd aan de milieukwaliteit, de ruimtelijke kwaliteit en de sociale kwaliteit (vanuit gebruikersperspectief), is getracht een toetsingskader te formuleren voor de uitwerking van de onderzoeksresultaten in de praktijk⁴⁸. De criteria met betrekking tot de algemene (nuts)voorzieningen en essentiële netwerken voor gebruikers zijn ‘betrouwbaar’, ‘betaalbaar’ en ‘schoon’. Zoals geconstateerd leidt de groeiende afhankelijkheid van de samenleving er toe dat ‘schoon’ van ondergeschikt belang wordt. Als uit oogpunt van een structurele verbetering gekeken wordt op grond van de algemene doelstellingen en behoeften van de suprastructuur, leidt dit tot een prioriteitsstelling, die milieutechnisch gezien, de volgorde van Nederlandse woningwet (1901) volgt, en later is overgenomen in het bouwbesluit (1992): gezondheid, veiligheid en functionaliteit (waaronder betrouwbaarheid en stabiliteit). De twee voornaamste algemene criteria zijn direct aan milieucondities gerelateerd. Verder uitwerken van de gestelde condities levert acht milieugerelateerde criteria⁴⁹ op voor oplossingen aangaande de essentiële deelstromen en gerelateerde technische infrastructuren en –systemen. Binnen de (in dit onderzoek) gehanteerde prioriteitstelling zijn dit de milieugerelateerde criteria:

- maximale gezondheids garanties, hygiëne en veiligheid (vrij van dreiging).
- voorzieningszekerheid en consistentie.
- minimalisering c.q. optimalisatie toevoeging grondstoffen.
- minimale vervuiling van bodem, lucht, grond- en oppervlaktewater.
- zoveel mogelijk sluiten van kringlopen.
- minimaal energieverbruik.
- incasservermogen sabotage/verkeerd gebruik.
- toekomstwaarde (flexibiliteit en uniformiteit).

Bij het merendeel van de milieugerelateerde criteria is direct dan wel indirect sprake van ‘algemeen belang’. Het algemene belang of -nut moet op één of andere wijze zeker gesteld worden. Meestal gebeurt dit (nog) door bemoeienis van de verschillende overheden.

⁴³ Binnen de ruimtelijke modellen zijn dichtheidgerelateerde aspecten globaal aan de orde (hoge versus lage dichtheid). Naar blijkt zijn de gemiddelde dichtheden van ecologische (woon)wijken niet hoger dan de gemiddelde dichtheden van Nederlandse uitbreidingswijken. Bij ecologische nederzettingen ligt de dichtheid zelfs ver onder het gemiddelde, al geldt dat dergelijke ‘eco-villages’ in Nederland (nog) niet voorkomen, zodat sprake is van een volledig andere context.

⁴⁴ Vooral binnen die steden waar één of meer kwaliteiten onder druk staan, zoals in hinderzones. Het gaat dan om de (individuele/collectieve) beheers- en eigendoms gerelateerde aspecten (privacy zoning, tijdelijkheid, betrokkenheid, vrijheid).

⁴⁵ Respectievelijk de door het Ministerie van VROM gehanteerde stedelijk milieus ‘CS/BC’ en ‘GS/LW’.

⁴⁶ Door de opzet van compacte kernen, interconnectie en relatief korte afstanden, volgens het principe van de vingerstad biedt het bovendien geschikte randvoorwaarden voor het ondersteunen van ‘duurzame recreatie’, het optimaal kunnen oppakken van de ‘biotextuur’ van locaties en het inzetten van systemen en infrastructuren die zijn gebaseerd op al dan niet decentrale natuurlijke technologie.

⁴⁷ Voorbeeld is de ‘hortus conclusus’, of stadstuin die, binnen de gestelde ruimtelijke- en milieutechnische condities, door het meer besloten karakter de eerdere vormen

van informeel beheer en integratie van natuurlijke systemen kan integreren in de (compacte) gebouwde omgeving.

⁴⁸ De criteria ondersteunen de vraag, hoe het publiekbelang binnen de essentiële netwerken en systemen vorm te geven, opdat de nieuwe delen de huidige vormen van al dan niet verzelfstandigde (infra)structuren kunnen bijsturen tot de gewenste flexibele en gedifferentieerde vorm.

⁴⁹ Hoewel het objectieerbare criteria betreft, is soms sprake van een subjectieve beleving. Dit speelt bijvoorbeeld bij de aspecten veiligheid, hygiëne, gezondheid en toekomstwaarde.

Een terugtrekkende overheid kan voor een verschuiving zorgen bij conflicterende belangen op korte termijn (economische efficiency) en lange termijn (voorzieningszekerheid en volhoudbaarheid). Door meer de nadruk te leggen op het aspect ‘betrouwbaarheid op de lange termijn’, kan de verbinding met milieugerelateerde criteria worden verbeterd. Een structureel andere aanpak, ondersteund door een ‘strategische langetermijnvisie’ is daarvoor nodig⁵⁰.

Ruimtelijke condities met betrekking tot de gebouwde omgeving worden vaak gekoppeld aan Vitruvius’ bruikbaarheid (gemak), bouwbaarheid (degelijkheid) en schoonheid (genoegen). Verder uitwerken van de gestelde condities levert acht aan de ruimtelijke kwaliteit gerelateerde criteria op met betrekking tot de aan de essentiële deelstromen gerelateerde technische infrastructuren en –systemen, te weten:

- optimalisatie inzameling en transport.
- minimalisatie c.q. optimalisatie van het materiaalgebruik.
- aanpasbaarheid en uitbreidbaarheid.
- afscherming tegen sabotage en vandalisme.
- optimalisatie (grond)oppervlaktegebruik.
- inpasbaarheid in de woonomgeving.
- toegankelijkheid actoren.
- esthetische kwaliteit.

De ruimtelijke criteria zijn sterk actor-gerelateerd. Daarom is snel sprake van dilemma’s. Zo leveren de criteria ‘afscherming’ en ‘toegankelijkheid’ in relatie tot elkaar een dilemma op. Deze criteria kunnen bij gebruik als beoordelingswaarden het beste als (absolute) begrenzingswaarden worden gedefinieerd. De andere algemene dilemma’s zijn tijd- en actorgerelateerd⁵¹. In relatie tot infrastructuur zijn te noemen: snelheid en kwaliteit, zekerheid in verhouding tot legitimitieit en efficiëntie vergeleken met participatie.

Alternatieven en oplossingen voor de in de probleemanalyse geconstateerde problemen met betrekking tot de essentiële nutsvoorzieningen en essentiële stromen worden in dit onderzoek gezocht vanuit de context van een sociaal constructivistische opvatting. Vroegtijdige participatie en de juiste kennis, of het tegengaan van onwetendheid van de gebruikers is van doorslaggevend belang voor de betrokkenheid bij de problematiek. Met het aandragen van alternatieven c.q. oplossingen wordt het belang van gebruikers voorop gesteld. De sociale criteria voor succesvolle implementatie en gebruik van alternatieve systemen c.q. technieken zijn daarom vanuit gebruikersperspectief opgesteld⁵². Het zijn:

- gelijk of meer comfort.
- vergelijkbare kosten.
- handhaving dan wel verhoging gebruiksgemak.
- onafhankelijkheid van gespecialiseerde instituties en verplichte netwerken (empowerment).
- imago en leesbaarheid: esthetische kwaliteit en zichtbaarheid oplossingen.

Participatie en interactie

Binnen de democratische driehoek tussen de drie hoofdactorgroepen: overheid, markt en burgers is de relatie tussen de eerste en de laatste, door een terugtrekkende overheid en daarmee samenhangende liberaliseringprocessen, momenteel aan verandering onderhevig. De voorheen als lineair te typeren verhouding Staat–burger (een moderne, machtsgefragmenteerde samenleving) is getransformeerd naar een afwisselend netwerk van samenwerkingsstructuren. Gevolg is een veranderde speelruimte bij de coördinatie- en participatieprocessen van (woon)gebieden. Dit leidt tot een groter belang om de gebruikers en andere ‘relevante’ actoren op een zo vroeg mogelijk moment in planprocessen te betrekken, c.q. een brede betrokkenheid na te streven. Het erkennen van de ‘relevante’ actoren wordt nog te vaak beperkt tot indeling in overheidsinstanties, nutsbedrijven / brancheorganisaties, projectontwikkelaars en gebruikers.

Bij het identificeren van actoren, of belanghebbenden (‘stakeholders’)⁵³, en bij het opzetten van een overzicht van de belanghebbenden wordt door Freeman [1984] de onderverdeling in 10 categorieën aangehouden⁵⁴. Voor elk van de actoren moet gekeken worden naar twee dimensies: de belangen van de actor, en de invloed die de actor kan uitoefenen op ‘de onderneming’ c.q. het proces. De drie mogelijke belangen zijn in te delen in ‘formeel-rechtmatige belangen’ (bijv. aandeelhouders, eigenaren, etc.), economische belangen (bijvoorbeeld leveranciers, werknemers, etc.) en ‘beïnvloedbare belangen’ (consumentenorganisaties, milieubeweging, overheden, et cetera).

Bij de verschillende actoren binnen een proces is, ongeacht de individuele, soms conflicterende doelen, altijd een basis voor samenwerking. Het kiezen c.q. betrekken van specifieke belanghebbenden is bepalend voor het uiteindelijke ontwikkelingsproces. Om een zo breed mogelijke deelname van alle belanghebbende actoren te verkrijgen, worden deelnemende groepen (partners) normatief gekozen of op grond van hun ‘macht’ en invloed in het woongebied.

Het onderdeel ‘ontwerp’, of de groep ‘ontwerpers’ is niet (meer) specifiek in te delen binnen de in dit onderzoek aangehouden categorieën⁵⁵. Toch ligt er een belangrijke taak voor ontwerpers, te weten het in kaart brengen van wat mensen willen en het ondersteunen en visualiseren van de concrete gemeenschappelijke doelen⁵⁶. De andere, veelal dominante actoren moeten beseffen dat het betrekken van de bewoners/gebruikers verder gaat dan de verandering (ontwerp, realisatie) alleen.

⁵⁰ Centraal moet staan: hoe te anticiperen op toekomstige ontwikkelingen. Gebeurt dit niet, dan wordt de infrastructuur de belemmerende, en daarmee ongewild de sturende factor in het veranderingsproces.

⁵¹ De verschillende dilemma’s zijn geen tegenstellingen; het voldoen aan beide onderdelen in één oplossing is mogelijk. Ze onderstrepen het belang van integrale planvorming en –realisatie. Dit gebeurt via een strategie die gebaseerd is op een aanpak vanuit de verschillende actoren, een programma van mogelijkheden en een eraan gekoppeld tijdpad.

⁵² De sociale criteria, gerelateerd aan de overige actoren zijn via deze criteria indirect opgenomen, aangezien dit voorwaardelijke criteria zijn om aan de bovenstaande gebruikersgerelateerde criteria, en aan de eerder beschreven ruimtelijke- en milieutechnische criteria, te kunnen voldoen.

⁵³ Belanghebbenden worden gedefinieerd als ‘een persoon of groep die een legitiem belang heeft, of zegt te hebben bij het handelen, bij de normen of bij de intenties van de onderneming’.

⁵⁴ Een individu of groep kan tegelijkertijd meerdere rollen als belang-

hebbende hebben.

⁵⁵ De indeling in 10 groepen [Freeman, 1984]: eigenaren, financiële instellingen, actiegroepen, klanten/gebruikers, consumentenorganisaties, vakbonden, werknemers, handelsorganisaties, concurrenten, leveranciers, overheden, politieke organisaties.

⁵⁶ Het ontwerpen moet zich daarbij richten op de fysieke context van leefbaarheid en duurzaamheid, met nadruk op het creëren van voorwaarden (binnen een bepaalde proceskwaliteit) voor het ontstaan van ruimtelijke-, sociale- en milieukwaliteit.

Het gaat om een totaalconcept dat verknoopt wordt met omliggende projecten, in een structuur die flexibele en continue veranderingsprocessen ondersteunt, open is, en continu in staat is om correcties op te nemen doordat permanent gereflecteerd (en geleerd) wordt. Dit wordt 'place making' genoemd. Ook vanwege de mogelijke leerprocessen zijn een optimale communicatie en maximale betrokkenheid essentieel bij het maken van afwegingen binnen de bij voorkeur pluricentrische besluitvorming.

Inrichting van het ontwikkeling- en realisatieproces

Nederland kent twee modellen voor besluitvorming rond de (technische) infrastructuur en bijbehorende systemen. Het 'beslismodel', of 'referee model', dat het probleem van moeizame besluitvorming bij tegenwerkende individuen, belangengroepen en lagere overheden legt, en het 'interactiemodel', ook wel 'coach model' genoemd.

De laatste gaat uit van de stelling dat het de besluitvormers zijn die mogelijke problemen veroorzaken. Om werkelijk bij te dragen aan kwaliteitsverhoging moeten alle 'partners' binnen het proces zich bereid verklaren over te gaan tot integratie van te hanteren systemen. Binnen de doelstelling van dit onderzoek heeft het 'coach- of 'interactie model' de beste kansen⁵⁷. Een goede methode van besluitvorming volgens dit interactiemodel is de zogenaamde 'co-productie', het erkennen van het bestaan van wederzijdse afhankelijkheid tussen verschillende partijen en belangen. Deze methode is in het ontwikkelingstraject van het illustratieproject binnen dit onderzoek, de afsluitende case-studie Lanxmeer, toegepast⁵⁸. Het model kan door het inzetten van nieuwe al dan niet interactieve- informatietechnologie nog effectiever worden gemaakt. Binnen een digitale (web)omgeving kan eenvoudig een eenduidige werkomgeving, en een eenduidig systeem worden geïntroduceerd dat onbelemmerd door de diverse partners gebruikt kan worden. Het vormt een platform waar participanten fysiek en/of digitaal met elkaar over de (gewenste) ontwikkelingen kunnen communiceren, handelen en beslissen. Het geïmproviseerde handelen wordt in deze brongeoriënteerde aanzet gekoppeld aan het creatieve proces⁵⁹.

Bij een dergelijk complex interactie- en integratieproces is het essentieel een zogenaamde 'leidende actor' te benoemen. Het ligt voor de hand (zie eerdere conclusies) de ontwerper daartoe aan te wijzen. Binnen de afsluitende case-studie is dit, in nauwe samenwerking met de conceptbewaker én procesbewaker, volgens het model van co-productie gebeurd.

De voorgestelde (en toegepaste) pluricentrische methode van interactie in combinatie met het concept van 'open design' biedt de beste perspectieven, en is vooral geschikt in verband met de huidige 'specialisatiesamenleving' en de vele parallelle dynamische processen die daarbij aan de orde zijn: het is een interactief leerproces waarbij participanten mogelijk hun doelen pas ontwikkelen en afstemmen (bijstellen) tijdens het proces. De nadruk ligt op het geleiden van het transformatieproces en het ontwikkelen van alternatieven gedurende het proces zelf.

16.1.7

voorbeeldcasus Lanxmeer, Culemborg

Ten behoeve van een onderzoeksstructuur die zowel analytische als ontwerpgerichte aanpak steunt, is gekozen voor de introductie van een 'Programma van Mogelijkheden', ook wel bekend als een 'Essay of Clues'. Binnen dit Programma van Mogelijkheden (PvM) zijn de succes en faalkansen oplossingsgericht omschreven. De omschreven programmapunten gelden als kansrijke oplossingsrichtingen binnen het ontwerp en optimalisatieproces voor potentiële deeltechnieken c.q. deelsystemen en structureel andere oplossingen.

Het PvM vormt tezamen met de besproken ontwerpcriteria en de inrichting van het proces

(hoofdstuk 13) het kader voor de uitwerking van een geïntegreerde oplossing. In dit geval uitgewerkt in een afsluitende praktijkverbonden case-studie: de wijk Lanxmeer, te Culemborg. De relevante deeltechnieken en processen om stromen te verduurzamen worden hier casus-specifiek onderzocht en opgelost. Dit vormt de basis voor het ontwerp van een “device” dat de verschillende oplossingen, stromen, schalen en belanghebbende actoren, optimaal op elkaar probeert af te stemmen. Het heeft daarmee een gebieds- of plekafhankelijke optimale schaal van implementatie en tracht een oplossing te illustreren voor de centrale vraagstelling van deze studie. Het accent ligt daarbij op de ruimtelijke kwaliteit, -integratie en -optimalisatie.

Woon- werkwijk EVA-Lanxmeer, Culemborg

De casus Lanxmeer is gekozen omdat de wijk op een aantal essentiële aspecten afwijkt van de meer gangbare uitbreidingswijken in Nederland gericht op volhoudbaarheid. Is bij de gangbare uitbreidingswijken veelal sprake van ‘hooguit’ een maximalisatie van bestaande plannen naar milieuaspecten, in Lanxmeer is sprake van een integraal concept van zowel milieumaatregelen, ermee samenhangende stedenbouwkundige opzet, aangelegde technische infrastructuur, architectonische uitwerking en verdergaande vormen van participatie van de bewoners gedurende het gehele traject en op verschillende schaalniveaus.

De ecologische woon- en werkwijk⁶⁰ EVA-Lanxmeer beslaat een gebied van ongeveer 24 ha. nabij het NS station van Culemborg. Na voltooiing zal het ca. 250 woningen omvatten. In Culemborg zijn vervlechtingen tussen ruimtelijke- (technische-), sociale-, symbolische- en zelfs natuurlijke structuren⁶¹. Naast deze woon/werk poot omvat het in 1995 ontwikkelde EVA concept nog twee belangrijke pijlers: het multifunctionele gebouw EVA Centrum voor integrale ecologie en maatschappelijke vernieuwing, en een educatieve biologische stadsboerderij. Uitgangspunten voor de wijk waren dat het een voorbeeldwijk moest worden waarin een goede energie- en waterhuishouding samengaat met ecologische architectuur en een natuurlijke leefomgeving.

Drie aspecten zijn bij de ontwikkeling, uitwerking en realisatie van belang: de verregaande invloed van de (toekomstige) bewoners op hun woning en woonomgeving, de milieubewuste inrichting, en de organisatie van het beheer van de openbare ruimte. Het is daarmee een kansrijke context voor de zoektocht naar gesloten kringlopen op afwijkende schaalniveaus. De oplossing en integratie van deze uitwerking volgt het Programma van Mogelijkheden, zoals beschreven in hoofdstuk 14. Het uiteindelijke resultaat is uitgewerkt in een ontwerp, en wordt Sustainable Implant (of S.I.) genoemd.

Gekozen is voor een volledige integratie van ontwikkeling in de praktische uitwerking, zodat ook de uitkomsten omtrent de inrichting van het proces konden worden toegepast⁶².

⁵⁷ Het voordeel is dat voorkomen wordt dat te snel naar een oplossing in de vorm van een bepaald infrastructuurproject wordt toegewerkt, zonder dat genoeg over de relatie tussen de suprastructuur (wat willen we) en de infrastructuur (hoe kunnen we deze doelstelling het beste realiseren) is nagedacht.

⁵⁸ De toegepaste aanpak van het opnemen van sociale leerprocessen en ‘place making’ staat bekend als het ‘architect model’. Belangrijk

binnen een dergelijke werkwijze is, hoe om te gaan met de verschillende belanghebbenden, hun interactie en leerprocessen.

⁵⁹ Binnen de afsluitende case-studie is daarom als afgeschermd onderdeel binnen de tevens opgezette informatieve website een dergelijke digitale werkomgeving gecreëerd en benut; <http://www.evacentrum.nl>

⁶⁰ Tot de wijk behoren diverse andere voorzieningen, waaronder

een kantorengedebied. De wijk is uitgebreid gedocumenteerd op: <http://www.evalanxmeer.nl>

⁶¹ De wijk is binnen de ‘behaviour settings’ als ‘natural area’ te benoemen.

⁶² Bij het uitwerken op de gekozen locatie is het kortsluiten van de aanwezige stromen geoptimaliseerd. Dit is gebeurt op basis van het stedenbouwkundig ontwerp van de wijk van 2001.

Uitwerking van de essentiële stromen binnen Lanxmeer

Het is de bedoeling om het zwarte afvalwater van de woningen te behandelen in of bij het EVA Centrum en hergebruik van de retourstromen zo dicht mogelijk daarbij.

De wijkinfrastructuur is aanwezig en ligt grotendeels vast. Tezamen met acht andere algemeen omschreven transportvarianten en met de schaal van behandeling van de verschillende soorten afvalwater, is de infrastructuur getoetst⁶³. Zo ook voor de wijze van transport en schaal van behandeling van het vaste afval, waarbij vijf algemene transportvarianten zijn omschreven.

Uit de toetsing blijkt het grote onderscheid tussen de verschillende transportopties. Geen ervan komt vanuit alle drie perspectieven bezien als beste naar voren. De conventionele manier van inzamelen en transporteren wordt gekenmerkt door een relatief hoge gebruiksvriendelijkheid. Milieutechnisch bezien voldoet ze echter het minst, terwijl transport met behulp van een vacuümtoilet, separeertoilet of een composttoilet vanuit milieutechnisch perspectief beter is⁶⁴.

Transport waarbij conventioneel gecombineerd wordt met een decentrale behandeling van grijswater en evt. andere, minder kritische stromen, en watergedragen transport met behulp van een booster ter reductie van watergebruik, zijn intermediaire oplossingen die combinaties van centraal en decentraal mogelijk maken. Binnen Lanxmeer is mede gezien de geleidelijke wijze van realisatie van de wijk (in vijf bouwfasen verdeeld over ca. acht kalenderjaren) gekozen voor een booster (per acht woningen) en (gereduceerd) watergedragen transport. Voor het vaste afval is gekozen voor de optie, waarbij conventioneel transport van anorganisch restafval gecombineerd wordt met een decentrale inzameling (en zo mogelijk behandeling en hergebruik).

Bij de keuze van de toe te passen techniek komt voor de organische afvalstromen (zwartwater en gf en t afval) het anaërobisch behandelen van afvalwater met bijmenging van gft-afval en energierugwinning en afvalstroomreductie als beste optie naar voren. Zo wordt meer milieubewust met het gft-afval omgegaan⁶⁵, en is het residu dat overblijft na vergisting geschikt als meststof of grondverbeteraar. Dit past in het principe van een gesloten nutriënten kringloop, en is goed inpasbaar en uitvoerbaar binnen de wijk Lanxmeer. Het grijze afvalwater wordt separaat lokaal behandeld en teruggebracht naar het oppervlaktewater.

Voor de gekozen technieken zijn voor de casus Lanxmeer twee systeemconfiguraties (met daarbinnen drie deeloptyes) uitgewerkt en getoetst. Alternatief 1 op basis van Anaërobe vergisting met een nabehandeling m.b.v. een compostfilter en Biorotor en drie deeloptyes, en Alternatief 2 op basis van anaërobe vergisting en een nabehandeling met een Living Machine⁶⁶. Na toetsing aan de (milieu)technische, ruimtelijke en sociale criteria, omgevingsrandvoorwaarden en betrokken partijen is een keuze gemaakt. Er is gekozen voor Alternatief 2.

De basis voor de Sustainable Implant wordt gevormd door de behandeling van de afvalstromen van de wijk Lanxmeer en het EVA Centrum, en door het terugbrengen en zo direct mogelijk hergebruiken van de daaruit voortkomende retourstromen, aangevuld met opgewekte dan wel vastgehouden stromen binnen het bouwkundige “device” zelf.

Bij de gecombineerde afvalverwerking en energieproductie zijn drie hoofdsystemen te onderscheiden: een afval- en (afval)watersysteem, een koolstof en nutriëntensysteem, en een energiesysteem.

Twee basiscomponenten zijn daarbij essentieel: de anaërobe vergister met toegevoegde systemen voor de behandeling c.q. verwerking van de afvalstromen van de wijk Lanxmeer

(Basiscomponent I), en het op de Living Machine gebaseerde verticale kas-concept met hangende tuinen (Basiscomponent II), concreet uitgewerkt c.q. geïntegreerd binnen het EVA Centrum ontwerp als (afgesloten) dubbele gevel.

De centrale installatieonderdelen binnen de eerste basiscomponent zijn de anaërobe vergister zelf (met diverse deelstroom installaties), de wkk installatie, de retourrette en de e-fulfilment miniload. Binnen de tweede basiscomponent zijn het de helofytenbakken en wateropslag, de gesloten dubbele gevel annex verticale glazen kas met afvalwaterzuivering, de aquifer, warmteterugwinning en de productiekassen en 'hangende tuinen'.

In een workshop en in bilaterale gesprekken en contacten met de belanghebbende actoren is verkend op welke punten de verschillende partijen kansen zagen voor realisatie van de ideeën die zijn uitgewerkt, en in hoeverre zij vanuit hun eigen optiek daarin mogelijke belemmeringen constateerden⁶⁷. De uitwerking heeft zich vervolgens gericht op de integratie van de Biogasininstallatie en Living Machine in het architectonisch ontwerp.

Ruimtelijke uitwerking, integratie en optimalisatie

Het EVA Centrum is een onderdeel van c.q. werkt nauw samen met de ecologische wijk Lanxmeer⁶⁸. Een belangrijke rol is weggelegd voor de stadsboerderij en de stadsboer.

De relatie tussen EVA Centrum, wijk, drinkwatergebied en stadsboerderij is continu en wederkerig.

Binnen de geïntegreerde 'Sustainable Implant' (S.I.), gesitueerd aan de westzijde / zuidwest hoek van het complex, worden de essentiële stromen (water, energie, afval) onderling gekoppeld en verwerkt. Het streven is een volhoudbaar systeem te realiseren, zonder toevoer van energie uit eindige bronnen en met maximaal hergebruik ter plaatse van nuttige stoffen uit het afval⁶⁹.

Het onderzoek heeft zich eerst geconcentreerd op het omgaan met eventuele hinder voor het complex zelf en de omwonenden. Ook zijn deelstudies verricht naar de ruimtelijke oplossing en inpassing van de verschillende processtappen. De oorspronkelijke locatie voor de Sustainable Implant in de zuid-oost hoek van de kavel is binnen de gestelde parameters komen te vervallen. Drie nieuwe ontwerpvarianten voor de situering zijn uitgewerkt; respectievelijk aan de zuidkant van de kavel en in de noord-west hoek. Uiteindelijk is de Sustainable Implant gesitueerd in de zuidwesthoek, vooral vanwege de (gevraagde) relatief goed (auto)ontsloten ligging, met de minste hinder voor omwonenden.

⁶³ Binnen de in hoofdstuk 12 opgestelde (milieu)technische, ruimtelijke en sociale criteria.

⁶⁴ De laatste twee opties voldoen weer minder aan comfort en gebruikseisen (of de beleving daarvan).

⁶⁵ Een gedeelte van de overlast en kosten van de groene container kan daarmee wegvallen. In het overleg met de gemeente en de AVRI is een principe toezegging gedaan dat de afdracht van de bewonersbijdrage voor het gft deel wegvalt, zodat geld vrijkomt voor de gemeenschappelijke inzameling en/of installatie. Voor de wijze en de frequentie van inzamelen van deze fractie, en door

wie dit gebeurt moet wel een oplossing gevonden worden. Momenteel worden hieromtrent besprekingen gevoerd.

⁶⁶ De Living Machine wordt in Lanxmeer (tevens) als hoofdbehandeling voor het zwarte afvalwater en een deel van het grijze afvalwater van het EVA Centrum benut.

⁶⁷ Op de configuratie van de voorgestelde installaties is een voor allen bevredigende toelichting gegeven. Over mogelijke knelpunten is gediscussieerd, waarna deze verwerkt zijn in de succes- en faalkansen. In het algemeen staan de partijen positief tegenover het verder onderzoeken

c.q. uitwerken van de mogelijkheden en mogelijke realisatie van de biogasininstallatie gekoppeld aan de Living Machine in of in de omgeving van het EVA Centrum.

⁶⁸ Niet alleen actief via gekoppelde 'stromen' in de geïntegreerde Sustainable Implant (S.I.), maar ook door het bieden van voorzieningen voor de wijkbewoners in het complex, en door integratie van 'belevingsvoorzieningen' in de wijk.

⁶⁹ De algemene nutsvoorzieningen voor elektriciteit, verwarming en water zijn beperkt tot centrale aansluitingen als opstart en noodvoorziening.

Vanuit de overige programma- en deelstroom gerelateerde workshops en de (milieu) technische, ruimtelijke en sociale criteria zijn vervolgens het programma en de nadere randvoorwaarden ontwikkeld en economisch onderbouwd. Dit heeft geleid tot de definitieve ruimtelijke variant binnen het conceptueel ontwerp.

Op basis van dat ontwerp is de ruimtelijke integratie geoptimaliseerd en uitgewerkt binnen het conceptueel schetsontwerp.

De Biogas centrale, warmte-kracht-koppeling en overige technische installaties zijn binnen dit schetsontwerp gesitueerd en geconcentreerd in de kelder onder het gebouw. Deze decentrale vergistingsinstallatie verwerkt het zwartwater en het gft afval van de wijk EVA Lanxmeer. Uit de installatie komt methaangas (biogas), CO₂ en een waterrijke vaste slurrige. Het methaangas wordt in de wkk omgezet in warmte (warm water) en kracht (elektriciteit). Het warme water is voor de verwarming van het hotelcomplex, het conferentiecentrum en vooral voor de 'Wellness' programmaonderdelen.

Van de elektriciteit, in eerste instantie voor de processen binnen de S.I. zelf, wordt een klein overschot elders benut of teruggeleverd aan het net. De waterrijke vaste slurrige uit de vergister gaat door een schroefpers. Het vloeibare effluent ondergaat een struviet precipitatie-behandeling en een aansluitende behandeling op basis van CTL ionenwisseling, waarna hergebruik plaats vindt voor een relatief hoogwaardige toepassing (besproeiing van de eetbare gewassen). Het vaste composteerbare materiaal komt in een gesloten ruimte van ca. 60 m² in de kelder, waar het enkele keren 'wordt omgezet' in 2 à 3 weken verwerkt tot grondverbeteraar en teruggebracht naar de stadsboerderij in de wijk ten behoeve van gebruik.

De verticale glazen kas met hangende tuinen en de zuivering van het afvalwater van het EVA complex op basis van een Living Machine is aan de geluidsbelaste westgevel van het complex geplaatst, en om zoveel mogelijk zonlicht te vangen op de tweede tot en met vijfde verdieping⁷⁰. De glazen kas c.q. spouw is een volledig afgesloten ruimte en is niet natuurlijk te ventileren.

De verticale glazen kas is ingevuld met de zes cascaderende zuiveringsstappen, bekend van het Living Machine concept, voor het zuiveren van het zwartwater van het EVA Centrum. Het effluent, het gezuiverde water, wordt naar helofytenfilters geleid, architectonisch geïntegreerd in 'bakken' op de begane grond in de arcade langs de westgevel van het conferentiecentrum (onder de hangende tuinen), alwaar het een laatste nazuivering ondergaat waarna het terug gaat naar de waterretentievijver en tenslotte de biologische zwembijver in de binnentuin. De overige beschikbare kasruimte (gedeeltelijk op het dak van het hoofdvolume) is ingevuld ten behoeve van de stadsboer. In dit deel van het systeem wordt het gezuiverde water uit de beneden liggende helofyten bakken benut en de 'watertoren' met het gezuiverde water benut uit de vergister en de Living Machine. Door in de glazen kas het surplus CO₂ van de vergister (een bijproduct van het methaangas) in te brengen als vorm van bemesting wordt de groei van de planten bevorderd. Los van deze binding van CO₂ levert de keuze voor decentrale behandeling van het afvalwater binnen de context Lanxmeer al een CO₂ reductie van 194 kg per woning per jaar. Indien de uit afvalstromen opgewekte energie zou worden teruggebracht naar de woningen in de wijk (en niet het EVA Centrum, zoals binnen de huidige configuratie gebeurt), komt dit neer op een energiebesparing per woning van 6,4 GJ per jaar.

Bovenin de kas zijn 2^e generatie warmtewisselaars toegepast, die direct gekoppeld aan opslag van warmte in een aquifer zorgen voor verdere aanvulling van het warmwatersysteem van het EVA Centrum (en vooral ook het Wellnessprogramma).

Het uit de aquifer komende 'koelere' water wordt benut voor de koeling van de conferentieruimten en –zo nodig- de hotelkamers⁷¹.

De Sustainable Implant, het groen en de daktuinen worden naar verwachting beheerd en verzorgd door de stadsboer (de besprekingen hieromtrent hebben geleid tot positieve intentieverklaring van de stadsboer).

De totale vloeroppervlakte van de Sustainable Implant is met 680,1 m² door toegevoegde voorzieningen (in pandige composteerruimte & opvang watereffluent) in de loop van het ontwerpproces relatief gezien slechts een fractie verkleind⁷². Het benodigde oppervlak inclusief de afgesloten (op vrachtwagen gedimensioneerde) stort voor gft afval en Living Machine bedraagt 532,5 m². Het grondgebruik is door stapeling van functies flink verminderd (tot 154,2 m²). In de definitieve uitwerking van de Sustainable Implant is de systeemcomponent Living Machine procestechnisch gezien niet meer strikt noodzakelijk voor succesvol functioneren van het andere deel binnen de S.I.⁷³.

De faal (en daarmee succes-) kansen voor de uitgewerkte oplossing hebben te maken met de drie belangrijkste (in hoofdstuk 12 omschreven) criteria: 'betrouwbaar', 'betaalbaar' en 'schoon' (waaronder veilig) en met de ruimte binnen (of buiten) de regelgeving. Voor 'schoon' gelden de milieu- gezondheidsgerelateerde aspecten als hygiëne garanties, het voorkomen van hinder in de vorm van geluid, stof, geur, zicht en trillingen. De betrouwbaarheid omvat de omgang met al dan niet opzettelijk verkeerd gebruik, uitval en de back-up voorzieningen.

De betaalbaarheid moet binnen de context van het strategisch niche management geplaatst worden. De eerste economische modellen zijn voorzichtig optimistisch te noemen, al berusten ze op verschillende aannames c.q. voorlopige toezeggingen van de betrokken actoren. Vooral de ruimte die binnen de strategische niche wordt gecreëerd op het gebied van regelgeving, realisatie en beheer, zonder inboeten op kwaliteit van het voorzien in de fundamentele behoeften, is doorslaggevend: door het geïntegreerde karakter van de oplossing kan het ontbreken van een vergunning of de weigering van een ontheffing van één onderdeel de realisatie en werking van de gehele oplossing onmogelijk maken. Voorwaarde is vooral de aanwezigheid van een goed georganiseerde en regelmatig bijeen komende 'intentional community' van mensen die voldoende kennis van de systemen en de voorwaarden voor succesvol functioneren hebben. Het vroegtijdig informeren én betrekken, waarbij sociale leerprocessen worden geïntegreerd in de ontwikkelings- en gebruiksfases, is daarbij essentieel gebleken.

⁷⁰ Een deel is toegankelijk, als onderdeel van het EVA laboratorium op de eerste verdieping binnen de entreehal, te benutten voor educatieve rondleidingen. De verticale glazen kas is binnen het concept licht overgedimensioneerd ten behoeve van het doorzetten van de geluidsreducerende werking en voor de integratie van eetbaar groen in de kassen. Door de glazen kas over de gehele westelijke facade door te zetten geeft het gebouw en de

wijk een gezicht (identiteit) vanaf spoorzijde en entreekant, en tevens een afscherming van het geluid van verkeer en treinen (t.b.v. de hotelkamers en de achterliggende binnentuin van het complex).

⁷¹ In het gehele complex is daartoe (extra) Lage temperatuurverwarming (LTV en ELTV) c.q. hoge temperatuur koeling (HTK) toegepast.

⁷² De composteerruimte en de opslag voor het vloeibare effluent

binnen de installatie worden meegerekend in de vermelde oppervlakte, zodat dit beeld enigszins vertekend is (de eerste varianten omvatten deze onderdelen niet, doordat deze in de binnentuin waren geplaatst).

⁷³ Het afvalwater kan meegenomen worden in de anaërobie vergister, terwijl de overige functies van de verticale glazen kas door middel van bijvoorbeeld het geven van een agrarische invulling of andere processen is op te lossen.

16.2

Reflectie en beantwoording onderzoeksvragen

16.2.1

achtergrondvraag I

In hoeverre zijn de huidige technische (infra)structuren bepalend voor de (on)mogelijkheden van 'duurzame ontwikkeling'?

Bestaande technische infrastructuren lijken 'duurzame ontwikkeling' in de weg te staan, niet alleen omdat de aanwezige instrumenten voor de ontwikkeling van nieuwe infrastructuren zijn gebaseerd op de bestaande structuren en waarden, maar ook vanwege het ontbreken van voldoende vrijheden voor ver(der)gaande alternatieven.

Een betere koppeling tussen duurzaamheidsaspecten en voorzieningszekerheid in de geliberaliseerde situatie kan leiden tot perspectief voor 'duurzame ontwikkeling'⁷⁴.

Het proces van het betrekken van de onzekerheden, en het ontwikkelen van de alternatieven voor de essentiële stromen komt op de schaal van infrastructuren nauwelijks op gang. Dit brengt maatschappelijke risico's met zich mee⁷⁵.

De onzekere lange termijn, in sommige sectoren gecombineerd met een relatief pril proces van liberalisering, leidt tot een geringe innoviteit. De geringe flexibiliteit en kleiner aantal mogelijkheden voor variabilisatie en etikettering van de stromen bij toepassing van centrale infrastructuren, zijn nadelen die bij schaalvergroting nog zwaarder gaan wegen.

Oriënterende berekeningen wijzen op de noodzaak de infrastructuur en netwerken binnen milievalidatiemethoden meer te betrekken bij de gestelde structurele verbeteringen en de gewenste veranderingsprocessen naar duurzame ontwikkeling binnen de ruimtelijke ordening⁷⁶. De allocatie van de milieubelasting én gebruiksgelateerde kosten vragen om aandacht, omdat het mogelijk de basis vormt voor een verbeterde argumentatie bij keuze tussen (bestaande) centrale oplossingen en decentrale alternatieven⁷⁷.

Gelet op de afhankelijkheid van de sanitatiegerelateerde infrastructuur van de energie-infrastructuur, en de mogelijke consequenties van het liberaliseringsproces van de energie-sector, brengt het voortbouwen op één technologie c.q. (infra)structuur (systeem) op de lange termijn grotere risico's met zich mee⁷⁸.

Drijfveer voor een doelmatig rioleringsbeheer moet niet alleen kostenbesparing zijn, maar ook kwaliteitsverbetering van 'source to service'. Om dit volgens het principe van de geleidelijke verandering van het paradigma te bewerkstelligen is het centrale schaalniveau voor de kwaliteitsverbetering niet de meest optimale⁷⁹.

Bij de huidige constellatie van met name de energienetwerken is de als gewenst beschouwde differentiatie, bijvoorbeeld bij specifieke eisen aan plaatselijke netwerkcapaciteit⁸⁰, overwegend een complicerende factor, die vaak leidt tot tijdelijke en/of verdere milieubelasting⁸¹.

Voor de samengestelde beheersstructuur van de verschillende technische infrastructuren maken structurele verandering van de centrale netwerken en infrastructuren op grotere schaalniveaus complex. Het verkleinen van de schaal van toepassing van de verschillende ketens kan het aantal actoren op dit gebied reduceren, en daarmee de inzichtelijkheid en verantwoordelijkheid van handelen voor die actoren vergroten. De kans van slagen voor structurele alternatieven wordt op deze manier groter.

In geval van kleinere, decentrale netwerken en/of systemen wordt het belang van (vraag)-

sturing en (tijdelijke) opslag groter door de relatief hogere en meer ongelijkmatige pieken en dalen in gebruik. Het achterliggende idee van nivellering als gevolg van sturing werkt eenvoudiger bij de afvoer dan bij de toevoer van de essentiële stromen⁸².

De gecreëerde vrijheid van schaalafhankelijke toepassing, zonder de totale structuur negatief te beïnvloeden, kan bijkomende processen van verduurzaming genereren op andere schaalniveaus. Voorwaarde is wel dat de overkoepelende netwerkstructuur (technisch en ruimtelijk) en de organisatiestructuur (sociaal en ruimtelijk) anders wordt ingericht.

Tot slot geldt dat het succes van het genereren van duurzame ontwikkeling staat of valt met het feitelijke optreden van milieubewust gedrag op het laagste schaalniveau. In alle gevallen moet een vroegtijdige participatie van, en interactie met, de verschillende belanghebbende actoren voorop staan om gestelde doelen te bereiken. De belangrijke actoren, zoals de energieleveranciers en waterschappen, zullen daartoe een grotere betrokkenheid moeten ontwikkelen⁸³.

16.2.2

achtergrondvraag II

Kan het centraal dan wel decentraal oplossen van de essentiële stromen verdere processen van verduurzaming genereren op een hoger schaalniveau?

Voor het beantwoorden van schaalgerelateerde aspecten binnen achtergrondvraag II zijn de mogelijkheden voor hergebruik, de cascadering naar kwaliteit en vooral de eraan gekoppelde sociale consequenties maatgevend⁸⁴. Het hangt vooral samen met de gevolgen van het al dan niet realiseren van autonomie, en de volhoudbaarheid ervan, met of zonder gebruik van de bovenliggende infrastructuren. De fundamentele behoefte ‘bescherming’ als onderdeel van algemeen belang blijkt sturend. Dit heeft te maken met het aspect van garantiestelling (zowel kwalitatief als kwantitatief) in geval van disfunctioneren en is daarmee zeer stroom- en systeemafhankelijk.

⁷⁴ Dominante actoren of rigide regelgeving moeten dan niet tegenwerken.

⁷⁵ Gebrek aan grip op processen en risico's, kan samenlevingsontwrichtende consequenties hebben. De duurzame ontwikkeling, noch de samenleving is daarmee gebaat.

⁷⁶ Op schaalniveaus boven die van de woning.

⁷⁷ Dit aspect, tezamen met het binnen de proloog en hoofdstuk 1 besproken onderzoekspunt volgens het proces- of interactieprincipe, en het in hoofdstuk 4.3.2 besproken probleem van teveel onzekerheden bij het beschrijven en berekenen van alternatieven die berusten op een (al dan niet gedeeltelijk) andere functie vervulling en meer systeem georiënteerd karakter, zijn aanleiding dat bij de verdere

uitwerking niet is gekozen voor een nauwkeurige, tijdconsumerende milieukostenberekening. Milieubelastingberekening is bovendien erg gevoelig voor onzekerheden en berust relatief sterk op bepaalde aannamen, al verstrekt het vrijwel altijd relevante inzichten [Bras-Klapwijk & Knot, 2000].

⁷⁸ Op centraal schaalniveau geldt dit ook voor de hygiëne.

⁷⁹ Voor de andere aspecten geldt dit mogelijk wel, al wordt ‘distributie’ bij het milieutechnische optimaliseringsproces nog onvoldoende centraal gesteld.

⁸⁰ Een dergelijke vorm van differentiatie is op te vangen via de (tijdelijke) introductie van decentrale netwerken.

⁸¹ Zo stimuleren prijsverschillen tussen regio's de energiehandel, kun-

nen (tijdelijk) een onevenredig sterke druk op delen van het netwerk leggen, en soms leiden tot congestie.

⁸² Er is een duidelijk onderscheid tussen de toevoer water- en energiestroom enerzijds en de afvalstromen anderzijds. Bij de laatste spelen aspecten als sociale controle, mogelijke hygiëne- en andere aan hinder gerelateerde problemen sneller een rol.

⁸³ Zoals eerder geconstateerd lijkt de recent in gang gezette privatisering dit te ondersteunen.

⁸⁴ Als er geen besef is van deze contextuele complexiteit ontstaat al gauw een belangentegenstelling van bijvoorbeeld ecologie versus economie, en daarmee de noodzaak van afweging en compromis [Vries, 2003].

Het schaalniveau op zich is niet zozeer van belang voor het uiteindelijke milieubewuste gedrag van huishoudens⁸⁵. Die hangt vooral af van de wijze waarop de voorziening (de dienst) aansluit op de levensstijl, de directe omgeving en culturele- en landschappelijke kenmerken. Ofwel de bouwkundige- en sociale inpassing in de directe leefomgeving. Een betere aansluiting is mogelijk, als een oplossing te vinden is voor de huidige inpassing⁸⁶ aangaande het beheer van de technische infrastructuur binnen de energiesector. Deze oplossing moet een nieuw midden bieden tussen het publieke en overheidsgereguleerde karakter van de essentiële infrastructuur en het vanuit de markt aangedragen alternatief van een volledig geprivatiseerde infrastructuur⁸⁷.

Het creëren van een centraal gecontroleerde en beheerde⁸⁸ minimale back-up voorziening c.q. infrastructuur tezamen met betere mogelijkheden om privaat beheerde autonome subnetten te realiseren, lijkt een goede mogelijkheid. Uitgangspunt kan (een deel van) het huidige net vormen. Essentieel bij een dergelijke ‘opsplitsing’ (in de dubbele betekenis van privaat/publiek als decentraal/centraal) is, de juiste allocatie van de kosten⁸⁹ die samenhangen met de heteronomie van de private subnetten van de centrale back-up voorziening. De kosten moeten verband houden met het gebruik van infrastructuur; ze moeten worden gevariabiliseerd⁹⁰.

Binnen de huidige centrale infrastructuur is deze variabilisatie, ofwel de zogenaamde etikettering van de stromen, onvoldoende mogelijk⁹¹. Het introduceren van een tussenniveau, een bundeling van gebruikers die eenzelfde dienst (verlening) delen, maakt dit eenvoudiger⁹². Het stimuleert niet alleen het streven naar verduurzaming of zelfs autonomie van de private subnetten, en daarmee de volhoudbaarheid van het geheel, maar biedt bovendien meer mogelijkheden (flexibiliteit)⁹³ om decentrale systemen en hernieuwbare bronnen op verschillende schaalniveaus in te passen, dan wel volledig nieuwe (autonome) alternatieven toe te passen⁹⁴.

Een dergelijke configuratie prikkelt te blijven investeren in de eigen netwerken c.q. in efficiënt gebruik. Dit zijn aspecten die momenteel onder druk staan. Een dergelijke transitie van de infrastructuren kan plaats vinden zonder dat de algemene voordelen van het ‘economies of scale’ principe⁹⁵ verloren gaan, terwijl de mogelijkheden om deze te verduurzamen sterk verbeteren.

Het introduceren van een tussenniveau biedt daarnaast andere voordelen. Zo doorbreken kleinschalige (deel)systemen en een betere communicatie en betrokkenheid het proces van vervreemding en (gevoelsmatige) heteronomie. Vooral de transformatie van het aanbod van producten (water, warmte, elektriciteit, afvalverwerking) naar diensten (aandrijving van machines, verlichting, klimaatbeheersing) biedt daarbij mogelijkheden. De bescherming van de eindgebruiker wordt belangrijker. Tot dusverre zijn het vooral grootgebruikers die voordelen kunnen behalen door rechtstreeks dit soort diensten af te nemen in plaats van het kopen van het product energie dat via andere contractanten/systemen wordt omgezet in de dienst. In zo’n economische of toegevoegde waarde voor de kleinverbruiker wordt nog onvoldoende voorzien.

Het is van belang te beseffen dat er een ongelijke uitgangspositie van decentraal georiënteerde systemen en technieken is ten opzichte van de conventionele, centrale systemen. Om dit te nivelleren zijn er diverse mogelijkheden. Het grootste probleem daarbij is het dwingende karakter van de heteronomie. Die moet (gedeeltelijk) weggenomen worden. Geconstateerd is dat vanuit (technische) decentraliteit niches gecreëerd kunnen worden, binnen ‘strategisch niche management’.

De specifieke voor- en nadelen van decentrale systemen zijn afhankelijk van de gekozen oplossingen met betrekking tot de energie- en sanitatiestromen. Uiteindelijk zijn ze vrijwel

altijd terug te voeren naar het principe van ‘economies of scale’ dat bij decentrale systemen vooral in het begin (de opstartfase) minder speelt dan vaak vermeld. Het effect van fysieke schaalvergroting is de afgelopen 50 jaar echter wel afgenomen.

De vraag is of ten behoeve van doelverschuiving van ‘onderhoud’ naar ‘bescherming’, bij het anders vormgeven van bestaande en mogelijk nieuw aan te leggen infrastructuren op de hogere schaalniveaus binnen de superstructuur, de boven de fundamentele behoeften liggende maatschappelijke doelstellingen ‘welzijn’ en ‘duurzame samenleving’ beter wordt afgedekt (zie achtergrondvraag I; 16.2.1). Gezien de constatering van een grotere laterale fundamentele behoeftevervulling, lijkt een organisatie op grond van meer decentrale systemen met een zo groot mogelijke autonomie verdere processen van verduurzaming te garanderen, vooral daar waar het die laterale behoeftevervulling betreft⁹⁶.

Dit is op voorwaarde van een volledige garantie van ‘bescherming’, ofwel zekerheid van levering of afname/behandeling. In het onderzoek is naar voren gekomen dat dit aspect binnen de bestaande infrastructuur vooral door in gang gezette processen van liberalisering ook al onder druk is komen te staan. Een uitwerking van het aspect lijkt essentieel, zowel in geval van verdere ontwikkeling op grond van het geldende paradigma van schaalvergroting, als ook op de geanalyseerde referentieconcepten en –projecten volgens de alternatieve ontwikkeling van decentralisatie⁹⁷.

16.2.3

achtergrondvraag III

Is er een optimale schaal voor autonomie per stroom, en zo ja, wat is de optimale schaal?

Het is met betrekking tot het verder verduurzamen van de deelstromen onverstandig een definitief oordeel te vellen over het al dan niet voordelig zijn van het vergroten van het schaalniveau van toepassing.

⁸⁵ Tot op zekere hoogte zelfs niet voor de milieubelasting van de technische infrastructuur zelf (zie hoofdstuk 4).

⁸⁶ Dit speelt bij liberalisering van de Nederlandse energiemarkt en de elektriciteits infrastructuur in het bijzonder.

⁸⁷ Gaat alleen als er een (gecentraliseerde) technische infrastructuur ligt.

⁸⁸ Per definitie is dit niet de (nationale) overheid, al valt daar veel voor te zeggen. Wel geldt dat momenteel de overkoepelende verantwoordelijkheid voor de energie infrastructuur niet is geregeld.

⁸⁹ Naast gebruik, houdt dit het interniseren van de milieukosten (zie hoofdstuk 4) en voorzieningszekerheid in.

⁹⁰ Tegelijkertijd moeten deze kosten meer inzichtelijk gemaakt worden voor de eindgebruikers (transpa-

rantie).

⁹¹ Zie daartoe ook de beantwoording van Achtergrondvraag I (h. 16.2.1).

⁹² In de overgangperiode kan het leiden tot een vergroting van de hoeveelheid infrastructuur. Het spreekt voor zich een dergelijke transitie volgens een nauwgezet plan van aanpak op basis van de leeftijd van bestaande netcomponenten (zie hoofdstuk 3) mogelijk te maken.

⁹³ Van belang is het besef dat (bestaande) regels flexibiliteit, en innovatie in de weg (kunnen) zitten.

⁹⁴ Belangrijkste voorbeeld is de toepassing van gelijkstroomdistributie.

⁹⁵ De voordelen zijn hogere efficiëntie en synergie als kostenbeheersing, optimalisatie van de bedrijfsvoering, eenvoudiger beheer en toezicht, gebruiksgemak, noodzaak op zekerheden en garanties

vooraf, betere veiligheid en hygiëne in relatie tot gezondheidsaspecten en algemeen meer efficiëntie door schaalgrootte en lagere kosten.

⁹⁶ Genoemde fundamentele behoeften zijn in de probleemanalyse als kritisch, en onder druk staand, binnen de huidige ruimtelijke en maatschappelijke ontwikkelingsprocessen, naar voren gekomen.

⁹⁷ Gelet op het onvoldoende effect van dit laatst genoemde principe, als gevolg van het geringe aantal decentrale projecten is onderzoek naar inzet van dit soort alternatieven op grotere schaal van toepassing relevant.

Elk voordeel heeft zijn nadeel. Bovendien zijn de verschillende interpretaties van de optimum schaal van toepassing van netwerken en systemen terug te voeren naar het verschil in (politiek) inzicht in de beoogde kwaliteit en kwantiteit van het voorzien in de fundamentele behoeften.

Er bestaan meerdere optimale schaalniveaus. Toch geldt dat het verkleinen van de schaal van toepassing van de technische infrastructuur voorwaarde is voor het vergroten van de inzichtelijkheid en de verantwoordelijkheid van handelen⁹⁸. Dit is ook gebleken bij de geanalyseerde referentieprojecten: naarmate de schaalgrootte toeneemt, wordt de toevoer en afvoer van zaken als afval(water) steeds anoniemer en minder geïntegreerd, met als gevolg dat de betrokkenheid afneemt. Uit de onderzochte projecten blijkt verder dat in geval van wijken of woonbuurten c.q. woongebouwen waarvan de bewoners al in een vroeg stadium zijn samengekomen en hebben besloten gezamenlijk een milieubewuste woonvorm c.q. leefgemeenschap op te zetten, hierop de uitzondering vormen⁹⁹.

Voor het realiseren van autonomie of verregaande vormen van hergebruik in de gebouwde omgeving zijn de sociale kenmerken doorslaggevend voor succes, en daarmee voor de schaalgrootte van de oplossing. De optimale schaal voor autonomie per stroom in de gebouwde omgeving is daarbij alleen plaats specifiek te benoemen.

Als een maximale grootte wordt nagestreefd is die te realiseren door een sterke (steden)bouwkundige uitwerking (lees geleiding) in beleefbare schaalniveaus en door de ondersteuning van de processen en de gemeenschap vóór, tijdens en na ingebruikneming. Het ruimtelijke ontwerp van de gehele wijk en de directe leefomgeving van de woningen worden daarmee succesfactoren voor de toepassing en instandhouding van autonomie¹⁰⁰.

Autarkie, en in mindere mate autonomie zijn in de historie vrijwel altijd onstabiel gebleken. Het streven naar een optimale (vaststaande) schaal was vaak de oorzaak van het mislukken van het langdurig in stand houden van deze autonomie op deelgebieden of als geheel. De voorgestelde netwerkfilosofie van het creëren van zoveel mogelijk naar autonomie strevende eenheden, die ten opzichte van elkaar een ruimtelijk, sociaal ecologisch en technisch verbonden netwerk vormen, is daarom een voorwaarde.

Uit de (weinige) naar autarkie neigende leefgemeenschappen blijkt dat het niet automatisch zo hoeft te zijn dat een autarkische gemeenschap, onafhankelijk van de grootte, zich afzondert van de rest (van de samenleving)¹⁰¹. Veel van de geanalyseerde projecten zitten nog in de pioniersfase. Dit betekent dat het bijzonder betrokken bewoners betreft, een 'intentional community', met bovengemiddelde betrokkenheid (en tijdsbesteding), en kennis van de processen, de doelstellingen en milieutechnische achtergronden en voorwaarden.

Het is ook om te draaien. Naast de altijd aanwezige meerderheid van mensen die niet willen nadenken, of moeten denken over de voorziening (en wijze waarop) van de essentiële behoeften omtrent energie en afvalverwerking, bestaat vanuit een in aantal toenemende groep mensen de wens tot gereduceerde heteronomie; tot het minder afhankelijk zijn van systemen, of delen van systemen. Fysiek is dit te vertalen in bijvoorbeeld een structuur met een variabele invulling van algemene- c.q. nutsvoorzieningen¹⁰².

De terugtrekkende overheid moet proberen in te haken op de maatschappelijke dynamiek die het marktmechanisme met zich meebrengt, zonder de nutsvoorzieningen (en het algemeen nut) uit het oog te verliezen. De gebiedsrelevante actoren moeten daarbij meer vrijheid krijgen (van de beschermende overheid) zaken zelf te regelen. Op een dergelijke manier wordt voor hen echte betrokkenheid en bewustwording gecreëerd; een noodzakelijke stap voor 'duurzame ontwikkeling', en uiteindelijk mogelijk voor het maatschappijbreed kunnen benaderen van de factor 20 milieudrukverlaging¹⁰³.

16.2.4

achtergrondvraag IV

In hoeverre kan via het oplossen van duurzaamheidsvraagstukken de participatie en betrokkenheid van gebruikers verhoogd worden?

Het concept van duurzame ontwikkeling stelt eisen aan de vorm van het besluitvormings- en realisatieproces. Duurzame ontwikkeling kan volgens het Brundtlandrapport niet van bovenaf worden afgedwongen, maar moet via een bottom-up proces worden gerealiseerd. Volgens de dynamische interpretatie van duurzame ontwikkeling moet de proceskant van het beleid benadrukt worden en niet de grenzen. Het is zoeken naar een goed evenwicht tussen zoveel mogelijk mensen bij de besluitvorming betrekken en het minimaliseren van de complexiteit, kosten en tijd.

Onwetendheid is één van de vijanden van duurzaamheid.

Het bieden van (werkelijke) inspraak, en het zich compromitteren aan de uitkomsten daarvan, speelt in op de mondigheid van de burger, draagt bij aan de ontwikkeling van individu en groepen en zal duurzame ontwikkeling blijvend ondersteunen.

Aangezien kennis een machtsfactor is bij de totstandkoming, participatie en het beheer van de gebouwde omgeving, moet vooral aandacht besteed worden aan de verdeling van die kennis onder de belanghebbende actoren. Mogelijke werkwijzen (of combinaties daarvan) zijn al in de jaren zeventig van de vorige eeuw onderverdeeld naar de verschillende functies van vroegtijdige participatie. Ze zijn samen te vatten als educatie, bewustwording, verder betrekken van bevolking, bevordering communicatie met het bestuur en organisatie van bewoners(groepen). Sleutelbegrippen zijn democratisering en communicatie. Voor blijvend succes (vol functioneren) is acceptatie door de actoren doorslaggevend. Hoe eerder de (toekomstige) bewoners in het planproces worden betrokken, des te meer milieu-maatregelen worden geëffectueerd, en des te groter de (blijvende) betrokkenheid.

Decentralisatie van projecten naar lagere schaalniveaus, en een grotere vrijheid voor gebruikers maken het formuleren van concrete gemeenschappelijke doelen eenvoudiger, maar vragen ook meer sturing (op hoofdlijnen).

Achtergrond moet wel zijn dat beleidsvoerders, of (stad)politiek en (woon)gebiedsactoren in een wederkerige relatie tot elkaar staan, waardoor de scheiding tussen sturingssubject en -object feitelijk opgeheven wordt. Sturing kan echter duidelijke comfortreductie of reductie van vrijheid (sgevoel) inhouden. Om sturing optimaal te laten functioneren moeten de formele dan wel informele regels daarom zoveel mogelijk een stimulerende handelingscontext bieden (in tegenstelling tot een restrictieve context).

⁹⁸ De kans van slagen van structureel andere alternatieven wordt dan groter.

⁹⁹ Zoals beschreven bij achtergrondvraag I (16.2.1) is niet het schaalniveau van doorslaggevend belang voor het uiteindelijke (milieubewuste) gedrag, maar de wijze waarop de voorziening aansluit op de levensstijl en de directe omgeving. Het vroegtijdig betrekken van

de bewoners en andere belanghebbenden is daartoe voorwaarde.

¹⁰⁰ Naast de stroomspecifieke technische en sociaal-culturele oplossingen zijn de onderliggende 'waarden' aanknopingspunten voor de onderkenning van de geschikte schaal of schalen van toepassing per situatie.

¹⁰¹ De vrees voor sectarisme en on-grijpbaarheid lijkt een gevolg van het

extrapoleren van negatieve voorbeelden, van extreme (vaak idealistische) pioniersprojecten of (zoals vaker) van het afwijkende en onbekende.

¹⁰² Bepaalde vormen van onafhankelijkheid nemen het onbehagen weg bij (deze) gebruikers.

¹⁰³ Zie voor de nadere toelichting van de factor 20, de Proloog.

De technische infrastructuur moet bovendien op dergelijke ingrepen toegerust zijn¹⁰⁴. Het karakter van ruimtelijke ordening is dat veel partijen betrokken zijn bij het ontwikkelen van beleid en bij projecten. Bij vernieuwende alternatieve projecten kan vrijwel geen van de partijen de ander dwingen tot medewerking. Om vervreemding van de (maatschappelijke) behoeften te doorbreken moeten concrete gemeenschappelijke doelen worden geformuleerd. Strategisch management, strategisch niche management en sociaal niche management zijn dan beter toepasbaar. Het succes hangt sterk af van de acceptatie en het gedrag van de bewoners¹⁰⁵. Beide aspecten zijn eenvoudiger te realiseren, te beheren en garanderen bij decentrale systemen en een ‘intentional community’.

Het creëren van een sociale niche, strategische allianties en de toepassing van een strategie voor de ontwikkeling van de uitvoerbare concepten naar implementatie zijn voorwaarde voor succes bij het creëren van volhoudbare alternatieven. Het formuleren van een gemeenschappelijke probleemdefinitie en doelen alleen, is onvoldoende voor het realiseren van innovatieve en/of andere technologie- of systeem implementaties. Ook het identificeren van besispunten binnen het proces is noodzakelijk om te bepalen of het project of proces in de volgende fase kan worden ‘getild’. Bovendien wordt zo het moment van verandering van het te hanteren systeem geïdentificeerd¹⁰⁶.

Vooraf de keuze van het model van ‘co-productie’ stimuleert de mogelijkheid om gebruikers te laten participeren bij het realiseren van nieuwe systemen. Met het (continu) aandragen van alternatieven en oplossingen moet het belang van gebruikers voorop gesteld worden. Vooral daarbij is de rol van de ontwerper van belang. Het principe van duidelijk omschreven instructies wordt in het ontwerp uitgebeeld¹⁰⁷. Het is echter geen voldoende voorwaarde voor verandering. Daarvoor moet het monitoren, het waarnemen, eventueel veranderen en leren binnen de samenleving tijdens de gebruiksfase een directer onderdeel worden van die samenleving. Door het (verdergaand) laten participeren van de gebruikers bij het ontwerp, de aanleg en zo mogelijk bij het beheer van de omgeving, moet daarom getracht worden een mate van flexibiliteit te krijgen die meer is dan ‘sociale controle’.

16.2.5

achtergrondvraag V

Moeten- en kunnen de verschillende technieken voor het optimaliseren van de stromen samengevoegd worden in één “device” of dienen ze afzonderlijk geïntegreerd te worden in bestaande (infra)structuren of gebouwen?

De beantwoording van deze achtergrondvraag is binnen één case studie in detail onderzocht. Daarnaast is, voor zover mogelijk, getracht de vraag te beantwoorden aan de hand van de in hoofdstuk 8 en 9 besproken referentieprojecten, die allen buiten Nederland liggen. Bij de meeste referentieprojecten blijkt de lokale oplossing c.q. het streven naar autonomie de aanleiding tot een vernieuwende ruimtelijke integratie van systeem en bijbehorende infrastructuur. Er is onderscheid te maken tussen een high-tech en low-tech benaderingswijze. De low-tech systemen hebben een groter ruimtebeslag en zijn veelal daglichtafhankelijk¹⁰⁸. Over het algemeen zijn de low-tech oplossingen zowel visueel als fysiek meer toegankelijk. High-tech systemen worden beschouwd en behandeld als technische installaties. Ze zijn uit zicht gesitueerd in een afgesloten installatieruimte, kelder of ingegraven in tuin of park. Gevolg is dat deze systemen niet, of slechts indirect deel uitmaken van de dagelijkse beleving van de gebruiker. Er is slechts in beperkte mate mogelijkheid tot meervoudig ruimtegebruik. Installatieruimtes kunnen diverse installaties

voor water, warmte en elektriciteit combineren of functioneel koppelen, maar dit leidt lang niet altijd tot structurele ruimtewinst¹⁰⁹.

Decentrale systemen betreffen tot op heden grotendeels oplossingen die aan te merken zijn als een combinatie van verschillende oplossingen van de afzonderlijke deelstromen. Van integratie op basis van een interconnectie van de stromen is zelden sprake.

Voorwaarde voor het bereiken van autonomie op lokaal of decentraal schaalniveau is het verweven van verwerking van afvalstromen en directe toepassing van de retourstromen. Dit kan door een compacte bouwkundige samenhang met groene buitenruimte nabij, bij voorkeur met agrarische bestemming. Decentrale concepten gebaseerd op 'groene technologie' bieden aantrekkelijke mogelijkheden voor de gebouwde omgeving via integratie in gemeenschappelijke (semi-private) en semi-openbare ruimten.

Binnen de praktische uitwerking is van belang hoe om te gaan met de geconstateerde noodzaak tot een verdergaande verbinding van de 'onzichtbare' technische infrastructuur en de zichtbare ruimtelijke structuren. De uitwerking stuit daarbij op het bij meerdere milieutechnische criteria spelende dilemma van noodzaak tot gecontroleerde afstand versus het maximaal (zintuigelijk) betrekken van de gebruikers. Om te voorkomen dat de ruimtelijke segregatie tot probleem wordt voor het volhoudbaar functioneren van dergelijke integrale systemen en concepten, moet de technische en natuurlijke infrastructuur gezien worden als één geïntegreerd systeem. Hierdoor is het op te vatten als ontwerpcomponent, als ruimtelijke infrastructuur, en kan beter op de milieutechnische, ruimtelijke en sociale kwaliteitsaspecten gereageerd worden¹¹⁰.

In de afsluitende onderzoekscasus in Lanxmeer is gebleken dat de verschillende technieken voor het optimaliseren van de stromen voor het bereiken van zelfvoorziening van de essentiële stromen kunnen worden samengevoegd in één bouwwerk. Binnen de casus komt zelfs naar voren dat de verschillende technieken moeten worden samengevoegd om direct (her)gebruik te optimaliseren. De oplossing moet daarom bij voorkeur worden geïntegreerd met een bouwwerk c.q. functie waar de retourstromen zo veel mogelijk toegepast kunnen worden voor noodzakelijke voorzieningen¹¹¹.

De in de illustratieve casus Lanxmeer aangedragen oplossing van de Sustainable Implant moet niet als een te extrapoleren of te herhalen bouwwerk opgevat worden¹¹². De oplossing is binnen de uitwerking in Lanxmeer Culemborg optimaal gebleken als intermediair tussen een gebouw, met een directe en nuttige toepassing van reststromen, en de (woon)wijk.

¹⁰⁴ Het introduceren van alternatieve technologie impliceert wijzigingen in de structuur en cultuur van de maatschappij en de ondersteunende infrastructuur.

¹⁰⁵ Zie achtergrondvraag III; h.16.2.3).

¹⁰⁶ In verband met de verschillende beoordelings- en referentiekaders, methoden, systematiek en basisgegevens, die gehanteerd worden door iedere actor in de keten. Om werkelijk bij te dragen aan kwaliteitsverbetering moeten alle 'partners' binnen het proces zich bereid verklaren tot integratie van te hanteren systemen

over te gaan.

¹⁰⁷ Op weg naar een duurzame samenleving is de gewaarwording van een veranderende context en deze zichtbaar maken noodzakelijk.

¹⁰⁸ Situeren in de open lucht of in een kas, op een goed bezonde plek is noodzaak.

¹⁰⁹ Bijvoorbeeld de helofytenfilters voor grijswaterbehandeling of zuivering zijn te beschouwen als een vorm van functioneel groen, geïntegreerd in park en/of tuin, maar vragen wel een relatief groot grondoppervlak.

¹¹⁰ Het vormt de opstap naar een

werkelijk volhoudbaar en interactief 'omgevingsbeheer'.

¹¹¹ Door extra aandacht te besteden aan de architectonische integratie en zichtbaarheid, worden voordelen van low-tech en high-tech benaderingswijzen gecombineerd.

¹¹² Het principe van de economies of scale wordt bereikt voor de afzonderlijke deelinstallaties, terwijl de Sustainable Implant eerder gezien moet worden als concept, of principe oplossing voor het kortsluiten van de verwerkingsmethoden c.q. opwekkingswijzen van de verschillende essentiële stromen, schaalniveaus en toepassingen.

Dit maakt een stedenbouwkundige uitwerking van wijken of stadsdelen, gebaseerd op vermenging van woon/werk functies, kansrijk of mogelijk zelfs gewenst. De mate van integratie met de andere voorzieningen c.q. bouwkundige entiteiten bepaalt de uitwerking van organisatie en beheer, en financiering¹¹³.

De uitwerking van (ruimtelijke) integratie van systeemcomponenten is bij installaties op basis van decentrale concepten locatie, programma en gebruikersspecifiek. Het optimaliseren van daglichtgebruik en de mogelijkheid van verschillende vormen van functieintegratie zijn algemeen gezien als bouwkundig aandachtsgebied c.q. verbetertraject aan te merken.

(Milieu)Technisch en ruimtelijk lijkt extrapolatie goed mogelijk of economisch gezien wenselijk, maar de sociale condities vereisen voor oplossingen zoals de systeemconfiguratie in Lanxmeer, afhankelijk van de ruimtelijke uitwerking, een maximale grootte tussen 200 en 500 woningen. Dergelijke concepten zijn alleen kostenneutraal mogelijk als verborgen of vermeden kosten in het project kunnen worden ingebracht in de exploitatie.

16.2.6

onderzoekshoofdvraag

Hoe kunnen duurzame vormen van hergebruik en milieubewuste voorziening van de essentiële 'stromen' energie en sanitatie in de gebouwde omgeving worden gerealiseerd? Is er een optimale schaal en wat zijn de consequenties voor de gebouwde omgeving?

Basis voor de beantwoording van deze vraag zijn de uitkomsten omtrent de behandelde vijf achtergrondvragen. De maatschappelijke behoeften duurzame ontwikkeling, welzijn en gezondheid zijn tot uitgangspunt genomen voor de invulling van de fundamentele behoeften, en daarmee voor de keuze van de meest geschikte systemen en bijbehorende infrastructuurle voorzieningen om aan te voldoen¹¹⁴.

Het onderzoek concentreert zich op de sanitatie- en energiestromen.

Voor deze stromen geldt dat beschikbaarheid, de mogelijke tijdsduur van winning van de huidige bronnen, en het volhoudbaar terug kunnen brengen van eventuele retourstromen naar die bronnen, de mogelijkheden en kansen van alternatieven bepaalt.

Een toekomstvisie is nodig, omdat de systemen en de infrastructuur die hieruit volgen in meerderheid van de gevallen voor langere tijd wordt aangelegd. De visie die ten grondslag ligt aan dit onderzoek, en daarmee de hoofdvraag beantwoordt berust op combinatie van lokale en mondiale oplossingen. Deze noodzakelijk geachte verbinding vraagt om het expliciteren van de uitgangspunten (de eerder genoemde maatschappelijke behoeften, ofwel suprastructuur) en tot het vinden van instrumenten die nieuwe infrastructuur beter laat aansluiten bij de veranderde maatschappelijke doelstellingen.

Transport wordt steeds belangrijker in de moderne ruimtelijke ontwikkeling. De benodigde infrastructuur is daarbij steeds dominanter binnen de ruimtelijke ordening. Het doorbreken van de impasse ten aanzien van het beheer van de essentiële infrastructuur is noodzakelijk: een centraal gecontroleerde en beheerde, minimale back-up infrastructuur tezamen met betere mogelijkheden om privaat beheerde autonome subnetten te realiseren én te beheren, is een betere oplossing dan de huidige.

Voor de omgang met de essentiële stromen en bijbehorende technische infrastructuren is de marktwerking, als gevolg van liberalisatie van deelmarkten essentieel. Marktpartijen vragen de laatste jaren vooral om flexibiliteit, lage kosten en dienstverlening op maat, terwijl

tegelijkertijd sprake is van fysieke en van structurele schaalvergroting. In de (ten dele) geliberaliseerde energie- en afvalsector worden investeringen vooral op hun economische waarde beoordeeld waardoor deze niet of nauwelijks vanuit ver(der)gaande ecologisering geoptimaliseerd worden, maar meer vanuit efficiëntie in (centraal) beheer en andere economische factoren.

De grotere behoefte aan differentiëring van producten en diensten, en daarmee aan grotere flexibiliteit van de planning van netwerken die diensten faciliteren, is bij de huidige centrale samenstelling van netwerken overwegend een complicerende factor. De ontwikkelingen in de markt gaan vaak sneller, dan de sterk 'padafhankelijke' infrastructuur aangepast kan worden. Toevoegen van decentrale georiënteerde systemen vergroot de flexibiliteit, de snelheid en mogelijkheid van anticiperen, evenals de kansen voor alternatieven gericht op duurzaamheid.

Het vormt bovendien de opstap naar de variabilisatie en het interniseren van gebruikskosten en milieubelasting¹¹⁵, essentiële aspecten voor verdere verduurzaming.

Het binnen centrale netwerken structureel introduceren van decentrale deelsystemen, die inspelen op de lokale omstandigheden en deze optimaal benutten via 'delocalisering', biedt mogelijkheden voor een meer robuuste netwerkgeometrie en voor bijdrage aan reductie van de CO₂ emissies. Het vormt een alternatief voor de tegenovergestelde toekomstpad van (alleen) centralisatie en interconnectie en de steeds vaker genoemde oplossingsrichting van inpassing van (grotere) nucleaire centrales ten behoeve van toekomstige leveringszekerheid en CO₂ reducties. Dit leidt slechts tot heteronomie.

Het toevoegen van decentrale clusters, met al dan niet gecombineerde autonome deelstromen, in de centrale netwerken volgens de principes van 'schaalinvariantie', zal de robuustheid van zowel de individuele clusters als van het centrale netwerk, vergroten¹¹⁶. Uiteindelijk leidt dit vergroten van robuustheid tot het genereren van verdere processen van verduurzaming op andere schaalniveaus.

De uitwerking op de hogere schaalniveaus concentreert zich op het meer nadruk leggen op de ontwikkeling van sterke, decentrale en onderling verbonden knopen (of clusters) binnen aristocratisch vormgegeven netwerken, waardoor sneller kan worden geanticipeerd op actuele processen en continue transformatie. Voor de ondersteuning van ver(der)gaande verduurzaming is nodig dat de te ontwikkelen deelsystemen het doel van autonomie benaderen¹¹⁷. Bovendien haakt het in op de actuele (omgedraaide) relatie tussen infrastructuur (in mindere mate technische systemen) en maatschappelijke behoeften, in plaats van zich daartegen af te zetten, zodat de aanwezige machtsverhouding of gewoontes van bepaalde (dominante) instituties niet hoeft te worden veranderd.

¹¹³ De bundeling van decentrale concepten zorgt binnen het concept voor mogelijkheden van gecombineerd beheer en betere kansen voor laterale behoeftevervulling, het kortsluiten van de diverse secundaire deelstromen en/of bijproducten, gecombineerd klimatiseren, gecombineerde afscherming, toezicht en controle in geval van hinder, verminderd ruimtegebruik en mogelijkheden voor een gecombineerd ontwerp c.q. imago-building en inzet

ten behoeve van communicatie- en educatiedoelinden (leesbaarheid).

¹¹⁴ Bij de beantwoording heeft het denken over de relatie tussen systeem, infrastructuur en de maatschappelijke doelstellingen zoveel mogelijk los gestaan van de bestaande denkwijze en indelingen (paradigma's).

¹¹⁵ Om ruimte te scheppen voor (volhoudbare) alternatieven moet meer aandacht gegeven worden aan

de toerekening (allocatie) van de milieubelasting en kosten van infrastructuur op hogere schaalniveaus.

¹¹⁶ Beide ontwikkelingsrichtingen blijken een wederkerige relatie te hebben: ze zijn qua voorzieningszekerheid en volhoudbaarheid op lange termijn gebaat bij elkaars bestaan.

¹¹⁷ Dit leidt tot een integraal systeem zonder de nadelen van instabiliteit en schaalfixatie.

De gewenste verschuiving van de (fundamentele) doelvervulling van de publieke netwerken van 'onderhoud' naar 'bescherming' geeft aanleiding te bezien in hoeverre ruimtelijke schaalaspecten van invloed zijn op de keuze van verzekeren (borgen) van publiek belang. Het gaat vooral om het belang van duurzame ontwikkeling, en heeft te maken met de wens tot bescherming van de fundamentele behoeften hygiëne/ gezondheid/veiligheid en betrouwbaarheid.

Bij de beantwoording van de achtergrondvragen is gebleken dat geen algemeen te omschrijven optimale schaal bestaat voor het realiseren van autonomie, maar dat het introduceren van oplossingen op lagere schaalniveaus wel kan helpen bij verduurzamen van bestaande en nieuw te ontwikkelen milieus, het betrekken van gebruikers, blijvend milieubewust gedrag en dus volhoudbare ontwikkeling. De oplossingsrichting van invoegen van systemen op lagere schaalniveaus toont het belang van netwerkstructuur en clustering. Het aspect 'regionale clusters' vormt binnen het principe van 'technological external economies' een goede opstap voor een meer directe koppeling van milieu en economie¹¹⁸.

Het nastreven van autarkie (in de zuiverste zin) werkt het principe van de 'external economies of scale' tegen. De invulling van het cluster binnen het grotere netwerk kan wel inspelen op een wens tot zelfvoorziening, door middel van het creëren van een vorm van 'quasi autarkie', mogelijk als terugvalsscenario van de stijgende afhankelijkheid van andere gebieden.

Bij uitwerking van de consequenties voor de ruimtelijke ordening is de relatie tussen de verschillende ruimtelijke schalen in veel gevallen niet los te zien van de tijdschalen. Een kenmerk van de essentiële stromen is dat ze niet 'stilstaan'. Een 'lange tijd' kan ook een grote afstand inhouden, vooral voor de meer fysieke stromen afval en (afval)water. Remt men de transportsnelheid, dan wordt het verspreidingsgebied en dus de ruimtelijke schaal beperkt, wat echter ook weer kan leiden tot onverwachte problemen op het van toepassing zijnde schaalniveau. Binnen een bepaald deelgebied moet bij het benutten van de milieugebruiksruimte op het betreffende schaalniveau een balans tussen de inkomende en uitgaande stromen gevonden worden. Dit is niet noodzakelijkerwijs autonomie.

Ruimtelijke segregatie kan een probleem vormen bij het doel van integratie van oplossingen voor essentiële stromen. Bij het doorbreken van deze ruimtelijke segregatie lijkt de stijgende complexiteit, en inzichtelijkheid een struikelblok te zijn, en te duiden op een vicieuze cirkel. Het benoemen, ontwerpen, betrekken en in wettelijk kader vastleggen van de ruimtelijke tussenniveaus 'ensemble/buurt', 'stedelijk netwerk', 'euregio' en de bijbehorende groenstructuren, is daarom essentieel voor het slagen van duurzame ruimtelijke ontwikkeling op basis van decentrale clusters die autonomie nastreven.

Vanuit 'duurzame ontwikkeling' gezien is een uitwerking volgens het stedelijke ontwikkelingsmodel 'Gedecentraliseerde Concentratie', uitgewerkt volgens het principe van de 'vingerstad', of op een hoger schaalniveau 'bandstad', te beschouwen als meest consequent en voorwaardelijk. De omgang met energie uit hernieuwbare bronnen en ecologische sanities dient binnen een dergelijke uitwerking te veranderen: Het sluiten van de waterkringloop moet meer direct verbonden worden met gebruik op basis van cascadering naar energiekwaliteit, en de essentiële kringloop van nutriënten en de koolstof. Verbeterd hergebruik, (na)bij de bron, van water, energie en nutriënten wordt mogelijk, en afval wordt benut als product¹¹⁹.

De interconnectie van de essentiële deelstromen zelf, biedt tezamen met de genoemde stedelijke modellen tevens mogelijkheden voor belovende, aan duurzaamheid gerelateerde aspecten, zoals duurzame landbouw en duurzame transportconcepten¹²⁰.

Bijkomend voordeel is dat integratie van agrarische voorzieningen en het beheren van al dan niet gedeeltelijk op natuur gebaseerde decentrale of autonome systemen, als integraal concept mogelijkheden biedt tot synergie; als vorm van ‘Urban Agriculture’.

Dit sluit aan bij de eerder genoemde strategische lange termijn visie die aan dit onderzoek ten grondslag ligt; waar toekomstwaarde (waaronder de zogenaamde laterale behoeftevervulling) en correctievermogen als milieucriteria meer prioriteit moeten krijgen, en waarbij de behoefte aan centrale voorziening, of heteronomie, vanuit het oogpunt van een noodzakelijke ‘terugvalpositie’, niet permanent is.

Specifieke lokale omstandigheden vormen een sterke stimulans voor de implementatie van decentrale systemen voor het lokaal realiseren van autonomie. Bij de onderzochte referentieprojecten is gebleken dat, in de projecten met verdergaande verbinding van de oplossingen van de verschillende deelstromen, dit het ultieme doel van volledige verzelfstandiging van de infrastructuur beter mogelijk maakt.

Voor de decentrale systemen komt men meestal niet verder dan ideële en/of pilot-projecten, die te vaak van schaal verschillen, zodat nog maar weinig sprake is van ‘economies of scale’ in de productie van componenten en het beheer van de installaties.

Bij toepassing van decentrale systemen moeten deze om direct hergebruik, enige synergie, en daarmee voordelen als gevolg van ‘economies of scale’ mogelijk te maken, zoveel mogelijk worden geïntegreerd met andere bouwkundige- of natuurlijke voorzieningen en functies.

Uit de referentiestudie Nijmegen Oosterhout, en gelieerd literatuuronderzoek is gebleken dat de milieubelasting van de technische infrastructuur van woonwijken het best via een ruimtelijk geoptimaliseerd ontwerp is terug te dringen. Dit onderschrijft het belang van een verdergaande ruimtelijke integratie en optimalisatie.

Uit de onderzochte referentieprojecten blijkt verder dat de lokale oplossing c.q. het lokaal realiseren van autonomie (of het streven daartoe) in meerdere projecten aanleiding is voor een vernieuwende ruimtelijke integratie van systeem en bijbehorende infrastructuur, en daarmee ook voor ander beheer en gebruik. Bij de beantwoording van de achtergrondvraag IV is naar voren gekomen dat het weinig zinvol is een ecologische of duurzame ontwikkeling te beginnen als dit sociaal gezien niet ‘volhoudbaar’ is.

Vanuit de onderzochte voorbeeldprojecten blijkt het belang van ‘interconnectie’ tussen de oplossingen c.q. afzonderlijke deelstromen, vooral bij het realiseren van projecten op gemeenschapsniveau. Op het niveau van de buurt- of wijkgemeenschap staat beheer, en de oplossing van de stromen, vooral van de zichtbare stromen water en afval, dichterbij de gebruikers. Toch bestaan geen, of nog maar weinig, voorbeelden van gecombineerd (eigen) beheer. Tegelijkertijd zijn op dit tussenliggende schaalniveau de verantwoordelijkheden van de ontwikkelings- en uitvoeringsgerelateerde actoren (architecten, stedenbouwkundige, civiel technici) vaak niet, of slecht geregeld.

¹¹⁸ Het principe zou ook gekoppeld kunnen worden aan specifieke schaalniveaus, zoals het clusteren van ontwikkelingen voor decentrale technische deelsystemen. Daarnaast zijn er de indirecte voordelen van clustering, die voortkomen uit ruimtelijke nabijheid, ook wel bekend als ‘agglomeration economies’.

¹¹⁹ Aangezien deze recyclingprocessen in eerste instantie bestaan uit de behandeling van afval kunnen ze (nog steeds) als ‘end-of-pipe’- of saneringstechnologie gezien worden. Er worden nuttige eindproducten geproduceerd (met afval als grondstof), waardoor het ook voldoet aan de definitie van procesgeïntegreerde technologie.

¹²⁰ Om een direct hergebruik (na) bij de bron van water, energie en nutriënten mogelijk te maken moet efficiënte (decentrale) sanitatie ontwikkeld worden in nauwe samenwerking met duurzame landbouw- en (decentrale) energieconcepten.

Door een verknoping van zowel bronnen als aanwezige (betrokken) actoren kunnen de in een bepaald (woon)gebied aanwezige kansen effectiever benut worden.

Van belang daartoe is om de ontwikkeling in te richten op basis van een ‘resource based view’: de gebiedsrelevante actoren kunnen zich binnen zo’n proces op de onzekerheid en het onverwachte instellen¹²¹.

Een veranderde rol is daarbij weggelegd voor de ruimtelijk ontwerper. Het vraagt om een procesgerichte benadering waarbij gebruik en levensloop van een ontwerp evenzeer van belang zijn als het ontworpen object of -systeem zelf¹²². De nadruk ligt op het creëren van voorwaarden, binnen een bepaalde proceskwaliteit, voor het ontstaan van een ruimtelijke-, een sociale- en een milieukwaliteit. De middelen daartoe zijn differentiatie¹²³, het van meet af aan werken met bewoners en/of gebruikers en het voortdurend aanbieden van varianten gedurende het ontwikkelingsproces. Door de nadruk te leggen op het zo optimaal mogelijk benutten van bioklimaat, en biotextuur ontstaat een bijkomend voordeel dat project en omgeving een eigen beeldkwaliteit en identiteit krijgen.

Binnen dit onderzoek zijn de aangedragen oplossingsrichting en werkwijze ter illustratie uitgewerkt voor een concreet praktijkproject. De uitwerking volgt de in deze studie geïntroduceerde ‘Programma van Mogelijkheden’, waarin succes en faalkansen oplossingsgericht omschreven zijn, en die met locatie- en gebruikersspecifieke situaties te vertalen is naar objectiveerbare argumenten betreffende de structuur van oplossingen.

Het project is ten tijde van de afronding van deze studie nog in ontwikkeling. De resultaten onderschrijven het belang, de mogelijke problemen én de potenties van de in het onderzoek naar voren gekomen interconnectie, integratie, en organisatie van de essentiële stromen. Bovenal onderstreept het de noodzaak tot verweving van oplossingen met voorzieningen waar retourstromen direct hergebruikt c.q. toegepast kunnen worden en het vroegtijdig en voortdurend betrekken van gebruikers en belanghebbenden voor, tijdens en (straks) na realisatie.

¹²¹ Daarbij zijn alternatieve mogelijkheden voor het ontwerp c.q. de inrichting van de eigen (woon)omgeving te ontdekken, onbewuste strategie aan het licht te brengen of te bevorderen, en is permanente ervaring op te doen met het aspect gemeenschappelijk

handelen.

¹²² Het ontwerp is slechts de drager voor het gebruik. Het ontwerpen behoort zich te richten op de fysieke context van de leefbaarheid en duurzaamheid van het systeem gebaseerd op zelfvoorziening.

¹²³ Differentiatie kan betrekking hebben op de kwaliteit van het product, de kwaliteit van levering en specifieke (secundaire) gebruikers- of gebiedseigen eisen of -wensen.

16.3

Slotconclusies

Gezien de opzet van de studie is er voor gekozen de conclusies per hoofdstuk apart uit te werken en deze telkens aan het einde van het desbetreffende hoofdstuk te plaatsen.

Daarnaast gelden de volgende algemeen geformuleerde afsluitende conclusies:

1. Om volhoudbaarheid te bereiken is autonomie (zelfvoorziening) vaak een oplossing. Het bereiken van autonomie wordt bij de huidige ontwikkelingen steeds meer bemoeilijkt door de groeiende heteronomie (het onderling afhankelijk maken van voorzieningen en afhankelijk worden van de mensen van die voorzieningen).
2. Duurzame ontwikkeling wordt, op de lange termijn gezien, beperkt door starheid van de bestaande technische infrastructuren, de voortdurende dominantie van de beherende actoren en toenemende heteronomie.
3. Steden functioneren steeds meer gedecentraliseerd en nutsvoorzieningen gecentraliseerd. Het meer aan laten sluiten van technische systemen en netwerken op gedecentraliseerde structuren biedt perspectief als noodzakelijke terugvaloptie om de mogelijke 'deadlock' van de huidige centrale systemen op te vangen.
4. Als essentiële infrastructuren op een hoger schaalniveau gaan functioneren komt nadruk meer te liggen op "bescherming" dan op "onderhoud".
5. Nederland kan in de komende tien jaar de ruimtelijke ontwikkelingen volhoudbaar ombuigen. Centrale voorzieningen worden dan gebruikt om netwerken te vormen en kunnen decentraal als toegevoegde waarde functioneren. Dit biedt wederkerig respect: door gebruik te maken van het bestaande wordt uitstel gecombineerd met verduurzaming en grotere zekerheid, twee zaken van 'algemeen belang'.
6. Het toevoegen van decentrale systemen, met autonome deelstromen, in de centrale netwerken op verschillende schaalniveaus zal de robuustheid van beide vergroten.
7. Autonomie van alle voorzieningen leidt tot autarkie. Tot op heden is autarkie nooit (langdurig) stabiel gebleken. Omdat bij projecten, die de oplossing in autarkie zoeken, het schaalniveau beperkt is, kan het streven naar autarkie slechts een beperkte bijdrage leveren bij het verduurzamen en continu kunnen transformeren van de ruimtelijke ordening. Het doel 'zelfvoorziening' blijft echter noodzakelijk.
8. Als een technische infrastructuur op kleinere schaal wordt toegepast wordt de complexiteit geringer, wordt de inzichtelijkheid vergroot en stimuleert het daarmee tot verantwoordelijk handelen en tot het kunnen nemen van verantwoordelijkheid. Dit vergroot de kans voor structureel andere alternatieven.
9. De handelwijze om bij infrastructuren voor alles reserve in te bouwen bij een ruimtelijk ontwerp gaat ten koste van ruimtelijke samenhang en kwaliteit. Het scheppen van verscheidenheid en condities voor verandering is een beter uitgangspunt.
10. De bovengrondse- en ondergrondse infrastructuur moeten tezamen gezien worden. Heel veel ingrediënten die in z'n totaliteit tot de gebouwde omgeving leiden worden in te weinig samenhang ontwikkeld, ten nadele van de volhoudbaarheid én de kwaliteit van ruimtelijke omgeving.

11. Voorgaande conclusie eist integratie en volledige samenwerking van alle onderdelen, zowel in de opleiding (secties Infrastructuur en Stedenbouwkunde) als in de praktijk (diensten Ruimtelijke Ordening en Openbare Werken).
12. Voor een meer volhoudbare wereld moet energiegebruik en sanitatie omgebogen worden naar gebruik van hernieuwbare bronnen en ecologische sanitatie. Het verwerken van de afval(water)stroom moet meer direct verbonden worden aan de essentiële kringloop van nutriënten en energieopwekking. Dit is in tegenstelling met de werkelijke praktijk waar onbruikbaar afval(water) gemengd wordt met nutriënten, en energie pas wordt teruggewonnen na transport over lange afstand. Introduceren van scheiding naar kwaliteit, en hergebruik nabij, vormt binnen de ruimtelijke ordening een belangrijke schakel in de transformatie van een maatschappij gebaseerd op lineaire verbanden tussen bronnen en putten, naar een maatschappij gebaseerd op volhoudbare kringlopen.
13. Autonome sanitatie- en energieconcepten zijn kansrijker indien ze in samenhang met volhoudbare landbouw- en transportconcepten worden ontwikkeld. Alleen door deze samenhang kan hergebruik en cascadering naar kwaliteit worden geoptimaliseerd.
14. Autonome concepten op basis van lokale sanitatie met energieopwekking leveren een bijdrage aan het reduceren van de CO₂ uitstoot en aan een relatief betaalbare energieopwekking uit hernieuwbare bron.
15. Om autonomie te bereiken is het verweven van afvalstromen met retourstromen voorwaarde. Dit kan in een compacte bouwkundige samenhang met groene buitenruimte op zo kort mogelijke afstand. Een combinatie van de principes 'vingerstad' en 'bandstad' zijn een manier om op compacte wijze gedecentraliseerde concentratie als stedelijk model te verwezenlijken.
16. Om alternatieven te kunnen betalen, moet meer aandacht gegeven worden aan milieubelasting en infrastructuurkosten van de hogere schaalniveaus (de toerekening c.q. allocatie van milieubelasting).
17. Door de integratie van decentrale concepten gebaseerd op 'groene technologie' wint de gebouwde omgeving aan kwaliteit op alle schaalniveaus. Daarbij biedt het mogelijkheden voor verwevingen tussen openbaar, gemeenschappelijk en privé ('privacy zoning').
18. De maatregelen die in dit proefschrift bepleit worden zijn alleen mogelijk in een samenleving die daartoe bereid is 'intentional community'.
19. Onwetendheid is één van de vijanden van duurzaamheid. Vroegtijdige participatie en de juiste kennis bij gebruikers, is van doorslaggevend belang. Het aandragen van alternatieven en oplossingen kan alleen succesvol zijn als het belang voor de gebruikers duidelijk is.
20. Bij volhoudbaar gebruik worden de instrumenten om dat te bereiken door de participanten (belanghebbenden) begrepen en wordt instandhouding nagestreefd. De consequenties van noodzakelijke aanpassingen en verbeteringen worden door gebruikers en belanghebbenden genomen ('zelf-lerende' superstructuur of 'place making').

16.4

Aanbevelingen

1. In Nederland staat innovatie hoog op de agenda. Uit het onderzoek blijkt dat innovatie - zo die al wezenlijk plaatsvindt- bij de essentiële infrastructuren beperkt blijft tot eventueel ander materiaal of deelaspecten. Werkelijke innovatie vereist een structureel herontwerp van de infrastructuur voor de verwerking van essentiële stromen. Een structureel herontwerp van de voorziening(en) voor de essentiële stromen moet hoog op de innovatieagenda worden geplaatst.
2. Ter ondersteuning van verduurzaming van de voorzieningen, en van de technische infrastructuur in z'n geheel, moeten nieuwe instrumenten worden ontwikkeld.
3. Uit het onderzoek is het belang gebleken van een koppeling van de energie- en sanitatiestromen aan de nutriëntenkringloop. Dan is 'Urban Agriculture' mogelijk. Nader onderzoek is nodig naar het verweven van agrarische functies binnen de bestaande en nieuw gebouwde omgeving. Dit onderzoek moet plaats vinden op alle schaalniveaus, en eruit zal volgen de meerwaarde van verweving van agrarische functies voor Nederland, evenals voor het laagste schaalniveau van het agrarische bedrijf. Daaruit volgen de voorwaarden voor de landbouw van Nederland op ieder schaalniveau.
4. Dit onderzoek heeft zich toegespitst op Lanxmeer. Het is van belang dat er meerdere projecten binnen een 'beschermde omgeving' worden gerealiseerd waar de energievoorziening en afval(water)beheer gecombineerd zijn ingericht binnen de bestaande gebouwde omgeving (of in aansluiting daarop). Hierbij is een langdurige monitoring noodzakelijk, waarvoor de nodige budgetten moeten worden gereserveerd.
5. Uit dit onderzoek blijkt dat netwerkgeometrie voor de voorzieningszekerheid een voorwaarde is. Dit lost nog niet op het probleem van het energie betrekken uit het buitenland waarbij belangen van anderen ten koste gaan van onze behoefte ('error & attack' tolerantie) .
6. Bij de afvalwaterstroom is de meerwaarde naar voren gekomen van het introduceren van kleinere deelnetten binnen het Nederlandse systeem. Het is aan te bevelen onderzoek te doen naar zowel het verbinden van regionale rioleringsnetwerken, als het alternatief van het opdelen van de bestaande netwerken in kleinere eenheden, vanuit het perspectief van de positieve- en negatieve effecten daarvan bij uitval en/of overbelasting.
7. Onderzoek is nodig naar de invloed van de milieukosten van de technische infrastructuur vanaf de schaalniveaus hoger dan het gebouw (allocatie van milieukosten).
8. Oriënterende milieukostenberekening en literatuuronderzoek wijzen op het belang van een ander stedenbouwkundig ontwerp. Het is aan te bevelen onderzoek te verrichten naar de mogelijke effecten van stedenbouwkundig en regionaal ontwerp op de milieupotenties (milieubelastingreductie).
9. Binnen dit onderzoek zijn de milieukosten berekend voor een actueel opgeleverde woonwijk met aandacht voor duurzaam bouwen (Oosterhout-Midden, Nijmegen). Als slotcasus is Lanxmeer (Culemborg) opgevoerd, waarbij vergelijking van de kosten nog niet mogelijk is omdat niet alles in deze wijk gerealiseerd is. In Lanxmeer is voor een gecombineerde oplossing van de essentiële stromen gekozen. Het is van belang om

de verschillende oplossingen zowel naar milieueffect als kosten te vergelijken. Dit zou ook plaats moeten vinden bij vergelijkbare projecten binnen en buiten Nederland.

10. Indien men succes wil boeken met volhoudbare alternatieve, systemen aangaande de essentiële stromen energie en sanitatie, dan is een ‘intentional community’ voorwaardelijk. De minimale voorwaarde van het voortduren van een ‘intentional community’ is een sociologisch vraagstuk dat binnen dat vak moet worden bestudeerd.
11. Als men een succesvolle realisatie van decentrale geïntegreerde systemen in de gebouwde omgeving nastreeft is het beheertraject essentieel, zoals blijkt uit Lanxmeer Culemborg. Uit onderzoek naar dit beheerproject blijkt de mogelijke winst van vormen van (eigen) beheer, of invulling daarvan door derden. Onderzoek moet verricht worden naar mogelijkheden van voorfinanciering (bottom-up), anders dan subsidiëring.
12. Autarkie wordt bij “autarkische” referentieprojecten vaak ten onrechte geclaimd. De adequate, objectieve data zijn niet of onvoldoende voorhanden. Gezien het streven naar zoveel mogelijk volhoudbare oplossingen zouden de claims van autonomie of autarkie verder moeten worden onderzocht. Metingen moeten geschieden in verschillende periodes, over langere tijd, waarbij de sociale achtergronden bekend moeten zijn en gewogen moeten worden.
13. Meervoudig ruimtegebruik kan in strijd komen met de inpassing van natuurlijke technologie waarvoor daglichttoetreding bijna steeds essentieel is. In het ontwerp is het optimaal gebruik maken van het beschikbare daglicht een aspect dat nog meer aandacht vraagt.
14. Binnen het onderzoek is naar voren gekomen dat uit afval(water)stromen op eenvoudige wijze economisch waardevolle stoffen zijn terug te winnen, zoals compost, meststof dan wel grondverbeteraar. Het verdient aanbeveling onderzoek te doen naar de toepassingen en afzetmogelijkheden (bijvoorbeeld i.r.t. de beschikbaarheid en kostprijs van eindige meststoffen, zoals fosfor).
15. De uitwerking van de gecombineerde behandeling van afval en afvalwater met energie-opwekking en terugbrengen c.q. gebruik van nutriënten en CO₂ roept volgens bewonersonderzoek vooral vragen op over hinder. Onderzoek is nodig naar hindergerelateerde aspecten van dergelijke gecombineerde systemen in de gebouwde omgeving.
16. In dit onderzoek, met als hoofdcasus Lanxmeer (Culemborg), is bij alle oplossingen uitgegaan van bestaande transportsystemen en gangbare materialisaties van infrastructuur en deelcomponenten. Onderzoek zou kunnen uitwijzen dat de gevonden gecombineerde en geïntegreerde oplossingen kunnen leiden tot dematerialisatie of zelfs rematerialisatie (zo min mogelijk materiaal of tot nu toe nog niet gebruikt materiaal).

Summary

S

“I am sceptical of all verbal reform programs,
they have never led to new ideal societies.
However, by advancing from one work to the next we
can find the elements for building
a new, more harmonious society.”

Alvar Aalto, 1956

Summary

Autonomy and Heteronomy (extensive summary)

Main research question:

How can sustainable types of reuse and an environment-minded supply of the essential “flows” of energy and sanitation be established in the built-up environment? Is there an optimum scale, and what are the consequences for the built-up environment?

Background questions:

To what extent are the current technical (infra)structures decisive for the possibilities and impossibilities of “sustainable development”?

Can the central or decentralized solution of the essential flows generate further processes of preservation at a higher scale level?

Is there an optimal scale for autonomy per flow, and, if there is, what is this optimal scale?

To what extent can user participation and involvement increase by solving sustainability issues?

Should the various techniques for the optimisation of the flows be combined in a “device” and can this be done, or should they be integrated separately into existing (infra)structures or buildings?

chapter 1, 2 & 3

centralization and heteronomy

There is growing heteronomy of the essential utilities, particularly energy and sanitation. The methods and techniques applied in present-day essential infrastructures for energy and sanitation supply may be considered traditional and driven by the separation and centralization paradigm¹ (respectively ‘use without knowledge’ and ‘flush and forget’). There is physical expansion, due to globalization combined with the liberalization of the energy market and – to a smaller extent – the solid-waste market. Other characteristics of development are specialization and segmentarization, with one or several dominant parties per sub flow or sector as major results. Convergence of the various technical infrastructures is a new characteristic². It results in greater complexity and more dependence on the structures as perceived by users.

For sectors that are left to market forces, positive effects are soon to be expected on the efficient use of the (infra)structures by oligopolistic market types, and, thus, on the affordability of the accompanying services.

¹ The current paradigm, specified by the participants connected with the essential flows and infrastructures, seems to aim at a development

following the principle of the “economies of scale”.

² It is important to distinguish between underground and

aboveground infrastructures. As yet, there is little knowledge of environmental effects of the technical, often underground, infrastructure.

However, market participants have no interest in overcapacity, which puts pressure on the reliability of supply (by a maximum bid on the available capacity). Pressure can also be put on the other long-term interests, including maintenance of grids and investments in, research into or application of innovations³, e.g. those that aim at sustainable development.

Main aspects for the users are sustainability, a guarantee on supply and processing and affordability. Reliability and – in an indirect way – affordability gain more importance. At this moment, this is still at the expense of sustainability. There will be a (well-known) dilemma between the short term (economic efficiency) and the long term (sustainability and guarantee of supply). Where the essential infrastructures are concerned, the liberalization of the markets shows that the goals set cannot always be accomplished in an integral way. At a national level, there is (still) too little grip on the developments. The demand for supervision or rules at a supra-national (European) level is being heard, and this causes one of the two main reasons for this liberalization to be surpassed.

Many relevant participants do not seem to realize that other, more sustainable alternatives can be found by abandoning the specific characteristics of the traditional paradigms rather than following them. The dominant participants have an interest in using existing structures⁴ as efficiently as possible and in developing them further with as few risky investments as possible. As yet, the cost of transport (distances) is not taken into account, and there is little product differentiation, while these aspects in particular offer possibilities for alternatives that support sustainable development.

chapter 4

sustainability of the essential technical infrastructures

It is not known how the relationships between the infrastructure inside the building, and the infrastructure systems outside the building and in the area in between can affect the environmental effects (or environmental costs) as a collective process. Since much is known about the sustainability of the infrastructure and facilities at the level of the building, it has been decided to test the environmental costs at the next level, i.e. the (city) district / neighbourhood. For the visualization of the environmental load of a prototypal reference project, this research studies part of the development Oosterhout in Nijmegen (the Netherlands).

In this new housing estate, the environmental load of the technical infrastructure (excluding roads) is 10.4% of the total environmental load. This portion may be considered non-significant, but at the same time it is not to be neglected, particularly where the hot-water infrastructure and sewage infrastructure are concerned. In the three alternative configurations of the reference case, it turned out that a reduction of the technical infrastructure of heat supply (which was the one with the highest environmental load) at the level of the district did not automatically lead to a lower total environmental load of the district.

In general, the calculation of environmental costs of the technical infrastructure of this new district in Nijmegen and the related techniques prove that the smallest amount of environmental load occurs in high-efficiency heating systems with generation close to the user. More important, however, is that reductions based on optimized urban development structures have a larger effect on the environmental load than optimizing the infrastructure using other system or transport options. Hence, optimization of central utilities or other facilities demands “compact building”. At the same time the technical (infra)structures strongly depend on decisions made earlier⁵. Because of the separation of infrastructure and urban context, the urban planning effect of the technical infrastructure as we have always known it has disappeared. This is even stronger when more (different) infrastructures are involved.

chapter 5

(further) preservation

Looked on from the social aim of “sustainable development”, the path of expansion selected is not necessarily the optimum as perceived subjectively. A characteristic of expansion is the increasing importance of relocating the material and energy flows. In this, physical infrastructures play an important part. They are the bases for the supply of processes, products and services that meet the fundamental needs. Building infrastructure almost always implies slow and large-scale processes in the “underground” layer, as is claimed by the Dutch memorandum Town and Country Planning. For a structural solution and preservation, the technical infrastructure should be considered, as the lowest layer in this model of layers. It will be leading for the design and the allocation of the faster dynamics of the overlying layer: the layer of the “networks” and that of “occupation”.

There are clear differences between the characteristics (or rather: advantages and disadvantages) of the various central networks, in the energy and sanitation sub flows each as well as between the energy and sanitation supply as a whole. They are caused by different “central scales” of application and different extents of visibility, but also by the management structure and the presence or absence of liberalization processes.

The infrastructure strongly correlates with production (supply as well as drainage). A change desired in the infrastructure, e.g. a bottleneck with respect to capacity, can be solved by investing in extending the infrastructure (now often accepted), but often also by adapting the “production” in strategic spots of the (central) grid⁶. One possibility is connecting or disconnecting (decentralized, additional) sustainable sub production (generation or processing capacity)⁷. This may imply a gradual change of the paradigm, following a sliding time scale rather than a radical change at a certain, perhaps unexpected, point in time. Moreover, it may involve short-term interventions for long-term guarantees (sustainability, guarantees for supply or processing and affordability). Such a principle may be useful as a kind of fall-back scenario for, for example, a serious and unforeseen dysfunction of the current process of further scaling up and liberalization of sectors.

In energy supply, there should be more emphasis on increasing the flexibility in the current (infra)structures⁸. The more so since it can be expected that there will not be only one decisive technology. At present, it could be maintained that for the infrastructures related to sanitation flows there is (in the developed world) already one applied (central) technology. The “dialectics of progress” and the so-called “prisoner’s dilemma” force themselves upon us: the deviation from this specific (end-of-pipe) type of solution is so expensive and will involve such far-reaching social consequences that there seems to be no other choice than continuing with these (expensive) infrastructures and systems.

³ Other techniques, other subsystems or even other (infra)structures and technology.

⁴ Most parties concerned (and this also goes for humans in general) do welcome progress, but they do not accept the accompanying changes with open arms.

⁵ This is called “path dependence”: (earlier) decisions have consequences for a relatively long time.

⁶ In the information and consultation document of the Tariff Code [Tariencode, 2002], the Department for Implementation and Inspection of Energy (Du.: DTe, Dienst Uitvoering en Toezicht Energie) speaks of “site incentives”. The Dte means by this: “incentives for speeding up production wherever desirable”.

⁷ This may be overcome by including sustainability, via reliability, as an

added value at relatively little cost, e.g. in the form of a decentralized (autonomous) utility and backup. Too little advantage is taken of this subaspect of sustainability. For small-scale users, this results in a simpler arena, particularly where the number of parties is concerned with which contracts have to be signed.

⁸ Including Town and Country Planning in its entirety.

chapter 6 & 7

heteronomy and decentralization

The distance created between the (environmental) problem and its solution leads to more and more complexity. The process of changing the interrelated public and private services, systems and infrastructures is becoming more and more complicated and less and less predictable. Together with the increased scaling, the convergence of utilities and the growing number of parties and techniques involved have increased the end users' (consumers') subjective dependence (heteronomy). This asks for a simplification of the processes, products (or rather: services) and parties involved. A larger concentration on integral provision of services, or, in other words, the supply and management of integral packages, offers possibilities. This seems to be reinforced by the ongoing liberalization processes. Another solution is having the level of application attune better to the lifestyle and direct surroundings of the users⁹. Decentralized or local systems do respond to that demand. The increasing heteronomy observed in the so-called "essential" networks and accompanying managing parties for end users¹⁰ does not only hold for central networks, but also for decentralized or local systems. The difference lies in the consequences of catastrophes and the extent of visibility (the subjective perception) of the results of this heteronomy for the end user.

There is a common consensus in society about the necessity of fundamental facilities for meeting the most fundamental needs in the own living environment, viz. "Maintenance", the so-called primary necessity of life. The availability of energy and food, including clean drinking water, and the removal of waste are parts of it. It is no use trying to introduce sustainability measures that harm this fundamental need. It has turned out that the ongoing processes of liberalization have put pressure on the importance of the certainty of supply, and sometimes also removal. Working certainty of supply and independence out in further detail seems necessary, or even essential, not only for further development based on the future of scaling-up ("economies of scale"), but also for decentralization ("scale economy").

There is a subjective perception of the optimum scale of application for meeting fundamental needs. This is caused by different visions concerning the intended quality and quantity of the satisfaction of needs. It is of importance to analyse the differences and to optimize them to scale specific advantages.

The solutions as to the supply and processing of the essential sub flows and their infrastructures are the materialized reflections of necessary activities in order to be able to meet social targets and fundamental needs, in short: the 'suprastructure'. Dependence and (dominant) control play an important role in the relationship between infrastructure and suprastructure. The ongoing individualization more and more often leads to a pursuit of decreased independence on public infrastructures and the wish for decentralized utilities (connected or not), with autonomy of the individual or the household as an extreme version.

Science, and increasingly the market too, brings up a rising number of solutions that imply possible smaller scales of implementation. The considered benefits are a possible reduction of infrastructure and better visibility and tuning into the demand and therefore more flexibility. Especially in the field of small scale Combined Heat Power generation and ecological sanitation systems important efforts have been made. The latter, so-called DESAR (Decentralised Sanitation and Reuse) systems, offer an alternative for the current status quo¹¹.

The idea behind these kind of smaller systems is their relative simplicity and adaptability, and therefore their possibility to create extra (sustainable) capacities in situations where:

- centralised systems have not been built yet,
- existing systems have reached the limits of their capacity and new buildings, districts and/or higher densities are planned; e.g. use as a (temporary) back-up,
- bio-climatical, geological or circumstantial characteristics make interventions (e.g. in the subsoil) difficult and/or expensive, and
- in case of desired improved environmental performances e.g. through interconnections with other 'infra' systems.

There are still few examples of living and working environments with solely integrated systems concerning decentralised sanitation, energy and reuse. However in several developed and developing countries more and more examples are realised or close to completion.

A decentralized system must not be characterized as a static system, since there is an ongoing change of an existing situation. The built-up environment therefore should be treated more as a "living system", although it will always be a controlled system. Living complex systems do not develop into one ideal final state. An approach focused on design of (the) processes is a good starting point: changes in the dynamic quality lead to techniques and systems, which may result in synergy effects. Present-day design principles particularly emphasize the "extrinsic values"¹². By changing these to "intrinsic values", a better tuning to site-specific (ecological) conditions may be achieved.

The scale level of a decentralized system is relatively fixed. It depends on the technique of the administrative body itself, the context and the position of the observer.

Technical (de)centralization concerns (a change of/in) systems. In the case of administrative decentralization, there is a distinction according to the nature of the administrative bodies: territorial decentralization (between/carried out by Government, Province and Municipality) and functional decentralization (within the Municipality).

In administrative decentralization, the "sandwich strategy" may be a good starting point for the far-reaching support of making the various (infra)structures within town and country planning sustainable and possibly independent. Decentralized initiatives to solutions and environment-friendly behaviour are emphasized here. These decentralized initiatives are facilitated by the central government, that also creates the (technical, economic and organizational) conditions.

As for technical decentralization, the various flows have different definitions of (the scale of) subclusters and of "decentralized" subnetworks and subsystems. Often, there is vagueness even within the various flows. The scale level is considered decentralized, but is defined in a relative manner too often. Regarding technical decentralization, this study starts from the production and processing of the various flows closer to the users than is usually done, with the flows being fed back to the users in a direct way.

Because of the relative new market of (technical) decentralization, "niches" can be created¹³. It is possible that the creation of niches can also take place in a planned way.

⁹ The "public interest" has not been translated yet into a coherence with characteristics of creating conditions for diversity and variability in society.

¹⁰ The networks themselves have a large heteronomy in the energy supply, especially in the electricity supply. This is caused by the principle of levelling peak load

by combined supply and demand. This has a smaller role in sanitation supply.

¹¹ Treating wastewater locally has a number of advantages over centralised sanitation, that range from purely technical to spatial and social and more often even environmental.

¹² These are aspects including fastest transport, minimum integration, maximum capacity, etc.

¹³ It has turned out that this has happened before in history. Often, niches cause a set of instruments to be developed for the start of a new paradigm or system of techniques.

This is called “strategic niche management”. The difference with the more familiar principle of “pilot projects” is that a shelter is built around the new technology in the case of strategic niche management, through which the technology can develop from prototype to an actually applicable technology. Eventually, the technology should work without any protective measures at all. It is of importance to find a strategy and a method that support such a process without relying on central authorities too heavily. With the aid of strategic niche management, innovations are implemented in this type of “sheltered area”, tested and evaluated.

The new view on the (economic) evaluation of products and services supports this even more. From the point of view of sustainability, taking environmental costs into account and doing this earlier in the life cycle (the so-called “principle of deposit”) are the main components.

The present-day competitive advantage of “sunk costs” for conventional solutions should be avoided. Strategic niche management can be of help here. The strategic approach should focus on the higher dynamic efficiency of the decentralized systems: changed circumstances are easier to be anticipated with the help of decentralized systems. Investment risks may increase in this way, which is of more importance in the liberalizing markets. Nevertheless, this is also of importance in non-liberalized markets concerning sanitation flows. However, the advantages of privatization, as mentioned earlier, are reaped fastest in decentralized energy systems.

The use of new, sustainable technology and sub flows leads to larger quantitative fluctuations in supply¹⁴ (especially of the energy flows) and to the introduction of various (parallel) qualities (particularly of the sanitation flows), or, in other words, to a differentiation of products and services within the various technical (infra)structures.

Almost all decentralized sustainable energy sources have a low energy density, which, together with their variable character, will contribute to the obvious choice for a decentralized implementation. In the case of waste water flows, this particularly holds for systems based on natural techniques. However, for decentralized solutions to energy generation as well as decentralized sanitation systems, this leads to more use of space. This disadvantage is the reason why decentralized systems should be integrated with other architectural and/or natural facilities and functions as much as possible (multiple use of space). As a consequence, so-called “integrated systems” are preferred to “autonomous systems”. An important advantage is that the three-step approach (Reduce, Reuse, Recycle) is optimally facilitated by separation according to quality close to the source. Thus, the main demand of sustainability is met: a consistent quality of the flow (waste production and/or energy supply). In this way, cascading and high-quality recycling is easier to be accomplished in the waste and waste water flows. And in the energy flow, the same holds for the application of exergy.

Generally speaking, the two main problems in decentralized solutions are scepticism of the leading (often dominant) parties involved and the larger influence of a fluctuating flow size. The former is particularly caused by responsibility (certainty) and liability. This scepticism will increase because of the necessary transition of the market(s) from supply of products to supply of services. The aspect of the flow size (in fact, the basis for the technical “economies of scale”) can be met locally by modern techniques of planning and tuning, the so-called “Real Time Control”, and the subdivision into parallel facilities. Thus, the remaining main points of interest for improving the competitiveness of decentralized systems and actually achieving the advantages for the environment and the users are the organization and implementation of maintenance, exploitation, provision of services and inspection of the various systems, together with the availability of backup provisions if necessary.

chapter 8 & 9

local self-sufficiency (autonomy) and autarky

Within the scope of the reference projects striving for autarky and, consequently, following the development path based on the principle of scaling-down, it was investigated to what extent the role of the essential infrastructures in the suprastructure of a society can be defined, and to what extent the limited spatial planning in relation to the sustainability of the essential flows leads to opponent developments. These opponent developments were described according to period (divided into history and current projects) and scale (divided into community and building (sub)concepts).

This research takes a limited and so-called ecological interpretation of autarkic systems as a starting point¹⁵. The decentralization and, in some cases, even complete disconnection of central (infra)structures are at the centre of the developing emancipation of systems of which they are a part. In these cases, (semi)autonomous or possibly even autarkic systems emerge, that may be referred to as “local”.

A world consisting of autarkic “cells”, states or units produces a dilemma from a social point of view. This is an unattractive affair for many people, since methods of so-called “soft power”¹⁶ for reaching certain qualitative aims become less effective. They become problematic if autarky is implemented via (very) unsustainable techniques and concepts, at the cost of higher scaling levels. Thus, autarky need not be identical to sustainability. Even more than with the present, conventional systems and structures, with autarky the scale of the energy and sanitation facilities always depends on the mutuality of the suprastructure and the infrastructure. Here important factors are the sustainable generation techniques to be used, the type and density of building, as well as the occupants’ lifestyle.

Nowadays, autarky in the ecological sense of the word is claimed by more and more designers and builders¹⁷. Worldwide, there are only a few genuinely autarkic concepts to be found. Often, these projects were carried out because of some necessity, e.g. because of a lack of infrastructure as a result of the geographical situation. Underlying idealism also occurs, whether originating from (technological) optimism or (environmental) pessimism. In the elaboration into concrete concepts, autarky gets stuck in autonomy for parts of the process for now, more than in anything else. The main motivation for this is that autonomy is “more reasonably priced” for implementation without the inevitable self-sacrifices¹⁸, as used to be the case. Most concepts striving for or claiming autarky mainly concern private initiatives for detached houses and buildings.

¹⁴ The peak load as compared to the average consumption.

¹⁵ Within this scope, the concept of autonomy is largely used as a synonym of autarky. However, autonomy cannot be considered a substitute, for autonomous concepts in the industries of environmental technology and building particularly deal with an autarkic ambition to subaspects.

¹⁶ Methods of soft power include (economic) sanctions and a full trading boycott or obliged exclusion.

¹⁷ Autarky can only be complete on a world scale. In spite of the pursuit

of optimal autarky, it will always be incomplete or “semi-“autarky. The projects claiming autarky have often been developed from a certain idealistic point of view. As a result, these projects are often semi-professional, individual or even amateurish, and not supported or monitored scientifically, or hardly so. Often, there is a lack of detailed data, or they are insufficiently founded or in an insufficiently scientific way. Overall concepts and technologies are explained when asked for, but details or technical information about the solutions are not provided, with

innovation as a claimed argument. Consequently, it has turned out that a broad, objective and scientifically complete comparison between the relevant projects cannot be made. For the further development of this research, therefore is decided to describe the concepts with the emphasis on the differences and the consequences for users, application scale(s) and technical infrastructure.

¹⁸ Also other self-sacrifices than the economic ones are implied here: smaller restrictions of use (comfort, status, etc.) and the fact that people do not necessarily fall into social isolation.

This is not only because they are often idealistic projects and designers (or “visionaries”), but particularly because of a lack of facilities, support and time for organized deviation from the usual ways of developing and building homes.

From a historical point of view¹⁹, autarkic projects are quite possible at the level of living communities. Recent practical examples even prove that this is quite possible at various other levels nowadays, also thanks to several (existing) techniques²⁰. However, there have to be strong community spirit and – preferably – an egalitarian social structure.

It is an important characteristic of autarky, in ecology as well as in economics, that it largely depends on the extent of its own inflexibility. In principle, a system based on independent, autarky-based cells, is more capable of absorbing change, but, at the same time, best flourishes in an environment of (economic) stability and slowly changing technology. The extensive integration of semi-autarkic decentralized systems within larger systems particularly offers a larger (market) control along with advantages resulting from the principle of the “economies of scale”²¹. In such a system, changing conditions in environment or use of techniques may lead to being stuck to a technology or structure once chosen, and thus possibly to a restriction in the ability to adjust in time.

Connected small-scale “pseudo”-autonomous or autarkic entities, will be able to absorb the continuous transformations better, on account of their non-isolated character. In these situations, interdependence and heteronomy disassociate with the romantic ideal of individual autonomy, or even autarky, and form a better basis for spatially sustainable developments. However, The consequences depend on the extent to which the principle of the “economies of scale” has been applied. A structure of unconnected autarky is naturally unstable²². Contrary to this, a system based on a geographically clustered network of nodes that aim at autonomy offers possibilities for timely anticipation of changes that originate from technique, society or market conditions.

This far-reaching type of “sustainability” implies more than “back to the country”, as it is often characterized, also due to the growing populations in urban areas. It is the direct connection to related subjects that become more and more important, including sanitation management, energy generation, living “aqua cultures” and horticultures, food assurance and health aspects.

An important link in the desired transformation of our society from one based on linear attitudes to resources and wastes towards a circular one, is a different way of handling sustainable energy and (ecological) sanitation. It is a ‘closed-loop approach’, in which for instance excreta are returned to the soil rather than to water. This implies a (better) formalization of the existing ‘leakage flows’ between the cultural world and the natural world, or ‘ecological field’ as a self-sustaining environment. Sound ecological sanitation, based on a closed cycle of nutrients as resources for food production, is always central to this. In this way the closed-loop approach is non-polluting, keeping fresh and marine water bodies free of pathogens and (too many) nutrients, while the environmental and human health risks are minimized or eliminated²³.

There is a need to see things in perspective: unfortunately, half of humanity still does not have access to any type of sanitation. On the one hand this is a threat to the ecological field. On the other hand it still might be the basis for a critical look upon existing ‘conventional’ approaches, which have been realized so far, and (mostly) are to be realized in these parts of the world too. The dilemma is: fast-arrangement of sanitation systems for the people who do not have access to sanitation (being a human right) and additional global environmental consequences, or ecological sanitation: on site systems with, especially in the beginning, a slower rate of implementation and therefore -in the beginning- not following the equity

principle within sustainable development. That is, from the point of view of existing paradigms and a literally approach to this equity principle.

The characteristics of the landscape and the connected economic activities plays a role in the connection to energy and/or sanitation facilities in the majority of the former and current concepts of autonomy and autarky²⁴. Usually this implies the incorporation of, or the connection to, (types of) sustainable agriculture. The added value is summarized below:

- It connects the closing of the water cycles and sustainable energy generation to the essential cycle of nutrients in environmental planning;
- it links up ecological solutions to economic developments;
- it initiates solutions for the increasing problem of (urban sprawl) urbanization and (agricultural) monocultures;
- it offers instruments for the connection of urbanization to greenbelt development;
- it contributes to more efficient sanitation systems based on separated waste flows and the accompanying energy generation and nutrients recycling: waste and pollution can be avoided and sustainable energy is relatively cheap and (locally) abundant.

There are also various disadvantages and potential problems connected to these decentralized systems of interconnected solutions of waste management, energy generation and nutrients recycling²⁵. As yet, there are no or few “economies of scale” in the production of components and the management of the technical units, due to the restricted number of pilot projects. The main problem is that sanitation is largely a social phenomenon, rather than a technical one. Additionally, systems based on natural technologies and natural processes are particularly vulnerable to incorrect use or sabotage, although possible negative effects will restrict themselves to a relatively small area or a small number of users, because of the decentralized character. Another problem is how reuse of nutrients from black water can be accomplished in practice.

¹⁹ (Sustainable) agriculture, together with the size and extent of self-sufficiency of towns together with their “hinterlands” until ‘recently’ has always been of great importance for survival over a longer period of time.

²⁰ The increasing number of experimental projects, ranging from simple individual houses to complete neighbourhoods and communities, offers a “microcosms” for exploring future developments of integral systems and their many implications, including the spatial integration and storage and transport.

²¹ The main rationale of looking for smaller scale levels of autonomy or even autarky is the bigger possibility of creating degrees of freedom in subareas or at a smaller level,

without having to adjust existing developments and investments in the larger structures.

²² Moreover, even all the various types of “economies of scale” together will always tend to a principle of “scale economy” [Anderson, 2001].

²³ Apart from that, ecological sanitation is valuable for a number of other reasons, varying from better food production to secondary benefits, like improvement of soil structure and water holding capacity.

²⁴ Permaculture forms an excellent basis, for it is based on observation of natural systems, combined with the experience of traditional farming methods and modern science & technology, to create a cultivated ecology in which people more

actively can get involved.

²⁵ The two main design features of ecological sanitation are urine-diversion and composting techniques. The first can be interconnected to nutrient recycling, the latter to nutrient recycling and energy cascading (exergy). In both cases it is possible to manage urine, faeces or excreta with little or no water. But to ensure an ecologically secure way of managing excreta it is important to combine these systems to energy production, for instance biogas production, and/or integrated food production. Within these integrated projects concepts will have to be based on a closed-cycle flow of nutrients.

Reference projects (chapter 8 and 9)

Each of the reference projects of (semi-)autonomy and quasi-autarky involves the individual solution of the various subflows, where only (if at all) the extra energy needed for a purification method of, e.g., blackwater or for more pumps is generated in a sustainable way. This is to be considered as integration of the sustainable solution of the flows. However, this cannot be considered as integration based on the interconnection of the flows.

The past few years, various centralized and decentralized projects have been initiated investigating these possibilities. Often, the emphasis is on the recovery of clean water, energy and nutrients from (organic) waste flows. For the decentralized systems, the main emphasis is on the waste(water) cycle, consisting of the long carbon cycle, the water cycle, the mineral cycle and possibly even the energy cascading (as a type of recycling).

The centralized solutions still focus on the solid waste flow. Here, the energy generated is considered as a benefit and is used for the optimized energy balance. Usually, the closing of the energy chain of the site is no aim in itself. Various reference projects were investigated in which closing of the cycles was achieved one way or the other. Eight projects (four in each chapter) were studied more closely with respect to flow-dependent subsolutions, scale of application, position within urban development and, in particular, the relationship between these aspects. These are the following projects: Autonomous House (Southwell, United Kingdom), Sustainable House (Sydney, Australia), Healthy House (Ontario, Canada), Hockerton Housing Project (Hockerton, Nottinghamshire, United Kingdom), Vauban (Freiburg, Germany), Flintenbreite (Lübeck, Germany), Biovaerk (Kolding, Denmark) and BedZED (London, United Kingdom)²⁶.

Different solutions are chosen for origin and consumption of drinking-water and the way waste water (grey or black) is processed and energy is generated, dependent on the scale of the project as a community. There are several reasons for the decreasing level of ambition for closing the local (waste) water flows in case of larger scales of application²⁷. Occupants turn out to have more commitment when systems perform on the scale of a house or apartment, as compared to the scale of a district²⁸. As scale size increases, the supply and removal of waste (water) and similar flows get more and more anonymous and less and less integrated, with decreasing commitment as a consequence. From the projects studied, it turns out that districts or blocks where the occupants have come together in an early stage and have decided to set up sustainable housing or a sustainable community together, often on idealistic considerations, are exceptions to this.

chapter 10

autonomy as well as heteronomy

With respect to both extremes, globalization (heteronomy by interconnection) and striving to complete (ecological and economic) autarky (or anarchy as it is sometimes referred at) cannot be seen as an optimal development for the suprastructure, or, in other words, a good, democratic basis for societies. And what is more, neither of them (in their specific pure form) is to be considered a good basis for further, sustainable development of the structures for those societies.

For the essential (technical) infrastructure, the dynamics of non-simultaneous, slow transformation necessary for attuning the complex structures of society, the “flows” and nature (or natural processes) implies that it is wrong to still think in separate systems within integral development processes. That is, since there is an increasing interconnection²⁹ and interdependence³⁰ in the technical infrastructure of the essential flows.

Two development processes concerning decentralized technology for the purpose of autonomy have come forward as topical: viz. first, the efficiency and improvements in the integration of subtechniques and co-ordinated, connected concepts, and, second, a better harmony between supply (input) and demand of the (different) sub flows.

Additionally, there are two more general underlying development processes. The first is the environment-technical, environmental and, to some degree, also social optimization of decentralized systems within semi-autonomous projects. In spite of the potential of the underlying optimization principle of the “scale economy” claimed in much of the literature and projects, and in spite of its importance, which was also proven, it has only been applied to a small extent. Consequently, there still are not many “economies of scale” in this area. However, the subspects concerning the application freedom and environmental integration (smaller sizes, fewer secondary demands, etc.) and user-related demands (comfort, ease of use, costs, etc.) do improve noticeably.

The second underlying development process concerns the link to economic applications related to the surroundings, often determined by soil or users, including taking nutrients back to agriculture and other lateral applications or possibilities, such as car-sharing systems. In addition to the possibility of other types of use of (agricultural) grounds (urban agriculture), the link to agriculture may not only lead to a structurally different infrastructure (aboveground and underground), but also to different country planning as a whole, when applied on a larger scale. Some authors claim that this also implies a different (economic) organization: dependent on the scale of application, which amounts to incorporating decentralized participatory democracy or types of federation and confederation on different scale levels.

This offers points of departure for interrelating “red” and “green” functions in environmental planning³¹. Here, the aspects of vicinity and comfort are leading. In this situation, the search for an optimum scale of autarky or autonomy of the various essential sub flows in the built-up environment gains higher importance. The critical upper and/or lower limit set by the technology solving one of the sub flows will actually become indicative of the integrated system, and, consequently, of the other sub flows.

²⁶ The projects of Autarkic House (Hoek, the Netherlands), the Earthship concept (various locations) and the Eco-village Zegg in Germany were also analysed as regards scale levels and techniques applied and other particulars.

²⁷ In various countries, it is more difficult legally, for example, to lay on a domestic water grid at a district level because of safety requirements (especially regarding hygiene) and the large number of people involved. Often, approval for such provisions at the level of individual houses may be acquired.

²⁸ This is simply because the consequences of a particular act can immediately be seen on an individual scale, and the person responsible for

these consequences can immediately be pointed out.

²⁹ This does not concern local interconnections only. In fact, the total human system all over the world is linked with the issue of to what extent the increasing rate and complexity of change is integrated in a determined effort.

³⁰ Although an increasing interdependence between people and their institutions can be noticed, Goudsblom claims that the dependence on natural forces has become less direct. The technical and social chains between the production of objects and their use (“source and service”) are longer and more forked (complex) [Vries & Goudsblom, 2002b].

³¹ It would be too easy to summarize the need for further-reaching sustainability and sustainable building, with autarky as their ultimate goal, with a plea for nature and natural processes in the city. This would lead to new obsessions too much. The new structures should be found in larger freedoms, to be accomplished by closing circles on different levels than the ones belonging to current paradigms, so that a maximum variety of solutions becomes (or stays) possible.

In projects with a clear organization (or organizational structure) and with responsibilities clearly agreed on, as e.g. in the Hockerton Housing Project (U.K.), Vauban, Freiburg (Germany), Flintenbreite Lübeck (Germany) and EVA Lanxmeer (The Netherlands), this larger complexity often occurring in integrated systems is not necessarily perceived as only a disadvantage³². The critical limits that are set for parts of the integrated system, together with changing conditions regarding environment, use, technique or market, imply that such semi-autarkic systems should be considered unstable by definition. Because of the fundamental need of protection of maintenance, semi-autarkic projects should be able to meet such changes, either by means of a connection to a “backup” system (often on higher scale levels), or by means of parallel solutions (hence overdimensioning) within the system itself. In practice, we see far-reaching semi-autarkic projects being connected to central infrastructures³³. To be able to connect, to a larger extent than approximately 30% (electricity network) of the network capacity, projects (subsystems) based on autonomy and/or renewable (discontinuous) sources new network philosophies (or network geometry) of these centralized grids should be introduced. For the sanitation infrastructures alternative use of existing networks offers possibilities to cope with increasing costs due to aging and shortages on capacity.

The changed network philosophy described as desired has far-reaching consequences for the way in which these infrastructures are designed and integrated. For complex systems, the coherence with which and the way in which dynamic processes are dealt with determines the translation to physical “integralness”.

It is important to establish that the stability or resilience of networks is directly related to their complexity. It is not the components of the various structures that matter, but the way they are organized together as intelligent structures. It is important to learn from the organization structure and topology of existing adaptive, complex structures. Recognizing the structures of each network is needed for combining their optimally ongoing development, possible decline and damage done to them, whether desired or not, with constant or increasing sustainability and certainty guarantees for users³⁴.

Alexander [1966] was one of the first to recognize the importance of the underlying structure as the basis for the possible notion of spatial planning and the accompanying physical and social networks. He distinguishes two scale-dependent opponent structures: the tree axiom and the semi-grid axiom. Later research [Watts & Strogatz, 1998] shows that even the smallest addition of random connections to a well-ordered network leads to advantages known from social networks [Granovetter, 1983], also known as the “small-world” principle [Milgram, 1967]³⁵. As opposed to the social networks, the so-called “in-between distance” is relatively large. Within large-scale, aristocratic “small-world” networks, it turns out that a limited number of nodes has considerably more connections than the other nodes. These nodes are called “hubs” and can be considered as the pivots of a cluster. The power law implies that there is a fixed relationship between the total number of connections and the total number of nodes.

Two regimes can be distinguished in complex networks: an exponential regime, leading to homogeneous, egalitarian networks; and a “scale-free”, aristocratic network, characterized by a clear difference in the number of connections per node. The aristocratic network structure approaches Alexander’s semi-grid axiom, but has a structure more complicated and subtle, which make complex structures (whether social or not) more easily to be included into the notion of the semi-grid. It turns out that the largest networks with known topological data in the aristocratic network structure show the same characteristics because of further-reaching interconnection (be it on world-scale or not): scale-free characteristics and a distribution of the transport connections according to the principle of the power law³⁶.

Almost all structures and networks designed or “ordered” may be put on a par with the tree axiom and have egalitarian characters. In addition to the urban development structures of most (newly) planned cities and city districts, the North American electricity grid is a relevant example. The interdependence of communication networks that are relatively simply accessible and connected to or integrated into the essential infrastructures becomes larger and larger; they are almost always characterized by the aristocratic structure as described above. Because of the desired guarantees for operational safety and sustainability to users at lower scale levels, it is of importance to consider the effects of change (expansion, disturbance, breakdown) at higher scale levels.

Research into the resilience or safety of simplified networks, particularly distribution networks, shows that the aristocratic and egalitarian networks are very different from each other. When an unco-ordinated breakdown occurs, e.g. because of incorrect use or age, egalitarian structures fall apart rather quickly whereas aristocratic structures allow for more than half of the nodes to be removed for the remaining parts of the network to perform well as a whole. When intentional breakdown occurs, e.g. in case of sabotage, the aristocratic structures turn out to be more sensitive, but is relatively simple to secure the critical nodes in this type of network (in advance) or to isolate them (afterwards) without influencing the performance of the remaining network.

It can be argued that the best ultimate goal, when elaborating on the principles of the “economies of scale”, is a complex, adaptive aristocratic structure of each of the networks, or perhaps of the whole that they form together. It implies “scale invariance” and “self-organization”, which are desirable aspects. A precondition is that the network grows (continuously) by new connections and (decentralized) clusters, and that new connections are connected to the network following the power law, with so-called “multi-connected” connections according to the principle of “preferential attachment”.

In order to be able to understand the necessary process of clustering it is of importance to know the underlying “powers” of the principle of “preferential attachment”, the principle of “the rich-get-richer”. As to this principle, Bianconi & Barabási [2001] argue that the aspect of “fitness” plays a role in competitive networks: the principle of “fitter-get-richer”. The aspect of “competitiveness” implies competition within networks rather than market competition between networks. The aspect of “fitness” should be defined differently for the various networks. As concluded before, for the essential flows and their infrastructures this implies a combination of the extent to which generation, collection and transport are flexible, uniform, consistent and optimized. Supply guarantee together with sustainability (in both meanings of the word) is the key word, and this can be reached by tuning and adjustment of quality and optimized amounts of (rotation) time.

³² For users and participants, it emphasizes the additional fundamental needs of “identity”, “participation”, “relaxation”, “freedom” and “self-expression”.

³³ Most of the times, only in case of absence of central utilities local backup system is realized (often co-generators based on conventional fuels).

³⁴ Random networks with complex topologies often occur in nature, but also in culture. The complexity

of many social, biological, communication and transport systems finds its basis in a network that is rather interrelated and that is defined by the system components and their mutual interactions.

³⁵ Well-ordered networks often consist of clusters, as do social networks. The importance of clustering is that the loss of one element will not result in any dramatic fragmentation of the network in disconnected subsystems

[Barabási et al., 1999; Banavar et al., 1999].

³⁶ This is also known as “Pareto”, “Zipf” or the principle of “self-organization”, and may be considered as the main generic effect of the increasing networks or complex structures. Moreover, together with the principle of “self-repair” it is the main characteristic looked for in the possible application of “natural technology” for the facilities for the essential flows.

If the connections between weak nodes are made stronger, by the simultaneous introduction of more “weak connections” between the important nodes in the system, the whole infrastructure can acquire more robustness and, eventually, more perseverance³⁷.

Introducing decentralized clusters for the purpose of scale invariance (chapter 10 and 11) Innovation, like the application and fitting in of new decentralized techniques and/or alternative network structures, does not suffice for the accomplishment of “sustainable development”. Too often there is tension between the mechanisms and the institutions that regulate motivation on behalf of individual or joint wishes. In following the conventional centralization paradigm, this type of “ritualism” stands in the way of a development into a society with more opportunities for changes according to the principle of “conformity”. It creates niches of “sustainable development” of all alternatives that do not comply with the centralization paradigm. This occurs in the shape of concepts that can be placed under “rebellion” and even “separation”. Examples are to be found in some of the Eco-villages, co-housing projects and Eco-districts, started by private - sometimes collective - initiatives and in some instances as individual projects or silent-green examples, as e.g. Ruigoord, near Amsterdam³⁸. Although projects such as the Eco-villages are to be considered as the application typology of “conformity” according to Merton’s definition, they are often placed under the application typology of “rebellion” or even “retreatism” by the dominant institutionalized authorities, looking at them from their own context on the basis of the current paradigm. Opportunities for a widely supported need for innovation are neglected here, and so is the chance of more significant “sustainable development”, for example through scale invariance.

The problem of the directing centralization paradigm, which is even seen as imperative by some people, is often in the way of a more structural change. Nevertheless, the application typology of “rebellion”, for example, which was started as a niche, can be taken as a method of allowing innovations to grow for the purpose of a more structural and large-scale use. In a way, Ruigoord is a spatial example of this, and the development of the Living Machine – at first in Eco-villages – is a successful example of a developed innovation based on natural processes.

The starting points of the restructuring processes form the industry³⁹ are of such topical interest for the (large-scale) systems and networks connected to the crucial flows that they may form the onset of research into scale invariance in the crucial infrastructures and their innovations.

The “View Lean” is the basis for a structural redesign. This point of view takes a larger market-oriented attitude as its starting point on the one hand, and a more local or surroundings-oriented way of organizing on the other. The background for this is the global transformation of economies from being focused on “mass production” to a focus on “tailor-made for the masses”. Particularly inspired by liberalization processes, there is now almost only attention for the first aspect (the market-oriented attitude) within the crucial flows and their infrastructures. The second aspect (surroundings-oriented attitude) implies a larger and a more structural change, and offers better opportunities for innovation and further-reaching sustainability (at several scale levels). It is the result of the increasing demand for user-specific, “on-site” solutions.

In current central infrastructures of energy as well as waste water flows, the possibilities of an alternative network layout are not or not sufficiently taken into account. More and more connections are made between the various (national) networks and subnetworks in gas and electricity networks, but this occurs because of considerations of capacity and economic (business) perspectives, rather than on the basis of the principle of network geometry.

Consequently, there is a direct interest for large-scale central networks to have subsystems as a decentralized cluster included into the complex network⁴⁰.

Systems within decentralized planning concepts may lead to networks, complex or not, with a more strongly decentralized network structure with part of the networks performing relatively autonomously. These may support flexible planning concepts in town and country planning. Moreover, the issue of a more precise attribution of (network) costs to specific customers or transactions (which becomes more and more important as complexity decreases with ongoing liberalization) may be solved or may easier be solved. Flexibilization can anticipate changing market developments⁴¹.

The effect of scale size by various technological developments has decreased the last 50 years, because of the low energy density and little purification efficiency per m². This is also because improvements of energy transformation techniques and waste (water) transformation and purification have had relatively more influence on small-scale systems. The main technical advantage of (incorporating) decentralized systems is that, because of the scale size, the flows transported, processed or generated can be separated more easily into various qualities at source. In addition, the transport, the treatment, the use and/or the processing per sub flow can take place more efficiently according to exergistic principles, such as cascading, where further optimization against user specifications becomes possible.

Decentralized and local (sub)systems as parts of complex networks will possibly play an important role. It is important that each of the regional systems is connected “aristocratically” within higher scale levels, according to the principle of overlap as described in Alexander’s “semi-grid axiom” [Alexander, 1965]. Network relationships support a process of so-called mutual innovation and, consequently, reduce the distances between central and decentralized solutions⁴². In addition to this, there is the advantage of vicinity facilitates the “face-to-face” interaction and horizontal communication. A disadvantage is the difficult organization, maintenance, exploitation and inspection. The development of (legal) conditions with respect to responsibilities and periodic inspections⁴³ is crucial for (decentralized) systems and determines a successful penetration of this technology.

Redesigning large parts of the primary process in a top-down manner is necessary for the implementation of the substantial structural and sustainable improvements. Within the alternating process of incremental and structural innovation that was suggested above, the incremental innovation should shift more to solutions which follow the principle of subsidiarity of the European Community⁴⁴.

³⁷ The necessary mutual connection between operability and sustainability established in Chapters 1 and 2 was taken as a basis.

³⁸ A less well-known but intriguing example is President Bush’s fully autarkic ranch. A completely autarkic situation was created there, because of risks of sabotage or possibly fear for environmental changes [Röling, 2004].

³⁹ These processes are known as the “Empowerment” (revitalization) and “Business Process Re-engineering”.

⁴⁰ Because of the principle of self-organization, it also offers the possibility and the guarantees for being able to make local decisions with respect to, for example, further-reaching sustainability without abandoning the principle of scale size (“economies of scale”). Procedurally, it implies that authorities and (public) grid managers may abandon policy aiming for a fixed ultimate goal. It eliminates the aspect of policy more and more lagging behind reality.

⁴¹ It causes smaller investments with

fewer risks in liberalized markets.

⁴² Even large companies can part and parcel of this type of regional network, provided that they undergo a process of internal decentralization.

⁴³ Otterpohl [2000a] states that “strange concepts” can hardly be avoided when developers do not understand the general condition of “No waste, full reuse” or do not subscribe to it.

⁴⁴ Subsidiarity is the idea that matters should be handled by the lowest competent authority.

As a conclusion, it can be stated that differentiation and flexibility in the area of town and country planning are preconditions for being able to anticipate uncertainties in the long term. Additionally, it is easier to anticipate dynamic developments that are characteristic of today's society. The process of urbanization and the infrastructural transport and distribution systems of the essential flows should be prevented from developing in separate ways. A sound, integral (Eu)regional planning based (first) on a combination of conventional (central) systems and additional decentralized systems (or, actually, the other way round), can prevent the risk of a possible "deadlock" of the current central systems, with all the accompanying health risks⁴⁵. The strategic or random integration of decentralized clusters into the growing central networks, that approach autonomy as much as possible, will contribute to the increase of the robustness of these central (complex) networks, provided that the other conditions of scale invariance are met. Thus, it seems that the developing directions of "economy of scales" and "scale economy" need each other according to the principles of mutual interdependence.

chapter 11 and 12

consequences urban planning & development

It is of importance to distinguish design levels for tuning parties involved to the design and change processes. Particularly the direction into which decision-making and development become directive is of importance. The social, geographical and/or political (decision) structures are decisive. They may vary strongly as regards their physical sizes. Moreover, many environmental effects are cross-border phenomena. With respect to the spatial demarcations, the fact that the "eco-device balance" may be taken in a literal sense to a larger or a smaller extent plays a part. The basis is whether or not external sources are used along with internal sources. There are also time scales at work: a specific amount of time has scale consequences (distance) for flows. This holds particularly for sanitation flows. Decreasing the rate of transport can restrict the spatial scale of a flow (and/or problem). This may however produce new problems in the restricted spatial area. In general, one could say that the specific location and the accompanying parties involved determine to what extent internal sources will be used only, or both internal and external sources will be used, and to what extent the solutions will be connected to the time scales.

The location-specific characteristics can be divided into three groups: the characteristics that have been there originally and are typical for the site, or, in other words, the biotexture; the bio-climatic context; and the added layer consisting of the present or planned spatial typology. The bio-climatic context, or "genius loci", should be exploited optimally and is an important starting point in the in this research introduced "Programme of Possibilities"⁴⁶. When calculating the environmental load for the technical infrastructure in the Nijmegen case it turned out that the spatial typology is a component of the environmental load of the technical systems in the district and their technical infrastructures. Consequently, together with previous conclusions for the network structure of these technical systems, it is the onset to a spatial planning that takes "sustainable development" as a starting point.

The discussion about models for the spatial development of cities particularly deals with further-reaching global urbanization. In the various models, the focus is on how to deal with densities⁴⁷ in relation to the various scale and design levels, and the relation with the "hinterland" and other cities or urban nodes⁴⁸.

In relation to "Type 1 sustainability" [Frey, 2004], in this research looked on as the most important aim for sustainable spatial planning, there are three urban models that are

relevant: “the Compact City”, “Decentralized Concentration” and the “Short cycles City”. Looked on from the efficiency of the infrastructure and systems, any type of density is all right. However, there is a paradox in the (centralized) density model of the “Compact City”: further density produces advantages at a macro level (efficiency, restriction of use of space, restriction of mobility, reinforcement of social basis), but also disadvantages, including concentration of pollution, too few parks and gardens, less social than desired and more trouble and risks as results of increased ecological social basis. Of more current interest in (unidirectional) compression is the fact that the diffuse, further decentralized structures that resulted from usage are supported insufficiently. Apart from that, in the Dutch context, there are only few sites where the existing situation is successfully to be transformed into a structure based on the Compact City model, seen from an economic point of view. The countermovement “Light or Informal Urban Development” is no realistic alternative either. As an extreme kind of “urban sprawl” it takes up too much space and causes too much mobility and damage to the landscape. Some of the other characteristics, on the contrary, are quite easy to be used for the transformation of the (protected) “outside space” between cities or urban nodes, especially in cities where one or more qualities are under pressure, as is the case in nuisance zones. Examples are the (individual or collective) aspects related to management and ownership (privacy zoning, temporariness, involvement, freedom). Looked on from the viewpoint of “sustainable development” and self-sufficiency at lower scale levels, and seen in an environment-technical and social way, an urban culture can combine positive aspects of both types of spatial planning (the density of Compact City as well as the scattering of Light Urban Development or Urban Sprawl) following the model of Decentralized Concentration. The decentralized concentration is based on the model of polycentric development and consists of several compact high-density settlements with centres that are situated at a certain distance of the main city centre. The accompanying design levels are different from the current ones (city, province, country). The scale or design levels that form the transition between collective and individual spaces, gain importance for the intermediate level of the ensemble of the neighbourhood and its involvement. The levels between city and province and between province and country – urban network and (Eu)region– become of interest on account of the necessary interconnection, specializing and clustering.

This research takes the Dutch Ecopolis strategy [Tjallingii, 1996] as a starting point for the formulation of the relevant conditions for new alternatives. The strategy distinguishes three points of view: flows, areas and actors. These can be connected to respectively environmental conditions, spatial conditions and social (user-related) conditions or criteria.

⁴⁵ The philosopher of culture Tom Lemaire claims, “What matters is finding the right ratio between the global and the local. Local aspects should not be wiped out by globalization, but should get a new place.” [Moet, 2004].

⁴⁶ In the publication (e.g. [McDonach & Braungart, 2003; p.15]) also known as ‘Essay of Clues’. This Programme of Possibilities, or “PoP”, is used in this research to formulate conclusions

made in the theoretical/analytical part of the study solution-oriented, which is used as a basis for the solutions in the final case study Lanxmeer, Culemborg (The Netherlands).

⁴⁷ In the spatial models, density related aspects are roughly dealt with (high versus low density). It turns out that average densities of ecological (residential) districts are not higher than the average densities of Dutch development districts. On the contrary: the density in ecological

settlements is even far under the average, although this type of “Eco-village” does not occur (yet) in the Netherlands, hence there is quite a different context here.

⁴⁸ On the one hand, this leads to models based on the principle of “the Compact City”, with far-reaching types of density, on the other hand to the reaction to this: “Decentralized Concentration” possibly combined with types of “Light Urban Development”.

The environment-related criteria distinguished in this research are:

- a maximum of health guarantees, hygiene and safety (free from threats);
- security of utilities and consistency;
- a minimum or an optimum of added raw materials;
- a minimum of pollution of soil, air, ground area and surface water;
- closing cycles as much as possible;
- a minimum of energy use;
- resilience to sabotage/incorrect use;
- future value (flexibility and uniformity).

Spatial conditions with respect to the built-up environment are often linked to Vitruvius's "Utilitas, Firmitas, Venustas". This research focuses on the general utilities, technical systems and their essential networks. Besides this, a scale level is considered larger than that of the building (and the context) only. Consequently, the main spatial criteria are: flexibility, complexity, identity and strategy. Or, in more detail:

- optimizing collection and transport;
- minimizing or optimizing use of materials;
- adaptability and extendibility;
- screening off against sabotage and vandalism;
- optimizing use of (ground) surface area;
- fitting into the living environment;
- accessibility of parties involved;
- aesthetic quality.

The spatial criteria have a strong relation with the parties involved. Consequently, there dilemmas occur quite easily; for example, the criteria of "screening off" and "accessibility" are a dilemma in their interrelation. Early participation and the correct knowledge⁴⁹, or the attempt to reduce the lack of knowledge in users, is of decisive importance for commitment to the issue. Therefore the users' interest are put first when alternatives or solutions are offered. Therefore, the social criteria for the successful implementation and use of alternative systems or techniques have been drawn up from a user perspective. They are:

- equal or more comfort;
- similar costs;
- equal or more ease of use;
- independence of specialized institutions and compulsory networks (empowerment);
- image and transparency: aesthetic quality and visibility of solutions.

chapter 13 and 14

realization through participation and interaction

In the democratic triangle formed by the three main groups of parties involved, viz. government, market and citizens, the relation between the first and the third is changing at the moment, because of the withdrawing government and the accompanying liberalization processes. The former relationship between State and citizen, to be characterized as linear (a modern society, fragmented with respect to power), has been transformed into a alternating networks of collaborative structures. The result is a changed margin for the co-ordination and participation processes of (residential) areas. This leads to a larger interest to involve users and other "relevant" parties into the planning processes as early as possible, or, in other words, to aim for more commitment⁵⁰.

The theme of “design” or the group of “designers” cannot be classified into the categories established in this research (according to [Freeman, 1984]: owners, financial institutions, action groups, clients/users, consumers’ organizations, trade unions, employees, commercial organizations, competitors, suppliers, governments, political organizations). Nevertheless, there is an important task for designers, viz. mapping people’s demands and wishes, and supporting and visualizing the concrete common aims⁵¹. The other, often dominant parties involved should realize that the involvement of inhabitants/users goes further than just the change (design, construction). It is a balanced concept that is interconnected with surrounding projects, in a structure that supports flexible and continuous change processes, is open, and is continuously capable of absorbing corrections through permanent reflection (and learning)⁵². Also because of the possible learning processes, optimal communication and a maximum of involvement are vital when making comparative assessments in the preferably pluricentric decision-making.

Generally taken The Netherlands has two models of decision-making for the (technical) infrastructure and the accompanying systems: the “model of decision”, or “referee model”, that places the problem of difficult decision-making among opposing individuals, interest groups and lower authorities; and the “interaction model”, also known as “coaching model”. The latter starts from the position that it is the decision makers that cause the possible problems. In order to really contribute to quality improvement, all “partners” within the process should declare their willingness to integrate the systems to be used. Within the scope of this research, the “coaching model” or “interaction model” has the best chances⁵³. A sound method of decision-making following this interaction model is the so-called “co-production”: recognizing the existence of mutual dependence between the various parties and interests. This method has been applied in the illustration project: the final case study of Lanxmeer.

The model can be made more effective by putting in new (possibly interactive) information technologies. In a digital (Internet) environment, an unambiguous working environment and an unambiguous system can easily be introduced for unhampered use by the various partners. It will form a platform where participants can communicate in person or digitally with each other about the (desired) developments, and can act and decide. In this source-oriented attempt, improvised acting is linked to the creative process.

In such a complex interaction and integration process, it is crucial to appoint a so-called “leading actor”. It is natural (cf earlier conclusions) to appoint the designer for this purpose⁵⁴.

⁴⁹ In this research, alternatives and solutions for the problems concerning the essential utilities and the essential flows as established in the Problem Analysis are looked for from the context of a socially constructivist view.

⁵⁰ There is always a basis for collaboration with the various parties involved in a process, irrespective of the individual, sometimes conflicting aims. The choice for specific interested parties or their involvement is decisive for the eventual development process. In order to have as many

of all the relevant parties involved participating, groups (of partners) are selected normatively or according to their “power” and influence in the residential area.

⁵¹ In this area, design should focus on the physical context of quality of life and sustainability, with the emphasis on the creation of conditions for spatial, social and environmental quality to exist (within the scope of a certain process quality).

⁵² This is called “place making”.

⁵³ The advantage is that people can be prevented from working

up to a solution in the shape of a specific infrastructural project too quickly, without sufficiently thinking about the relationship between the suprastructure (what do we want) and the infrastructure (how can we best accomplish this goal).

⁵⁴ In the final case study Lanxmeer, this happened in close collaboration with the concept manager and the process manager, in line with the model of co-production. The process was supported by the introduction and use of a web-based digital working environment (<http://www.evacentrum.nl>).

The approach of integrating social learning processes and “place making” which was applied is known as the “architect model”. In such a way of working, it is important how to deal with the various parties concerned and their interaction and learning processes.

The pluricentric method of interaction combined with the concept of “open design” offers the best perspectives, and is particularly suitable because of the current “specialists’ society” and the many parallel dynamic processes playing a part: it is an interactive learning process, in which participants may only develop and tune (adjust) their goals during the process. The emphasis is on directing the transformation process and developing alternatives while the process itself is going on.

chapter 15

case study Lanxmeer, Culemborg: interconnecting decentralized solutions for energy generation and waste management: The Sustainable Implant

The presented research tries to demonstrate the need to include interdisciplinary approaches to the integration of strategies for raising public awareness, marketing of the different qualities of water (cascading) and energy (exergy), and establishing a service business for building and operating more decentralised installations. Besides the mentioned reference projects concerning parts of the main research hypothesis, in one ‘integration case’ parts of the outcome is tested and illustrated in a concept and belonging “device” within an actual building project: through the strategic implementation of a network inter-connector, together with far going, innovative solutions for the generation of incoming flows and treatment of outgoing flows. It is situated in ‘Lanxmeer’, a nearly finished deep green urban district, in the city of Culemborg. The final design of the so-called Sustainable Implant (SI) will be built together with the EVA-Center and externally works in coherence with an ecological city-farm. The SI works as an interconnector of the three essential flows in urban planning⁵⁵.

The project EVA (Education, Information and Advice; in Du.: ‘Educatie, Voorlichting en Advies’) Lanxmeer concerns an ecological settlement in the small-scale city of Culemborg. The location of the EVA project is unique: near the central railway station of Culemborg, on 24 hectares of agricultural land and some orchards. This was the first time in the Netherlands that permission was given to build in the vicinity of, and partially even within the protection zone of a drinking water extraction area. The regional government allowed building at this site only under the guarantee that it would carefully be built according to modern ‘deep green’ principles. Innovative is the integral participation of future residents and other relevant parties right from the moment of initiative. The project has been carried out in different phases and will consist of appr. 250 houses and apartments, (collective) permaculture gardens and ecological office buildings (40,000 m² gross floor space). In addition to special functions such as a biological city farm, the EVA Centre (an education, information & conference centre) is also situated in this district, along with a hotel and Sustainable Implant facilities. CORE International, Haskoning Nederland, Innogas and Thecogas Biogas B.V. are co-responsible for the Culemborg case related quantitative and qualitative process analysis (battery limits) and the economic implementation study. Atelier 2r together with Hospitality Concepts, V&L Consultants and several other partners are responsible for the development and design of the EVA Centre in the deep green district Lanxmeer in Culemborg.

The structure of the urban plan is mainly based on the record of the existing landscape (<http://www.evalanxmeer.nl>)⁵⁶. Especially the subterranean structure has been used for the overall plan, the water zoning- and ecological plan. Besides of that general principles of Permaculture affected the spatial structure of the plan, especially the green zoning).

There is a gradual transition from private-, semi-private-, and public space towards a more natural landscape in the protected zone of the Water Company. Basis was the creation of four different green zones (actually five if one counts the private gardens, within the half open courtyards), which are connected spatially and ecologically: (1) the collective gardens, as a part of the building clusters, with playgrounds, relax areas and 'edible gardens', (2) public green with retention ponds, extensive planting and reed beds, (3) agricultural grounds, city farm and orchards, and (4) ecological developing areas with infiltration ponds, woodland and hayfields. Together these green zones form an environment that displays the diversity and resilience of natural ecosystems. It can be called the 'Park of the 21st century'. Moreover because of the added links to the (waste)water-, energy- and waste concept of Lanxmeer. The arrangement and the management of the four zones is oriented on biodiversity, natural dynamism and a coherence between elements, places and processes. The natural cycles are paramount within the overall structure. The 'triad' City Farm 'Caetshage', Sustainable Implant (SI) and the EVA Centre form both the important ends (or beginnings) of the main east/west greenbelt that forms the backbone of the Lanxmeer district, with in the middle the former 'conventional' water tower, which is out of use but will be re-developed.

The City Farm is situated in the originally agricultural area in front of the water extraction area. In buying houses the residents of Lanxmeer partly have contributed in the realization costs. In return the residents can visit the farm freely, and if desired even can help with the maintenance of fields⁵⁷. Another important role is set aside to the maintenance aspects and collection of green waste by the city farmer. Together with the remaining green waste of the other green areas of Lanxmeer, the kitchen- and green waste of the houses ('garden waste') and Lanxmeer's sewage effluent, this is being transported to the Biogas-plant within the concept of the "Sustainable Implant". The role of the SI is not only ecologically, but also introduced from a social-, participative and educational point of view. Separate water systems for drinking water and water for domestic use are installed in all houses (the latter though still isn't apt for use due to legislation changes), and also decentralized separate sewage systems for 'grey' and 'black water'.

At first the district's energy concept, developed by CORE International, had completely autarkic living as its main principle. Because of the concept of autarky and, consequently, the requirement for energy being available 'on demand', it was decided to use chemically bound energy, in the form of biogas. The production of gas from waste flows in the district has two positive effects at the same time: not only does gas become available, but also there will be no need for a connection to the public sewage system. For the production processes it is of importance that the percentage of solid substance in the fermenter is as high as possible: the energy content of blackwater is determined by the solid mass.

⁵⁵ It not only facilitates the vertical- but also the horizontal integration of the concerning chains.

⁵⁶ Local interventions, e.g. with regard to sustainability, can be made without leaving the existing scaling-up. The overall design of the district

Lanxmeer and the architecture of the most of the buildings is based on permaculture and organic design principles.

⁵⁷ The idea is that many people like to garden, but don't have sufficient time to maintain their own kitchen

garden. Nevertheless, the City Farm is supposed to work independently. Plan is to include a small-scale 'care-function'. Apart from that, the City Farm offers recreational facilities for the residents of Lanxmeer and Culemborg.

Therefore, it is of importance to decrease the quantity of flushing water as much as possible. The municipality – in its role as project developer – chose the booster option to achieve this. Since green waste is also included in the process, the need for refuse collection has been reduced. The combination of blackwater and green waste offers advantages. Firstly, the amount of biomass available will be higher and therefore the gas proceeds will be larger; secondly, the ‘fresh blackwater’ implies a constant supply of fermenting biomass, which is good for the stability of the fermentation process. The fermentation of waste is not the end of the process. Other integral parts of the process include improving the gas to a usable quality, purifying the effluent of the fermenter to a level that it can be discharged into the surface water without major problems, and processing the sludge without odour nuisance. Because of the E for Education in EVA, a Living Machine is taken as a starting point for purifying the effluent⁵⁸.

With respect to the necessary exploitation of the system it has been decided to add two extra decentralized concepts, viz. a facility for further separating various waste fractions (‘Retourette’), and the possibility for joint e-commerce supply (‘E- Fulfilment’). The total system is called the Sustainable Implant or SI. The SI has been planned on the transition of the district into the surrounding (urban) areas, in the same lot as where the Eva Centre and the hotel are to be built. The technical installations will be integrated in a architectural solution, in such a manner that they will take up as little space as possible.

The process of producing biogas (energy generation) and wastewater treatment can be divided into various sub processes: (1) gathering blackwater on the one hand and green waste on the other, and leading them into the system; (2) the fermentation process, with biogas, effluent and sludge as its output; (3) purifying and improving the gas into natural fossil gas equivalent; (4) purifying the effluent until it has surface water quality; (5) composting sludge into usable garden compost⁵⁹. The fermentation process takes place with a temperature of approximately 30 degrees Celsius, fully automatically; its stability is guaranteed by sufficient organic waste being fed into the system and as long as bactericides are avoided. Therefore, there is a risk that residents want to disinfect their toilets in case of illnesses and use cleaning products for that (bleach, lysol etc.) that do not harmonise with the fermentation process. Unwanted objects (in the green waste) can also damage the installation.

On the whole, the green kitchen waste is fermented quite well. However, woody materials are worse, since decomposing the lignin chains takes relatively much time, so that the fermenter can get obstructed. That is why the materials are ‘chopped up’ first so that the contact surface of the resulting smaller fraction is as big as possible for the fermentation process. The biogas is a mixture of 65% methane, 34% CO₂ and some remaining gases (with a maximum of 1%), e.g. sulphur hydrogen. Especially the sulphur compounds are highly harmful, and, furthermore, they produce a very disagreeable odour. Therefore, the clarification of the gas is an important aspect of the installation⁶⁰.

In addition to the biogas, the digestion output of the fermentation process consists of slurry, that is divided into a solid fraction (approximately 40% solids) and a fluid fraction by a screw press. The fluid fraction is free from pathogens. However, it is still polluted, so that extra purification is necessary before it can be discharged to surface waters. This can be done by using struvite precipitation and additional CTL ionisation. Since there will be a Living Machine as part of the EVA Centre, the effluent will be added to the input flow of the Living Machine (that will also process the blackwater from the EVA Centre and the hotel).

There are two solutions for the solid fraction from the screw press: compost it in heaps in a well-closed compost room, or entering the slurry from the fermenter into the Living Machine. Because of uncertainties with respect to the process quality of this sub flow in the

Living Machine, the first option is chosen. An advantage of using a compost room is that also the final maturation can take place there. After the maturation, the compost can be removed. The air in the compost room is extracted and purified by a biofilter.

There are two options for the biogas from the fermentation tank, the first being its transportation back (as natural fossil gas equivalent) to the homes, the second being burning it in a small Combined Heat Power installation. The latter option has been selected. In this project approximately 100 m³ natural fossil gas equivalents can be obtained from each home. A small part of this total (approximately 30%) is needed for heating the process, so a net amount of approximately 70 natural fossil gas equivalents remains. The electrical capacity of the CHP installation produces 118 kWh/d. About 37 kWh/d energy is needed for the entire installation, which gives an energy surplus of 81 kWh/d to be sold. From an economic standpoint this net amount of gas to be obtained is too small for the investment and exploitation of the installation, within this context⁶¹.

However there is a (small) reduction of CO₂ discharge and some energy saving. In the current configuration with CHP and composting of the sludge approximately 194 kg/home*year of CO₂ reduction for this district of 250 homes will be prevented⁶². Within the concept of the SI the remaining CO₂ is introduced in the 'vertical glasshouse' with 'hanging gardens' (part of the EVA Centre concept).

To a certain extent there is also some reduction of waste collection and energy saving as a result of transport and pumping energy saved. When this saving is also taken into account, there is a total energy saving of approximately 8 GJ per home produced by the biogas installation.

For this type of local solution, the way that possible types of trouble are dealt with is even more essential than it usually is. The main environmental aspects here include noise nuisance, odour trouble and dust trouble. Some people also experience some aesthetic pollution in this type of local (energy) facility. Noise nuisance can be the result of waste collection and nuisance caused by the installation. The noise sources of the installation are all focal point sources (pumps, electric motors etc.). If necessary (e.g. when legal noise nuisance demands are not met) sound-insulating measures can be taken. In the Netherlands there are also restrictions as for odour nuisance. Effective biofilters should guarantee that this type of nuisance will not occur. As to dust trouble it can be observed that there will not be any dust emitting process steps in the installation. As to possible aesthetic pollution perception it can be remarked that especially the Living Machine is perceived as a positive factor, looking like a 'green' hothouse and oasis, while the larger part of the fermentation can be carried out under surface level.

⁵⁸ A Living Machine is a greenhouse with a cascade of tanks containing water plants that are carefully selected for their ability to absorb specified substances from the water.

⁵⁹ Advantages of the biogas installation include getting rid of the inconvenience and cost of the (individual) green rubbish bins. This, however, can only be accomplished if the green waste is collected with a much higher frequency than the current once every fortnight. In Lanxmeer this will be an important role for the 'urban farmer' of the city farm

'Caetshage', who will also perform the management tasks for the installations.

⁶⁰ The desulphurising process largely takes place in a biocatalytic way in the fermenter by adding predetermined amounts of oxygen on the threshold of gas/fluid. The CO₂ content determines the incineration characteristics of the gas, as a function of the Wobbe index and the calorific value.

⁶¹ There are more added values. For example, the local, small-scale

sanitation can cause less expansion of the present conventional sewage purification installation to be necessary, and lower costs for building and maintaining sewage systems and pumping stations.

⁶² If the sludge is re-entered in the Living Machine this amount rises even to 210 kg/home*year.

⁶³ Therefore the double skin concept is continued for the entire length of this side of the building, in this way noise protection is achieved for the functions at its rear side.

The Sustainable Implant cannot be regarded as a fixed design that can be repeated. The instrument comprises a guiding principle for a sustainable solution to the mainly non-sustainable streams in new or existing neighbourhoods. On a neighbourhood level the S.I. entails the design of a more sustainable main structure for the transportation of (waste)water, nutrients, energy, materials and waste.

As indicated in the previous paragraph the SI can be divided into two main components. The first main component consists of the anaerobic fermenter, CHP, Retourette and e-fulfilment miniload. This part of the installation is situated in a closed, garage-like volume in the south-west corner of the building complex. On top of this mainly closed volume the new 'water tower' is situated with storage of biogas (in inflatable bags) in the center of the tower and retention of the water effluent round about this core in the transparent volume, cascading down in five (repeating) levels. On top of this (new) 'water tower' a vertical hub based windmill, named 'Turby' is placed for additional electricity generation.

The second main component of the SI consists of the water retention cisterns, a sealed double skin façade with wastewater treatment of the EVA Centre, the agricultural glass-houses and 'hanging gardens' and the heat recovery installations with seasonal storage in aquifer. Three of the installations within this second main component (the façade, the solar-cavity spaces with hanging gardens and the agricultural glasshouses on top of the building) are fully integrated in the design of the EVA Centre. Most visible is the double skin façade: in fact it can better be defined as a 'Vertical glasshouse'. This vertical glasshouse is 1.4 meter deep and is entirely sealed to optimize the heat-recovery potentials. Inside this glasshouse wastewater of the EVA Centre (hotel, conference centre, restaurants and wellness centre) is being treated in a Living Machine like configuration. In making the water treatment stacked considerable space is won in comparison with concepts like the Living Machine. The façade is situated in a noise nuisance zone due to its location parallel to railways (approx. 200 meters from the building)⁶³.

The entire energy turnover of the Sustainable Implant is being used in the EVA Centre and SI-installations related processes. If the energy wouldn't have been used for the EVA Centre it would have been possible to return about 6,4 GJ (8 GJ if reduction in transportation of waste is taken into account) of energy to each house in the Lanxmeer district (with approx. costs of €50/month*house). This cost reduction is relatively positive in comparison with other possible interventions to improve the sustainability: approximately €150/month*house for 3 GJ energy reduction in case of a solar panel with boiler, or €150/month*house for 2 GJ energy reduction in case of photo voltaic cells. The energy turnover however isn't enough to make the EVA Centre self-sufficient for its electricity demand. To make the building autonomous for its energy (esp. electricity-) demand, additional electricity is generated in the previously mentioned decentralized windmill and several surfaces with photovoltaic cells in the EVA Centre.

Still a central grid connection will be needed: for starting up and back-up purposes. A connection to the centralized sewerage also still stand. This is mainly due to the fact that (parts of) the Lanxmeer district already have been realized. The sewer system of these parts however is anticipating the disconnection (planned in 2007). For emergency backup (hygiene related) the connection still will be held available.

During the design process, several alternative configurations and ways of integration of the SI in the EVA Centre building were studied. Five different alternatives were studied more in detail.

In the in this research presented preliminary design (variant V⁺), the total surface of the Sustainable Implant is reduced to 680.1 m², with 154.2 m² ground surface. This can be subdivided in 137.8 m² for the biogas installation and CHP 62.1 m² for the composting

facility, 324 m² for the Living Machine, 54.3 m² for the Retourette and 119.4 m² for water retention. Although this surface can be reduced easily (by integrating the composting facility in the City farm, and water retention in the gardens), within the presented design these facilities are integrated, to prevent any form of possible nuisance to the surrounding environment and users. Therefore the surface needed for the biogas plant also includes a sealed drive-in with unloading stage for the supply of green waste from the district without any possibilities for nuisance (through the use of bio-filters and atomization. Another aspect is the educational approach of the EVA Centre. This led to a necessity of an improved accessibility for visitors and users of the building. With respect to some installations, like the Living Machine, therefore a more visual prototype has been introduced in the central atrium/entrance of the building.

It is important to change the general attitude towards the different components of design, development, use and management of urban areas. A way to do so is the 'interconnection' of different themes and cycles within cities. An example is the linking of sanitation to energy- and food production. The appealing-, and already partly realized, example of the linking of agriculture, waste(water)treatment and energy production in the urban district Lanxmeer in Culemborg might be exemplary for the potentials of the supposed need for a change in attitude.

Samenvattingen, Achtergrondstudies & Gegevens

- Ontwikkelingsgeschiedenis (technische) energie infrastructuur: I
- Ontwikkelingsgeschiedenis (technische) afvalwater infrastructuur: II
 - Technische infrastructuur; onderdeel energie: III
 - Technische infrastructuur; onderdeel water: IV
 - Technische infrastructuur; onderdeel afval: V
- Definiëring en ruimtelijke afbakening per ontwerp- en schaalniveau: VI
 - Analyse op duurzaamheid gerichte stedelijke typologie: VII
 - Transport varianten: VIII
 - Decentrale systemen; oplossingsprincipes onderdeel sanitatie: IX
- Technische infrastructuur; ketenonderdelen, leveringsvarianten: X
 - Vormen van infrastructuur: XI
 - Samenstelling en grootte van stromen: XII
- Ontheffingenbeleid t.b.v. decentrale energie- en afvalwater installaties en systemen: XIII

Bijlage I

Samenvatting achtergrondstudie: Ontwikkelingsgeschiedenis (technische) energie infrastructuur

De oudste bron van mechanische energie is spierkracht¹. Voorbeeld van grootschalig gebruik (transport) van (/met) spierkracht is het vervoer van grote bouwstenen in het oude Egypte. Ook spierkracht van dieren is breeduit als bron van kracht en dus als mechanische energie benut. Probleem was de manier waarop het dier de last moest verwerken. Er werden tuigen ontwikkeld, die het mogelijk maakten om meerdere dieren samen te laten werken. Het onmiskenbare voordeel van spierkracht is dat het transportabel is [Verkooijen, 1996]. De potentiële en kinetische energie van de kracht van stromend water wordt al zo'n 3000 jaar benut via watermolens. Waarschijnlijk het eerst in het Midden Oosten. In de loop van de tijd ontstaan verschillende grootschalige systemen van watermolens.

Ook de kinetische energie van wind is al heel lang benut. De eerste windmolens zijn aangetroffen in Perzië in de 7^e eeuw na Christus [Smit, 1979; Holten, 1977]. In Nederland dateren de eerste windmolens, bestemd voor het malen van graan, uit de 13^e eeuw. In de daarop volgende eeuwen werd deze mechanische energie voor steeds meer doeleinden gebruikt. Het vermogen was afhankelijk van de afmetingen van de wieken en van de windsnelheid². Tot het midden van de 19^e eeuw stonden bijna 10.000 molens (in Nederland) te draaien als 'motor van de economie', met een totaal vermogen van 300 megawatt. Aan het einde van de 20^e eeuw staan er ter vergelijking 'slechts' 1200 moderne windturbines, samen goed voor 330 megawatt elektrische energie³ [Kuik, 1998]. In de loop van de 17^e eeuw nam de behoefte aan mechanische energie sterk toe door de zich steeds verder ontwikkelende industrie. Als bron van kracht waren mens en dier en het gebruik van wind en water niet langer toereikend. Ook hout als gangbare energiebron was na grootschalige kap niet langer in voldoende mate aanwezig. Er was sprake van de eerste energiecrisis.

Deze crisis werd opgelost door op grote schaal steenkool als energiebron te gebruiken, voor die tijd schijnbaar onuitputtelijk. Voor het gebruik van kolen om mechanische energie op te wekken was een conversietechniek noodzakelijk. Deze werd gevonden in de stoommachine⁴. De kolen worden hierin verbrand⁵ en dit levert warmte op waarmee water wordt omgezet in stoom en tenslotte in mechanische energie.

¹ Het maximaal te bereiken vermogen is ongeveer 100W (per uur) per mens (vooral bepaald door beperkingen in de overdracht). Het noodzakelijke vermogen (per uur) voor enkele menselijke activiteiten : lopen: 230W, slapen: 75W, zwemmen: 550W, en hardlopen, 670W [Kristinsson, 2002].

² Een molen als de 17^e eeuwse molen in Wijk bij Duurstede (van Ruysdael) kan maximaal 45 kW

leveren [Verkooijen, 1996].

³ In maart 2003 waren er in Nederland 1528 windmolens in gebruik met een nominaal vermogen van 678.000 kW, ofwel 8,3 promille van het totale Nederlandse verbruik.

⁴ Als gevolg hiervan verloren de wind- en watermolens halverwege de 19^e eeuw snel terrein. In 1788 werden in Engeland 142 textiel fabrieken geteld, waarvan een aantal grote fabrieken in de tien jaar die

volgden overschakelden van aandrijving door waterkracht op stoomaandrijving [Hijmans, 1963].

⁵ Volgens Goudsblom bouwt de exploitatie van de nieuwe vormen van energie voort op de trend die begon bij de domesticatie van vuur: afhankelijkheid van de natuurkrachten wordt steeds minder direct [Vries, 2002].

De eerst stoommachine is gemaakt door Newcomen⁶. Het rendement was uiterst beperkt. James Watt voegde de externe condensor toe en bracht daarmee een enorme verbetering tot stand⁷. In dezelfde tijd werd ook de gangbare straatverlichting met behulp van kaarsen vervangen door olielampen, die meer licht gaven en veiliger waren⁸. In de 18^e en 19^e eeuw ontwikkelt zich het systeem van krachtopwekking met stoommachines stormachtig; men ontdekt al snel dat grotere machines een aantal voordelen hebben. De efficiëntie van de gebruikte brandstof is groter en het is relatief goedkoper om een grote installatie te bouwen. De sterkte van de beschikbare materialen blijft steeds de limiterende factor voor schaalvergroting [Verkooijen, 1996]. Een ander nadeel van de schaalvergroting is dat het vermogen van stoommachines groter wordt dan een aangekoppelde machine kan gebruiken. Het vermogen moet over steeds meer afnemers worden verdeeld⁹. Ook wordt in 1816 door Minckelers ontdekt hoe gas uit steenkool gewonnen kan worden, wat leidt tot de eerste straatlantaarns op 'stadsgas' (of 'lichtgas')¹⁰. Uit de stoommachine ontstaan de Sterling motor¹¹, Otto motor¹² en de Diesel motor¹³, die de grootschalige mobilisering van de samenleving mogelijk maken¹⁴. De uitvinding van Gumme van de dynamomachine in 1870 maakte dat op veel plaatsen de omvangrijke aandrijfmechanismen van de centrale energie-opwekker naar de machines konden vervallen [Bikker, 1995]. Rond 1900 begint men op grote schaal kolen en olie te verbranden, ondermeer voor gasfabrieken en door toename van de industriële ontwikkeling [Kouffeld, 1999]. Aan het einde van de 19^e eeuw ontstaat de behoefte om enerzijds de mechanische

⁶ Thomas Newcomen (1663-1729): Engelse werktuigkundige die tezamen met John Calley (of Cawley) in 1705 de atmosferische stoommachine uitvond en deze tezamen met Thomas Savery verbeterde voor het oppompen van water uit mijnen (1725). De ontwikkeling van de stoommachine is een goed voorbeeld van de ontwikkeling van technologie uit een niche die verstrekkende gevolgen heeft voor de algehele technologieontwikkeling van die tijd; een ondersteuning van de exogene visie op technologieontwikkeling [Caenegem, 1979; Drukker, 1993; Siemensma, 2000].

⁷ Door deze toevoeging steeg voor die tijd de efficiëntie van een half naar twee procent 'spectaculair'.

⁸ In 1669 krijgt Van der Heijden in Amsterdam toestemming van de gemeenteraad om alle kaarsen te vervangen door olielampen. Niet veel later werden "opsieners" aangeesteld voor de controle en beheer van de lampen. De desbetreffende dienst is feitelijk het eerste gemeentelijke bedrijf voor openbare verlichting.

⁹ Bekende voorbeelden zijn de weverijen waarin via drijfassen, aandrijfwielen, riemen en dergelijke energie van de centrale stoomma-

chine naar de weefgetouwen wordt geleid. Deze 'infrastructuur' is uiterst complex, inefficiënt en veelal onbetrouwbaar.

¹⁰ In 1826 werd voor het beheer van deze vorm van openbare verlichting de NV Amsterdamse Pijp Gas Compagnie opgericht.

¹¹ De Sterlingmotor is gebaseerd op een door R. Sterling in 1816 gepatenteerd principe. Het betreft een hete luchtmotor waarbij afgewerkte lucht vulling opnieuw gebruikt wordt door deze weer op te warmen.

¹² De Ottomotor is een oorspronkelijk door N.A. Otto in 1876 gebouwde eencilinderviertaktmotor met vlamontsteking. Tegenwoordig (niet algemeen gebruikelijk) duidt men hiermee alle typen twee- en viertakt-mengsel- en inspuitmotoren aan, waarbij de verbranding van het brandstof-luchtmengsel door een periodiek gestuurde, (inmiddels) meestal elektrische ontsteking wordt ingeleid. Het op de markt brengen van de Ottomotor maakt de afhankelijkheid van stoomketels en kolentransport kleiner [Bikker, 1995].

¹³ De Dieselmotor is een zuigermotor, genoemd naar de uitvinder, de Duitse constructeur Rudolf

Diesel (1858-1913), die door zijn specialisatie in thermodynamica op het denkbeeld kwam een verbrandingsmotor te construeren die het kringproces van Carnot zou verwezenlijken en zo een hoog nuttig effect zou bezitten. Na zeer veel experimenteren kwam hij uit bij een met water gekoelde, op kerosine lopende motor met een compressiedruk van 35 maal de atmosferische druk. In een Dieselmotor wordt de lucht in een cilinder verdicht tot een dusdanige druk en temperatuur, dat ingespoten brandstof spontaan ontbrandt. Als brandstof wordt inmiddels speciale dieselbrandstof, gasolie of ruwe olie gebruikt.

¹⁴ Het voornaamste voordeel van de 'nieuwe' energiedragers is de flexibiliteit. De brandstoffen zijn eenvoudiger te transporteren dan hout en kolen, en verbranding kan exacter worden gereguleerd.

¹⁵ Volgens de Vertellingen van 'Miletus' (600BC) was elektriciteit reeds bekend bij de oude Grieken, die uitvonden dat bij wrijven van bont over verschillende substanties, zoals amber, een elektrische lading ontstond. De Grieken vonden dat geladen amber knopen lichte objecten konden aantrekken, zoals

energie steeds grootschaliger op te wekken, anderzijds vraagt het gebruik om steeds kleinschaliger en meer decentrale beschikbaarheid [Verkooijen, 1996]. Deze wens leidt uiteindelijk, mede door veel ontdekkingen in de 19^e eeuw tot het begin van de ontwikkeling van elektriciteit¹⁵. Elektriciteit was in de 19^e eeuw aanvankelijk een verschijnsel tot vermaak en demonstratie. Het vele pionierswerk krijgt serieuze erkenning na de fundamentele begripsvorming door Michael Faraday en James Clark Maxwell¹⁶, waarbij laatstgenoemde in 1864 de Royal Society met de naar hem genoemde vergelijkingen verbaast. In 1888 zorgt Tesla voor een verdere doorbraak ten behoeve van elektrische netwerken¹⁷. Tegen het einde van de negentiende eeuw begint men te denken aan het opzetten van netwerken om iedereen van elektriciteit te voorzien¹⁸. Er komt steeds meer behoefte aan centrale beschikbaarheid van kracht en elektriciteit¹⁹.

Tot de eeuwwisseling is het toepassen van elektriciteit nog gebaseerd op gelijkstroom. Stoomkracht wordt gebruikt om de elektriciteit op te wekken. In 1886 wordt aan de Kinderdijk door de "N.V. Elektrische Verlichting Kinderdijk" de eerste Nederlandse openbare elektriciteitscentrale geopend²⁰. Van een algemene nutsvoorziening is voor het eerst in 1899 in Bloemendaal sprake met de opening van een centrale met twee gelijkstroomdynamo's van 66 kW. Vooral voor verlichtingsdoeleinden slaat de nutsvoorziening aan. Dit succes leidt in 1901 tot de opening van een centrale van tweemaal 100 kW in IJmuiden door de Eerste Nederlandsche Electriciteits Maatschappij (E.N.E.M.), waarbij voor het eerst de keuze valt op wisselstroom²¹.

haar, en dat ze als ze lang genoeg wreven er zelfs een elektrische lading kon overspringen. Tevens is in 1938 een object gevonden in Iraq, gedateerd op 250 BC, dat als de 'Baghdad Battery' wordt aangeduid, en lijkt op een elektrochemische cel. Zij het zonder wetenschappelijk bewijs [Wikipedia, 2004], wordt verondersteld dat deze cel gebruikt is voor 'elektropantsering'. Daarnaast zijn er Egyptische muur-tekeningen gevonden met beschrijvingen van elektrische apparaten. In 1600 leidde de Engelse wetenschapper William Gilbert het woord 'electricity' af van het Griekse 'elektron', tevens het woord voor amber.

¹⁶ Michael Faraday (1791-1867): Engels fysicus werd in 1825 directeur van de Royal Institution. In het laboratorium van dit instituut deed hij veel ontdekkingen en gaf hij vermaarde lezingen. De eerste belangrijke ontdekking was de inductie (1831), waardoor mechanische energie omgezet kon worden in elektrische energie. Met deze ontdekking heeft hij het elektrische tijdperk ingeleid. In 1833 ontdekte hij de naar hem genoemde elektrolysewetten (Wet van Faraday). Van nog groter belang was zijn onderzoek naar de capaciteit van een conden-

sator. Zijn onderzoek op het gebied van het magnetisme werd de grondslag van de mathematische behandeling van de veldsterkte door de Britse natuur- en wiskundige James Clerk Maxwell (1831-1879), wat leidde tot de naar hem genoemde differentiaalvergelijkingen (wetten van Maxwell). Hiervoor ontving hij de Adamsprijs. In 1847 toonde Faraday met behulp van deze wetten van Maxwell het Faraday effect aan [Caenegem, 1979].

¹⁷ In een artikel voor een congres van de Amerikaanse vereniging van elektrotechnici beschrijft hij het concept en de constructie van apparatuur, dat geleid heeft tot meerfasige wisselstroom overdracht van elektrische energie, zoals de meerfasige inductiemotor en de verbeteringen aan het ontwerp van de transformator [Sluis, 1993].

¹⁸ Elektriciteit heeft ten opzichte van de 'nieuwe' brandstoffen, het additionele voordeel dat het volledig 'schoon' is op de plek van levering, de service [Vries, 2002].

¹⁹ De invoering van de elektriciteit gaf de windmolens nog een kleine revival in gebieden die nog niet waren voorzien van een openbaar elektriciteitsnet. Pas na de 2^e wereld-

oorlog groeide de elektriciteitsdistributie dermate, dat de windmolen van steeds minder belang werd. Wel kwam in deze periode onderzoek op gang naar de aerodynamika van de windmolenbladen, hogere toerentallen door de toepassing van 2 of 3 wieken en het (theoretisch) maximaal winbare vermogen [Arkesteijn, 1981].

²⁰ Deze eerste 'openbare elektriciteitscentrale' bestond uit een ingemetselde stoomketel en een 80 PK stoommachine, die via een drijfriem twee dynamo's aandreef. Ze konden elk 200 lampen van 16 kaarsen bedienen. Het voorzieningsgebied omvatte een deel van Alblasserdam en een deel van Nieuwleekkerland. Twee kabels van ongeveer 400 m lengte brachten de stroom bij de 295 aansluitingen [Verkooijen, 1996]. Al in 1889 wekt de firma Camphuis elektriciteit op voor zijn kartonfabriek in Amsterdam, waarbij het tevens wat (rest)stroom levert aan particulieren via de 'Maatschappij Elektra'. Als reactie op dit particuliere initiatief wordt in 1900 het eerste Gemeentelijke Electriciteitsbedrijf (GEB; Amsterdam) opgericht [Nuon, 2004].

Discussiepunt was welk spanningsniveau er toegepast moest worden²². Na deze eerste centrale volgen al snel meer en op verscheidene plaatsen in het land worden elektriciteitsnetten aangelegd. Elektriciteit is echter nog lang geen gemeengoed. In eerste instantie functioneren de netten afzonderlijk.²³ Uiteindelijk is het Edison's vinding²⁴, de gloeilamp, die zorgt voor de acceptatie van het product elektriciteit. Dat opent de weg naar algehele elektrificatie.

Aan het begin van de 20^e eeuw wordt geleidelijk begonnen met het verbinden van alle openbare elektriciteitsnetten²⁵. De betrouwbaarheid van elk individueel net neemt toe. Het is het begin van het gekoppelde elektriciteitsnet. De elektrificering van Nederland is zeer succesvol. Dit blijkt uit de groei van alleen al het krachtgebruik in Amsterdam in de periode 1905 tot 1925²⁶. In 1938 wordt de eerste Elektriciteitswet van kracht²⁷. Na een stagnatie van de groei gedurende de Tweede Wereldoorlog neemt de uitbreiding van het (50kV) net een grote vlucht, evenals de bouw van de bijbehorende onderstations. In 1948 nemen de in de SEP²⁸ verenigde elektriciteitsmaatschappijen het besluit tot de aanleg van een landelijk hoogspanningskoppelnets van 150kV in het Zuiden, Midden en Westen van ons land en van 110kV voor het Noordoosten. Sinds 1953 zijn alle centrales (STEG) in Nederland verbonden door een hoogspanningsnet met onderstations van 150kV en 110kV in het Noordoosten²⁹. In SEP-verband komt men in 1964 tot het besluit het 380kV landelijk koppelnets te bouwen³⁰. De eerste fase van dit 380kV-net wordt in 1970 in gebruik genomen. Het is ook in de zeventiger jaren dat economische motieven bij de opwekking, transmissie en distributie van elektriciteit een grote rol gaan spelen³¹. Het koppelnets is voltooid en op enkele uitbreidingen na, hebben geen grote veranderingen meer plaats gevonden. Begin jaren zeventig ontstond een hernieuwde belangstelling voor

²¹ Door de transformatie naar 5000 Volt hoogspanning toe te passen, kon het verzorgingsgebied tot in de Zaan reiken, een voor die tijd progressieve benadering [Smit, 1997].

²² In Nederland is de brandspanning van de booglamp (50 Volt) als richtwaarde genomen en de distributienetten werden dan ook voor 55 Volt uitgelegd (50 Volt plus tien procent spanningsverlies). Later werd dit 110 Volt, de booglampen konden toen in serie geschakeld worden. Bij de ontwikkeling van het drieleidernet ging men over op 220 Volt [Sluis, 1993].

²³ Sommige steden gingen pas later op 'draaistroom' over, zoals Arnhem in 1912 en Utrecht in 1913. Er hebben in ons land enkele jaren gelijkstroom en 'draaistroom'-systemen naast elkaar bestaan [Sluis, 1993].

²⁴ Eén van Edison's belangrijkste uitvindingen is de gloeilamp (1879).

²⁵ In eerste instantie nemen de gemeenten de verschillende particuliere energiebedrijven over. Veel lokale overheden realiseren daarbij een eigen gasfabriek, terwijl de duurdere elektriciteitsvoorziening meestal in provinciale handen is. De voordelen van het koppelen van deze verschillende (regionale) netten bestaan uit de noodzaak tot minder centrales om tijdens piekbelastingen bij te schakelen en minder zogenaamde 'draaiende reserve', benodigd om plotselinge belastingsvariaties op te vangen. Ook ontstaan nieuwe problemen: de kortsluitstroom als gevolg van een fout neemt bij koppeling van netten toe, zodat vermogensschakelaars moeten worden ingevoegd om deze stromen te kunnen onderbreken. De synchrone generatoren van alle verbonden netten moeten niet alleen dezelfde frequentie opwekken, maar ook in de pas lopen [Sluis, 1993].

²⁶ De industriële toepassing gaat

van 1 miljoen naar 55 miljoen kWh. Al in de eerste helft van de jaren '20 verschijnt een hoogspanningsnet van 50 kV [Smit, 1997].

²⁷ Deze wet bepaalt dat bedrijven wel zelf stroom mogen produceren, maar dat een concessie (een vergunning van de overheid) nodig is om stroom te distribueren. De overheid zorgt er in deze fase voor dat de energievoorziening op peil en de prijs laag blijft [Nuon, 2004].

²⁸ SEP: Samenwerkende Elektriciteits Productiebedrijven. De organisatie is inmiddels opgeheven. De samenwerking van de vier Nederlandse stroomproducenten paste niet in een vrije markt en moest daarom volgens de Elektriciteitswet van 1998 worden beëindigd. Een groot deel van de werkzaamheden (evaluering, communicatie naar 'buiten') wordt nu door de NEA verzorgd (de B.V. Nederlandse Elektriciteit Administratiekantoor).

in eerste instantie windenergie, later ook zonne-energie³² [Arkesteijn, 1981]. Naast de verdergaande elektrificatie is de vondst van de (aard)gasbel van Slochteren van belang voor de Nederlandse energiebalans³³. In 1963 wordt de Nederlandse Gasunie opgericht. Als gevolg van noodzakelijke en grote investeringen in verband met de elektrificatie van het land groeien eind zestiger jaren, begin jaren zeventig elektriciteitsleveranciers tot grote regionale en later provinciale partijen³⁴. Eind jaren zeventig vindt een volgende sprong plaats. Als gevolg van een vanuit de Nationale overheid gestuurde³⁵ herstructurering van de gasvoorziening en de wens van gecombineerde nutsbedrijven fuseren de regionale gasbedrijven met de provinciale elektriciteitsbedrijven. In 1989 wordt in de ('nieuw-', of 'tweede') Elektriciteitswet vastgelegd dat de productie en distributie van elektriciteit grotendeels gescheiden wordt³⁶. In 1990 zijn er van de circa driehonderd energiebedrijven uit 1920 nog dertig over. In 2000 zijn dat er nog vijf (anno 2006: 4). Aansluitend ontstaat door veranderend denken over de rolverdeling tussen markt en overheid, en de veronderstelde schaal- en synergievoordelen, een eerste voorzichtige aanzet tot het liberaliseren en privatiseren, een verschuiving van publiek naar privaat [WBS, 2002]. Onder invloed van de Elektriciteitswet van 1998 wordt de Nederlandse elektriciteitssector geleidelijk geliberaliseerd³⁷: Energie moet wettelijk vrij verhandelbaar en vrij verkrijgbaar zijn. De monopoliepositie van de Nederlandse energiebedrijven is daarmee opgeheven. In Nederland wordt op ca. 30 plaatsen (grootschalig) stroom opgewekt³⁸.

²⁹ Eén STEG eenheid levert gemiddeld genomen een vermogen van 341.000 kW (bij een verbruik van ca. 72.500 m³ gas per uur), wat neerkomt op een jaarverbruik van ruim 100 huishoudens [Electrabel, 2004].

³⁰ In de zestiger jaren worden de problemen bij het transport van elektriciteit steeds complexer: de onderlinge verbondenheid van de transmissienetten neemt toe en men gaat over tot steeds hogere transmissiespanningen, met als gevolg dat deze steeds meer knooppunten gaan omvatten [Sluis, 1993].

³¹ Hoogspanningsverbindingen, oorspronkelijk aangelegd t.b.v. betrouwbaarheid, worden steeds vaker benut om elders opgewekte elektriciteit goedkoop in te kopen of om eigen overtollige productie te slijten [Sluis, 1993].

³² Deze hernieuwde belangstelling kwam voort uit de volgende ontwikkelingen: (a) toenemende zorg over het milieu; (b) drastische stijging van

de olieprijs; (c) dreigende uitputting van de fossiele brandstoffen; (d) bewustwording van de eenzijdige afhankelijkheid van aardolie en aardgas wat betreft de energievoorziening; en (e) bewustwording van de gevaren van kernenergie [Arkesteijn, 1981].

³³ De vondst leidt tot sluiting van gasfabrieken of ombouw tot distributiecentra van aardgas. Elektriciteit wordt niet langer met olie of steenkolen gemaakt, maar met –relatief– schoon aardgas. Daarnaast moeten bij de meeste huishoudens, naast de aanleg van de verbindende technische infrastructuur, alle fornuizen, geisers en gaskachels worden omgebouwd.

³⁴ Bekend zijn de PEB, PEN en PGEM.

³⁵ Vanuit efficiëntie overwegingen (met bijbehorende lage energieprijzen), de wens van één leverancier (en nota) voor alle nutsvoorzieningen, en beter gewaarborgde

continuïteit bij levering van stroom en gas, wordt herstructurering in gang gezet door minister Van Ardenne.

³⁶ Dit wordt (mede) gedaan om zo gelijkwaardige partners te laten ontstaan ten behoeve van de fusies met gasbedrijven, aangezien de gasproductie in handen was van de NAM en de Gasunie.

³⁷ Volgens Engels model (bedrijven horizontaal en vertikaal splitsen, en een sterke toezichhouder met ruime sturende bevoegdheden). Als gevolg van de na de ingezette liberalisering niet verdwenen grote prijsverschillen met omringende landen (dus: grotere import van elektriciteit, en dus afhankelijkheid) leidt dit model tot sterke maatschappelijke twijfels en politieke tegenstellingen [AER, 2003d].

³⁸ Het totale opgestelde vermogen bedraagt ongeveer 15 GW. Het gaat om tamelijk grote eenheden van tussen de 250 en 600 MW.

Bijlage II

Samenvatting achtergrondstudie: Ontwikkelingsgeschiedenis (technische) afvalwater infrastructuur

Bij de ontwikkeling van permanente nederzettingen (in het post-jagers/verzamelaars tijdperk) werd de aanvoer van betrouwbaar drinkwater en een goede afvoer van menselijk uitwerpselen en overig afval van belang. Nederzettingen ontstonden bij rivieren, bronnen of waterputten. Eenvoudige vormen van compost-toiletten en zelfs urinescheiding zijn toegepast in ondermeer China en elders in Azië [Winblad, 2000]. De eerste (bekende) ontwikkelingen van sanitatiesystemen zijn tijdens de opkomst van de grote steden te zien. De eerste steden ontwikkelden zich in Mesopotamië [Ponting, 1994]. Sommige huizen waren aangesloten op een regenwater drainagesysteem, dat ook afval afvoerde. In Babylon¹ waren toiletten die via verticale schachten en pijpen werden aangesloten op beerputten. Het betrof uitzonderingen, de meeste mensen dumpten hun afval (inclusief menselijk fecaliën) gewoon op straat. Periodiek werden de straten overdekt met klei, het afval werd zo begraven en de straat kwam wat hoger te liggen.

Daarnaast legden Egyptenaren reeds 3000 v.Ch. irrigatiewerken aan. De Perzen groeven 700 jaar voor Christus ingewikkelde onderaardse kanaalsystemen, qanats geheten, waarvan een deel nog in gebruik is en de levensader vormt voor vele lokale dorpsgemeenschappen in Iran [Beek, 1993].

Rond 800 v.C. bouwden de Romeinen de 'Cloaca Maxima' een centraal rioleringsstelsel dat in eerste instantie werd aangelegd om het moeras droog te leggen. Later werd hier Rome gebouwd [Cooper, 2000]. De Romeinen kenden het belang van schoon drinkwater en de noodzaak om afval op afstand van de drinkwaterbronnen te dumpen. In Herculaneum² voorzagen de inwoners vanaf 89 v.Ch. in hun behoefte aan water door het te onttrekken aan riviertjes. Voor de huizen van de rijken gebruikte men regenwater dat in bekkens (impluvii), die zich in de bodem van de atria bevonden, verzameld werd. Vandaar werd het water naar cisternes gevoerd³. Een andere waterbron zijn putten. Het aantal geslagen putten was sterk afhankelijk van de hoogte van het grondwaterpeil⁴ Nagenoeg elk huis was voor

¹ In de klassieke Babylonische periode (ca. 500 v.Chr.) had de binnenstad, met de vele paleizen en tempels aan weerszijden van de Eufraat een oppervlakte van 400 hectare, en was omringd door een dubbele muur. De veel grotere 'buitenstad' had een oppervlakte van 1200 hectare en was slechts door een enkele muur omgeven [Ponting, 1994].

² Herculaneum (Ercolano) is (volgens een sage) door Heracles gesticht, vermoedelijk als een Griekse kolonie (ca. 6^e eeuw v.C.) en kwam in de 4e eeuw v.C. onder gezag van Rome. Het stadje lag

in Campanië aan de voet van de Vesuvius, ca. 7 kilometer ten oosten van het huidige Napels en werd in 79 n.C. bedolven onder een 16 meter hoge laag vulkanische modder. Nog steeds vinden opgravingen plaats [Caenegem, 1979].

³ De in het impluvium opgevangen hoeveelheid regen was voldoende om de jaarlijkse behoefte aan drinkwater van 5 tot 6 personen te dekken. Ondanks de extra optie van in ondergrondse cisternen opgeslagen regenwater gaven de Romeinen de voorkeur aan putten, omdat die minder gevoelig waren voor seizoensinvloeden, zoals de sterk fluctuerende regenval [Jansen,

2003]. De minder rijken gebruikten vooral grondwater, via loden leidingen naar de afzonderlijke huizen aangevoerd. Voor hen die een aansluiting op de waterleiding niet konden betalen was er water uit de openbare fontein. Een aqueduct voerde daartoe tevens water aan uit de bergen [Wiggers, 1991].

⁴ In Herculaneum op 3 meter onder het maaiveld. In de Romeinse havenstad Ostia op 10 meter- en in Pompeji zelfs op 30 meter onder maaiveld. Een put slaan in Pompeji was duur en werd dus alleen gedaan voor gebouwen met een groot waterverbruik, zoals badhuizen [Jansen, 2003].

zien van een toilet (ook op de verdiepingen). Faeces en urine kwamen in Herculaneum aanvankelijk in beerputten terecht. Na de aanleg van de openbare drinkwatervoorziening was er soms ook afvoer via de riolering⁵. Volgens Jansens [2003] bleek dat de Romeinen voor de drinkwater- en afvalwater- voorziening altijd dezelfde (basis)oplossingen gebruikten, voor zover althans de omstandigheden dat toelieten⁶.

De huizen die op het waterleiding netwerk waren aangesloten hadden nagenoeg altijd spoeltoiletten. Onder elke straat in Herculaneum lag een riool dat in de eerste plaats diende voor de afvoer van het afvalwater van toiletten en keukens en het overloopwater van de impluvii⁷. Het regenwater werd bovengronds, via de straat afgevoerd⁸. Ook in de door de Romeinen veroverde Westerse steden, zoals Londen en Parijs, legden zij een rioleringssysteem aan. De sanitatiesystemen raakten in verval na de ineenstorting van het Romeinse rijk⁹. De sanitaire voorzieningen werden gereduceerd tot hun meest primitieve vorm en de verworven vakkennis en vaardigheden werden niet overgedragen. Afgezien van waterputten, kenden de middeleeuwse steden geen openbare drinkwatervoorziening en geen spoeltoiletten. De persoonlijke hygiëne stond op een laag peil. Ondanks het feit dat vanaf het jaar 1600 de ontwikkeling van de theoretische kennis over waterstroming en waterhuishouding grote sprongen maakte [Wiggers, 1991] geldt dat er in de periode vanaf de Romeinse tijd tot aan de 19^e eeuw relatief weinig ondernomen werd op het gebied van sanitatie. De belangrijkste manier om van afval af te komen (vloeibaar en vast) was om het op straat te dumpen¹⁰. In sommige steden was wel een reinigingsdienst, maar deze was vaak primitief en kleinschalig.

In veel Chinese steden had men wel een systeem uitgedacht. Afval werd hier in tonnen voor het huis gegooid, die vervolgens door een schoonmaakploeg geleegd werden. De inhoud werd gebruikt om de sawa's te bemesten. Belangrijk nadeel van het gebruik van menselijk afval als mest – in China tot in de 20^e eeuw – is de verspreiding van ziekteverwekkers, wat tot darminfecties kan leiden.¹¹

⁵ In de vergelijking tussen Ostia, Herculaneum en Pompeji vinden we verschillen -en overeenkomsten-. Regen- en afvalwater verdween alleen in Ostia door het riool (i.v.m. de hoge grondwaterstand functioneerden beerputten hier minder goed). In de twee andere steden liep dit afvalwater, doordat zij op een helling lagen, deels via de straten de stad uit [Jansen, 2003].

⁶ De structuur van de bodem, het grondwaterpeil en de hellingshoek van het terrein verschilden van stad tot stad. Ook de inwoneraantallen van de steden verschilden. Jansen [2003] onderzocht Herculaneum, Ostia en Pompei. In alle drie steden werd water via aquaducten uit bronnen in de heuvels aangevoerd die vervolgens het leidingnet voedden. Het hoogteverschil binnen de stad bedroeg in Pompeji 33 meter, in Herculaneum 15 meter. Door de bouw van watertorens op verschillende hoogtes werd dit hoogteverschil gereduceerd tot

maximaal 7 meter, zodat de druk in de leidingen te hanteren viel. Ostia was vlakker, waardoor watertorens i.v.m. uitbalansen van drukverschillen niet noodzakelijk waren.

⁷ De Romeinen waren vanwege illegaal aftappen via de aansluitingen van de loden drinkwaterleidingen tevens de eersten die de leidingdiameters, maar ook het gewicht van de leidingen per eenheid van lengte, standaardiseerden [Wiggers, 1990].

⁸ Gesteld kan worden dat de meeste 'moderne' steden van de 21^e eeuw (tot nu toe) ten hoogste het beschreven systeem van Herculaneum evenaren.

⁹ Als voornaamste reden gold dat voor de instandhouding ervan een effectieve overheid en een sterk leger nodig was [Cooper, 2000]. In het Romeinse Rijk vormden de steden het fundament van de staat; de politieke organisatie beruiste in hoofdzaak op stedelijke gemeenten, de 'municipia'. Het platteland was

slechts buitengebied van de stad. Met de invallen van de Germanen en Westgoten in de 8^e eeuw veranderde dit dramatisch: staatsambtenaren trokken weg, scholen werden gesloten, postverkeer hield op, de geregelde voedsel- en afvalwatervoorziening verdween of werd verwaarloosd. De invallen en plunderingen van de Noormannen in de 9^e en 10^e eeuw deden in bepaalde delen van het Rijk de rest [Pirenne, 1990].

¹⁰ Sommige huizen hadden beerputten, maar deze waren zelden aangesloten op een riool. Ze waren vaak slecht gebouwd en lekten, zodat de inhoud regelmatig bij de buurman in de kelder terecht kwam. Aangezien er geen toiletten waren deed men de behoefte waar mogelijk. Alleen in kastelen en bij rijkelui had men 'schijthuizen', aangebracht aan het huis (meestal boven water gesitueerd) [Ponting, 1994].

¹¹ Aan het begin van de 20^e eeuw

Het eerste watercloset (w.c.), zoals we dat nu kennen, werd in 1596 uitgevonden door Harrington, ontworpen (in twee versies) voor koningin Elizabeth I. Pas tegen het einde van de 18^e eeuw werd de w.c. door de Londenaren geaccepteerd. In dezelfde eeuw worden ook verschillende soorten van een compostcloset⁷ gepatenteerd. Eén van de eersten is de in 1875 door Henry Moule gepatenteerde ‘aarde-closet’.

In 1740 werd voor het eerst een chemische behandeling voor het verzamelde afvalwater gebruikt. Men gebruikte kalk om de zwevende stof uit het afvalwater te laten neerslaan. Doel was, naast het zuiveren van het rioolwater, het produceren van guano (vogelmest)¹².

Door een sterke toename van de bevolkingsdichtheid, in de grote steden, ontstaan eind 19^e eeuw steeds slechtere hygiënische omstandigheden. De toename van industriële bedrijvigheid zorgt bovendien voor een steeds grotere stroom afvalstoffen. Al deze stoffen komen samen met de fecaliën in straten, grachten, rivieren, meren en uiteindelijk zee terecht¹³. In de 19^e eeuw start de aanleg van riolering, om economische redenen (w.o. het bevorderen van de begaanbaarheid) en om straatvuil weg te spoelen, waardoor de bijkomende stankoverlast vermindert. Het afvalwater wordt langs de kortste weg naar oppervlaktewater geleid¹⁴. Omdat de afvalstromen steeds groter worden raken de natuurlijke processen, zoals biologische afbraak en de daarmee gepaard gaande zuurstofconsumptie uit balans. Gevolg is dat de steeds verdergaande zuurstofloosheid van oppervlaktewater leidt tot rottingsprocessen, vissterfte, stankoverlast en ziektes. Tijdens de industriële revolutie¹⁵ groeit de bevolking ondanks sterfgevallen door infectieziekten zoals cholera en tyfus exponentieel. Chadwick¹⁶ schrijft in 1842 een rapport dat de basis vormt van de in 1848 aangenomen ‘Public health Act’. Hierin worden de volgende aanbevelingen gedaan [Cooper, 2000]:

1. (drink)watervoorziening aan elk huis,
2. gebruik van w.c.’s in plaats van oudere systemen (zoals privaten),
3. het water meteen afvoeren naar het riool i.p.v. het eerst in beerputten te bewaren,
4. riolen aanleggen die ook het vloeibare afval van de straat opnemen,
5. afvalwater verzamelen in riolen die het water overbrengen naar landbouwgebieden waar de bemestende waarde van het water kan worden gebruikt.

Dr. John Snow legt als eerste de link tussen ziekten en sanitaire voorzieningen¹⁷. Het eerste uitgebreide rioolnetwerk, met kenmerken zoals we die vandaag de dag kennen, werd eerder

had 90% van de bevolking in China ingewandwormen; in 1948 was een kwart van alle sterfgevallen het directe gevolg van door faecaliën overgedragen infecties.

¹² Het systeem kende grote nadelen. Zo werd maar tweederde van de vervuiling verwijderd en werd een veel grotere hoeveelheid vervuild slib geproduceerd die moeilijk te verwijderen was [Ponting, 1994].

¹³ Urine werd in Europa (nog) lange tijd gebruikt voor allerlei toepassingen: voor het schoonmaken, het verzachten van wol, harden van staal, looien van leer en verven van kleren [Esrey, 2000].

¹⁴ Indien oppervlaktewater niet voorhanden is of om economische

redenen niet met afvalwater mag worden belast wordt het naar vloeivelden gepompt [Wiggers, 1990].

¹⁵ Zo tussen 1750 en 1870.

¹⁶ James Chadwick was een Engelse advocaat die zich inzette voor de verbetering van leefomstandigheden in de sloppenwijken van Londen.

¹⁷ John Snow (1813-1858) was een Brits arts met een praktijk in Londen. Hij werd in 1849 lector in de forensische geneeskunde. Bestudeerde het uitbreken van cholera en toonde als eerste aan dat dit verband hield met de drinkwatervoorziening. In 1854 weet hij dit te bewijzen. Tijdens een grote cholera uitbraak in Londen rapporteerde hij hoeveel doden er

vielen onder de klanten van twee verschillende drinkwaterleveranciers. In het ene gebied bleken per 10.000 huishoudens 315 sterfgevallen te zijn, terwijl dit bij het andere gebied 37 waren per 10.000 huishoudens. De eerste leverancier, de Southwark Water Company, haalde haar water uit het zwaar vervuilde, lager gelegen stroomgebied van de rivier de Thames, terwijl de –minder belaste- leverancier Lambeth Water Company het water uit een hoger gelegen stroomgebied haalde. In één wijk stierven zelfs 500 mensen aan de cholera. De bewoners bleken water te drinken van een pomp op Broad Street, die in contact stond met sterk verontreinigd grondwater [Caenegem, 1979; Cooper, 2000].

(in 1843) geïnstalleerd in Hamburg¹⁸ door de Engelse ingenieur Lindley. In dit systeem worden de hoofdrioleringen eens per week schoon gespoeld door een waterstroom. Dit systeem maakt veel indruk en staat model voor enkele andere Europese steden (waar Engelse ingenieurs werkzaam zijn) en in de V.S. voor de steden New York en Chicago. De riolering is in deze periode vooral van economisch belang [Wiggers, 1991]. Fecaliën hebben, net als in de Romeinse tijd handelswaarde. In veel steden zamelt de ‘tonneman’ de meststof in en verkoopt die aan boeren en tuinders. Soms wordt de vloeïmest in een ‘poudrette-inrichting’ (of rioolwater-boerderijen) gedroogd en verwerkt tot korrelvormige mest. Om het inzamelen te vergemakkelijken worden in een aantal steden rioolstelsels aangelegd¹⁹. Hiertoe behoren ingenieuze systemen, zoals bijvoorbeeld het ‘Liernur, dat beschouwd kan worden als voorloper van de huidige vacuümriolering [Wiggers, 1991]²⁰.

Vanaf het einde van de 19^e eeuw begint men na te denken over het zuiveren van afvalwater door micro-organismen. Dit idee blijkt z'n tijd te ver vooruit²¹. Pas in 1916 wordt een volledig zogenaamd ‘actief-slib-installatie’ gebouwd²².

Dit systeem is nu, in veel varianten, de belangrijkste manier van rioolwaterzuivering. Uitzondering is Engeland.²³ Behalve voor de afvoer van afvalwater is vanaf het begin van de 20e eeuw de riolering van groot belang bij de ontwatering van drassige gebieden²⁴.

In de twee eeuwen voorafgaand aan de 1^e wereldoorlog stijgt de levensverwachting in Groot Britannië van zeventien naar tweenvijftig [Buchanan, 2002].

¹⁸ Het Hamburgse riolsysteem is de oudste van het Europese vasteland [Rakelmann, 2003].

¹⁹ Smeulders [1987] wijst op het curieuze feit dat de benaming voor het aanbrengen van toiletten in woningen die aangesloten waren op rioleringen “verstedelijking van huizen” was. De term doelde niet op kanalisering van uitwerpselen, maar op de relatie met de manier van denken in de sociologie, waar kanalisering van bepaalde menselijke gedragingen in grotere netwerken (rolgedrag) met ‘verstedelijking’ wordt aangeduid.

²⁰ De spoeltoiletten werden bij het Liernur-stelsel aangesloten op gietijzeren leidingen die in een verticale zigzagvorm onder de straat lagen. De leidingen mondden uit in een reservoir. Een stoommachine en een vacuümpomp wekten in het systeem een onderdruk op. Zodra de pomp in werking trad, zoog zij de faecaliën, die zich in de laagste punten van de leiding bevonden, naar het volgende punt. In de bovenste delen van de leiding bleef lucht aanwezig. Spoelwater was onnodig en zelfs ongewenst. Zodra het reservoir aan

het eind van de leiding volraakte, werd het met dezelfde vacuümpomp geleegd in een tankwagen. De ‘drek’ werd daarna rechtstreeks aan boeren en tuinders verkocht of naar een poudrette-inrichting gebracht. In het Liernur-stelsel mocht, vanzelfsprekend, geen regenwater afgevoerd worden, omdat dit de mest te veel zou verdunnen. Het Liernur-stelsel raakte in het begin van de 20^e eeuw in onbruik door de introductie van chilisalpeteer (nitraat) als meststof [Wiggers, 1991], en de aanvankelijk succesvolle ontwikkeling en inzet van het systeem liep op niets uit vanwege het feit dat men arme wijken had gekozen als proefproject. Spoelwater dat in de rijkere wijken nog wel nodig was werd daarmee plots als een statussymbool beschouwd. De bewoners gingen over tot het spoelen van hun toiletten en de mest werd onbruikbaar voor de boeren [Zandberg, 1996].

²¹ De rioolwaterboerderijen lieten zien dat water dat eerst door zand- en gravelachtige grond stroomde schoner was dan wanneer er een andere grondsoort werd gebruikt. Dit leidde tot de ontwikkeling van ‘kunstmatige grond’, dat verder werd ontwikkeld tot het ‘contactbed’ en uiteindelijk in 1890 tot het ‘biologische filter. Het bekendste biologische filter werd het ‘tricklingfilter’.

Door de ontdekking kwam het sinds 1882 lopende onderzoek naar het beluchten van gesedimenteerde rioolwater nagenoeg stil te staan [Siemensma, 2000].

²² Bij een actief-slib-installatie zetten bacteriën met behulp van zuurstof de biologisch afbrekbare verbindingen in het afvalwater om tot water, koolzuurgas, nitraten, fosfaten en andere oxyden en tot levend en opnieuw afstervend celmateriaal [Kop, 1993].

²³ In Engeland gold de wet van de remmende voorsprong omdat men voorop liep bij de ontwikkeling van de Tricklingfilter en men deze al had geïmplementeerd in veel steden en dorpen. De investeringen om over te stappen op een actief slib installatie waren te groot waardoor tot op de dag van vandaag in Engeland nog steeds veel Tricklingfilters actief zijn [Siemensma, 2000].

²⁴ Voor Nederland was de volksgezondheid in eerste instantie de drijfveer en niet, zoals bij andere landen en bijv. bij de Romeijnen, de afvoer van hemelwater. Nederland kende daarvoor reeds een uitgebreid stelsel van kanalen, sloten en beken. Pas later, vooral door de verdichtende verstedelijking, werd ook de afvoer van hemelwater een belangrijk(er) doel van de riolering [Voorhoeve, 2002].

In de jaren twintig ontwikkelt en realiseert Leberecht Migge een ecologisch sanitatieconcept voor stedelijke gebieden²⁵. Migge's bedrijf produceerde (en verkocht) later ook een urine-separatietoilet, de 'Metroclo' [Winblad, 2000].

In de jaren dertig (van de 20^e eeuw) worden alle grote steden in Nederland voorzien van uitgebreide rioolstelsels²⁶. De milieuhygiënische problemen groeien en steeds meer steden richten een eigen Reinigingsdienst op [Hoek, 2002].

Ook de bekendste vorm van het droogtoilet wordt in die tijd 'uitgevonden': het composttoilet (1939); In de veertiger jaren ontwikkelt de Zweedse leraar, Rickard Lindström, de zogenaamde 'Clivus Multrum', een composttoilet met een scheiding van urine en faeces [Lindström, 1965], maar de ontwikkeling ervan staat om uiteenlopende redenen lange tijd stil²⁷, zodat het (gemengd) watercloset al snel in de ontwikkelde (verstedelijkte) wereld standaard wordt. Hygiëne is een belangrijke reden. Bovendien is er bij dit systeem geen belemmering meer om alles wat men kwijt wil op het riool te lozen²⁸. De hoeveelheid verontreinigende stoffen in het afvalwater neemt onrustbarend toe [Wiggers, 1991].

Aanvankelijk is het zelfreinigend vermogen van water waarop de riolering loost voldoende om de afvalstoffen te verwerken, maar in de jaren zestig lijken de grenzen bereikt [Wiggers, 1991]. Er komt vanuit de milieubeweging een nieuwe ontwikkeling op gang die de eeuwenoude concepten van compost-toiletten²⁹ en urine-separatie toiletten, gecombineerd met vernieuwde (actuele) technologie probeert aan te passen aan het moderne stedelijke leven³⁰ [Winblad, 2000]. De ontwikkeling blijft beperkt tot pioniers³¹ en vindt weinig toepassing op grote schaal³², zodat van het principe van de 'scale economy' geen sprake lijkt en een doorbraak uitblijft.

Om het milieuprobleem aan te pakken wordt in Nederland in 1970 de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren van kracht. Nadien komen overal installaties in gebruik die ervoor moeten zorgen dat het rioolwater zonder ernstige verontreiniging op onze rivieren wordt geloosd³³. Voor de verwijdering van fosfaten wordt in 1970 het gebruik van chemische behandeling nieuw leven ingeblazen. Deze methode wordt nog steeds gebruikt.

De aandacht bij het verbeteren van de zuiveringsprocessen gaat in de laatste drie decennia van de 20^e eeuw vooral uit naar het optimaliseren van de verwijdering van milieubelastende stoffen zoals ammonium, nitraat en fosfaat en naar het desinfecteren.

²⁵ Zie hiervoor ook de proloog 'Duurzame Ontwikkeling in perspectief'.

²⁶ Eind 1930 werd in de behandeling van rioolwater voor het eerst denitrificatie gebruikt [Cooper, 2000].

²⁷ In het laatste decennium van de 20^e eeuw is de ontwikkeling weer op gang gekomen in de Verenigde Staten en Canada, en in mindere mate ook in Nederland bij 'De twaalf Ambachten' uit Bostel.

²⁸ Dit was vooral het gevolg van het feit dat het winnen van meststoffen uit de afgevoerde faecaliën economisch niet meer aantrekkelijk was. Zo kan gesteld worden dat "in deze periode het afgevoerde water afvalwater werd" [Wiggers, 1990].

²⁹ Inmiddels zijn er in Europa vele duizenden succesvolle toepassingen [Otterpohl, 2000].

³⁰ De 'moderne' eisen voor deze (nieuwe generatie) compost toiletten komen neer op attractief ontwerp, vrij van geurtjes en insecten (met name vliegen), eenvoudig in gebruik, effectieve pathogeen vernietiging en kosteneffectiviteit [Winblad, 2000].

³¹ Hiermee krijgt het een geitenwolensokken imago. Diverse 'aanvangsproblemen' (vliegen, geurtjes, onvolgende compostering en primitief ontwerp) zorgen ervoor dat voor grote groepen in de maatschappij een gelijk comfortniveau in gebruik niet lijkt aangetoond.

³² Een uitzondering is in de Hermosa Provincia gemeenschap,

een wijk die bestaat uit ca. 130 huishoudens in een zeer hoge dichtheid op de top van een kleine heuvel in centraal San Salvador. Deze gemeenschap lostte haar sanitatieprobleem ca. 10 jaar geleden op door urine-separatie toiletten te bouwen (LASF type) tegen of in de woningen. Andere projecten bevinden zich nagenoeg allemaal op de schaal van 'de buurt', zoals in Mexico-City, Nanning (China), of een 'ensemble' van gebouwen binnen één organisatie, zoals de Kalmar Universiteit in Zweden [Winblad, 2000].

³³ Sinds de invoering van het gemengde rioolstelsel zijn nagenoeg alle ontwikkelingen en veranderingen geïnspireerd door de wens het milieu te beschermen.

Ook de behandeling (en verwijdering) van slib wordt steeds belangrijker³⁴. Er is sprake van een evenwichts-situatie tussen positieve- en negatieve effecten van de gerealiseerde 'end-of-pipe' technologie [Rakelmann, 2003]. De gangbare afvalwaterzuiveringsinrichtingen blijken niet voldoende in staat zijn om meerdere micro-verontreinigingen te voorkomen³⁵. Binnen de grote hydrologische kringloop vormt de optelsom van de ongewenste accumulatie van milieuvreemde stoffen uit de verschillende kleine hydrologische kringlopen een steeds groter probleem. Een deel van deze stoffen kan zelfs door een combinatie van de meest geavanceerde zuiveringstechnieken niet afdoende verwijderd worden³⁶. Vandaar: 'voorkomen is beter dan genezen'. Via de vele overstorten en de steeds vaker voorkomende piekbelastingen³⁷ bij hevige regenval wordt het oppervlaktewater, ondanks toenemende maatregelen, in onverantwoorde hoeveelheid belast met verontreinigd afvalwater. Het is van belang dit alles te plaatsen binnen de actuele stand van zaken op mondiaal niveau: in 1997 werd nog 95% van al het afvalwater in de wereld direct, zonder behandeling geloosd op het oppervlaktewater [Niemczynowics, 1997; Lettinga, 2001]. Nog 1,3 miljard mensen hebben wereldwijd geen enkele vorm van sanitatie³⁸. Als gevolg hiervan sterven wereldwijd jaarlijks nog 3.3 miljoen mensen aan de gevolgen van eraan gerelateerde ziekten [WHO, 1996]. Ondanks de procentuele verbetering van de drinkwatervoorziening en sanitatie in ontwikkelingslanden, een groter deel van de bevolking is aangesloten op adequate voorzieningen, is sprake van een wereldwijd bezien substantiële verslechtering. Het deel van de wereldbevolking dat geen adequate voorzieningen op het gebied van sanitatie en de drinkwatervoorziening heeft stijgt in de minder ontwikkelde werelddelen als gevolg van de bevolkingsexplosie [Kop, 1993].

³⁴ Vooral sinds het in Europa niet langer is toegestaan om slib in zee te lozen en de regels voor het verspreiden van slib over landbouwgrond strenger zijn geworden [Cooper, 2000].

³⁵ Meer dan 2000 stoffen zijn bekend die als microverontreiniging vrijwel ongehinderd de zuivering passeren. Tot die stoffen behoren zink, kwik, lood, cadmium, diverse chloorverbindingen en aromaten [Wiggers, 1991].

³⁶ Bedoeld zijn de polaire verbindingen, die zelfs via technieken op basis van ozon, actieve kool en membraanfiltratie amper voldoende verwijderd kunnen worden [Kop, 1993].

³⁷ Voor veel (bestaande) delen

binnen de bebouwde kom (in Nederland) zelfs vaker dan de door de wetgever als grens aangemerkte tien maal per jaar.

³⁸ Terwijl 1,2 miljard mensen geen toegang hebben tot 'veilig' drinkwater, 3 miljard mensen amper toegang hebben tot adequate sanitatie, en 50% van al het vaste afval op de wereld niet wordt ingezameld [Schertenleib, 2000].

Bijlage III

Samenvatting achtergrondstudie: Technische infrastructuur; onderdeel energie

Energie is een moeilijk begrip. Ze bestaat in verschillende vormen en kan relatief makkelijk van de een in een andere vorm worden omgezet. Vormen van energie zijn: chemische, nucleaire, thermische en kinetische energie [Latzko, 1987]. Elk van deze vormen kan weer onderverdeeld en op verschillende wijze overgedragen, omgezet of getransporteerd worden¹. Transportopties van energie via de vaste infrastructuur in de gebouwde omgeving zijn er op dit moment voor: elektriciteit², (aard)gas^{3 4}, vloeibare (directe-) energiedragers (benzine, diesel, kerosine, etc.), warmte via indirecte energiedragers (warm water, warme lucht, etc.)⁵.

De drie in de gebouwde omgeving aanwezige, specifiek voor energietransport aangelegde infrastructuurnetten worden in het kort nader toegelicht⁶: het elektriciteitsnet (A), het (aard)gasnet (B), en het warmtenet (C).

Een belangrijk onderdeel van het beheer van de technische infrastructuur, of breder gesteld het netwerk, is dat deze niet alleen bestaat uit fysieke infrastructuur, maar dat beheer er een integraal onderdeel van is. Met name de kwaliteit van het product en/of de wijze van levering is aan de orde. Bij elektriciteit gaat het om het binnen gestelde normen houden van spanning, frequentie, blindvermogen en netvervuiling⁷. Bij gas uit het op druk houden van het netwerk en het beheersen van de kwaliteit van het gas qua verbrandingswaarde, vochtgehalte, ongewenste bestanddelen (zoals zwavel) en het bijmengen van geurstof. Vanaf de tweede helft van de jaren negentig van de vorige eeuw voltrekt zich, anticiperend op de liberalisering medio 2004 een schaalvergroting. Honderden lokale en regionale energiebedrijven (variërend van gas- tot elektriciteit) worden, of zijn reeds in enkele grotere bedrijven samengevoegd⁸.

¹ Potentiële energie van een voorwerp binnen de invloedssfeer van de aarde en kinetische energie van een voorwerp in beweging zijn beide voorbeelden van mechanische energie. Verschillende vormen van energie kunnen in elkaar omgezet worden, vandaar ook dat er vaste relaties zijn tussen alle verschillende eenheden (KWh, MJ, m³, kg) waar energie in uitgedrukt wordt.

² Het elektriciteitsnetwerk kan ook gebruikt worden voor andere doeleinden, zoals toepassing in de informatie- en communicatietechnologie. Een voorbeeld is de 'powerline telecommunication'.

³ Mogelijkheden worden op dit moment getoetst in hoeverre het (aard)gasnet, met meer of mindere aanpassingen ook geschikt te

maken is voor het transporteren van andere energiedragers zoals biogas (methaangas), stortgas, syngas (biomassa) en waterstof [AER, 2003a]. Gasleidingen kunnen gebruikt worden als medium voor de aanleg van glasfiberkabels. De (technische) kwaliteit van gas in termen van calorische waarde wordt steeds meer van belang. Wanneer bij andere gassoorten bijmenging in het bestaande aardgasnet onvoldoende leidt tot eenvoudige inpassing (kwaliteitsgaranties) of te veel nadelen heeft kan het zijn dat deze energiedragers een eigen, nieuwe infrastructuur moeten hebben. Dit hoeft per definitie niet in te houden dat het een gelijkwaardig 'fijnmazig' net moet zijn: door het nieuwe karakter is het wellicht mogelijk afnemers te concentreren.

⁴ Voor de gasvormige en vloeibare energiedragers geldt dat het in flessen of tanks over de weg, het water, het spoor en (bij hoge uitzondering) door de lucht getransporteerd kan worden. Bij de stroomopties, elektriciteit en warmte zou dit theoretisch gezien ook kunnen, maar is het nog niet gangbaar.

⁵ Op de schaal van een regio is de vraag naar warmte in energie-eenheden uitgedrukt ongeveer vier maal zo groot als de vraag naar elektriciteit [Künneke, 2001].

⁶ Voor de materialisatie en de ketenonderdelen van de verschillende netten zie Bijlage XI.

⁷ Netvervuiling zijn spanningsfluctuaties met andere frequenties dan de netfrequentie.

Er is nog geen sprake van een volledige liberalisatie van de markt. In 2002 is besloten dat voor het netbeheer de liberalisering wordt opgeschort: de netten mogen niet verkocht worden en moeten onder toezicht van de overheid blijven⁹. Eind 2005 heeft het kabinet vervolgens besloten distributie(net) te scheiden van de productie/levering van energie. In april 2006 is het wetsvoorstel hiertoe door het parlement aangenomen.

Op supra-nationaal niveau speelt er nog iets anders. Volgens de Algemene Energie Raad is er een zeker risico dat de veronderstelde concurrentie niet leidt tot lagere prijzen, of hogere voorzieningszekerheid en duurzaamheid [AER, 2003d]¹⁰. Dit komt vooral door het strategisch gedrag van “sleutelspelers” (dominante actoren) op en om de elektriciteitsmarkt: de verschillende nationale overheden en de betrokken energiebedrijven¹¹. Een voorbeeld in dit kader is de (overheid) gestuurde fusie tussen het Franse (nationale) gasbedrijf en de grootste elektriciteitsmaatschappij in 2006. Opmerkelijk is de oplossingsrichting die wordt aangedragen door de Energieraad: ze “denkt aan sturing op Europees niveau”¹². Het in de probleemanalyse (h.1.3) beschreven spanningsveld van de afstand tussen ‘probleem’ en oplossing wordt daarmee verder vergroot en de complexiteit van ‘het speelveld’ zal leiden tot nog meer en meer complexe regelgeving¹³.

⁸ Van de 15 producenten op de elektriciteitsmarkt in 1986 waren (mede na de Elektriciteitswet '89) in 1989 nog vier over. De Nederlandse overheid wenste in 1997 dat de ‘Nederlandse vier’ zouden fuseren tot één groot productiebedrijf, onder de noemer GPB, ten behoeve van een verhoging van de efficiency, een betere concurrentie met het buitenland, en het tegengaan van overname door buitenlandse bedrijven. Door onenigheid tussen de partijen is het GPB uiteindelijk niet tot stand gekomen, waardoor verwacht wordt dat bedoelde bedrijven op termijn overgenomen zullen worden door grote(re) Europese spelers. Van de huidige vier grote producenten zijn twee ‘verticaal geïntegreerd’ met ‘retail’ (verkoop), te weten Nuon en Essent. De twee ‘niet-Nederlandse producenten zijn het Duitse E.ON en het Belgische Elektrabel [AER, 2003d].

⁹ Privaat eigendom betekent zwaarder toezicht (met meer regels/bureaucratie) en extra kosten voor de bedrijven zelf en de toezichthouder [AER, 2003c].

¹⁰ Volgens de Algemene Energieraad zal de Europese elektriciteitsmarkt die naar verwachting ontstaat “een betrekkelijk oligopolisch karakter hebben met weinig effectieve concurrentie en bijgevolg weinig prikkels om te

komen tot innovatie en permanente kostenverlaging” [AER, 2003d]. Als gevolg van de liberalisering dalen de marktprijzen voor de verbruikers in veel landen binnen de Europese Gemeenschap. Dit betreft dan de korte termijn. Door het oligopolische karakter van de markt waarop een klein aantal (5 à 6) zeer grote spelers actief zijn, en elk in een (Eu)regio een dominante positie innemen, of gezamenlijk in een regio een oligopolie vormen [PWC, 2002], zal dit op de lange termijn tot concurrentie op basis van kosten en niet op basis van innovatie of productdifferentiatie en daarmee tot een statische markt leiden. In dit verwachte scenario zal slechts beperkte concurrentie tussen de ‘grensgebieden’ van de (Eu)regio’s plaats vinden met als enige differentiatie ‘groene’ vs. ‘gewone’ energie. De kans op nieuwe toetreders wordt daardoor beperkt en bij elektriciteitsstekorten (die door kleinere marges sneller plaats vinden) gaan marktprijzen (in korte periodes) zeer sterk stijgen [AER, 2003d]. De ‘Code rood’ periode als gevolg van een relatief langdurige warme, droge periode in de zomer van 2003 is hier een eerste voorbeeld van.

¹¹ Bij het vormgeven van marktwerking is uitgegaan van een theoretisch-economische benaderingswijze: “overheden zouden zich als ideale marktmeester, spelers op de markt

als producenten en consumenten volgens het boekje” gedragen. De werkelijkheid is complexer: “alle spelers vertonen strategisch gedrag” [AER, 2003d], met als gevolg enkele grote machtsconcentraties die de dienst gaan uitmaken. Achtergrond zijn individuele overheden die uitgaan van stellingen gelijk die van Bush, dat voorzieningszekerheid slechts gegarandeerd kan worden “when governments have enough power to power the power of generation plants [New York Times, januari 2001]. De Energieraad introduceert het dilemma “concurrentie of dominantie” en stelt dat “de landen die zich ‘naar de geest’ van de liberalisering hebben gedragen, zoals Nederland, hiervan het slachtoffer kunnen worden” [AER, 2003c]. Een voorbeeld hiervoor is dat door een overheid een sterk bedrijf dat een verbondenheid heeft met een gebied als garantie kan worden gezien voor de voorzieningszekerheid, werkgelegenheid en economische ontwikkeling van dat gebied.

¹² In eerdere beleidsstudies [AER, 2001] worden gelijksoortige problemen onderkend en vertaald in voorstellen tot maatregelen die de geldende paradigma lijken te volgen: “monitoring, informatieverzameling en transparantie op nationaal gezien strategisch niveau, ontwikkeling van een stabiel investerings- en handelsklimaat op Europees niveau ten

Ad. A. Elektriciteitsnet

Een gebruikelijke onderverdeling in het elektriciteitsnet is die tussen het transport- en het distributienet. Het transportnet heeft de hoogste spanningsniveaus en zorgt voor het verbinden van de belangrijkste centrales met centra van de belasting, waar via transformatorstations de distributienetten worden gevoed. Het distributienet zorgt voor het verdelen van de elektrische energie over de aangesloten gebruikers. Het transportnet werkt met hoge spanningen. Vanuit de knooppunten in dit koppelnet wordt een fijner vertakt hoogspanningsnet op 150 of 110 kV gevoed. De verschillende spanningsniveaus onder het hoogspanningsnet zijn gekoppeld door een aantal stations:

- voedingsstation tussen het 150 of 110 kV hoogspannings- en het middenspannings-transportnet (50 kV en 25 kV)
- verdeelstation tussen het middenspannings-transportnet en het middenspannings-distributienet
- vetstations, waar de middenspanning omgezet wordt in laagspanning (230V).

De schaalgrootte van de opwekking bepaalt op welk spanningsniveau (duurzame) energiebronnen zoals windmolens, windparken of zonnecellen worden aangesloten. Hoe groter de schaal, hoe hoger het spanningsniveau dat beschikbaar moet zijn om de bron erop aan te sluiten. Indien de aansluiting op een te laag niveau plaats vindt ontstaat mogelijk een capaciteitsprobleem met overbelasting tot gevolg. Een aansluiting op een te hoog spanningsniveau kan, maar brengt relatief hoge kosten met zich mee en is dus onlogisch [Künneke, 2001].

Voor het transport van elektrische energie wordt in Nederland wisselstroom (Alternating Current, AC) gebruikt met doorgaans een frequentie van 50 Hz¹⁴. AC systemen hebben een aantal nadelen. Eén daarvan is dat de transportafstand via kabels beperkt is door de impedantie¹⁵ van de elektriciteitskabel of -lijn. Al na 400 kilometer is het gunstiger DC (Direct Current) kabels te gebruiken. AC is voor 'beperkte' afstanden zeer populair en voor transport over grotere afstanden (~ >300 km) vooral DC verbindingen.

Ook na de ingezette liberalisering van de elektriciteitsmarkt kan op Europees niveau nog niet gesproken worden van één gelijkwaardige markt (level playing field). Er is hooguit sprake van (beperkt) met elkaar verbonden deelmarkten binnen een overkoepelend 'speelveld', dat gekenmerkt wordt door veel verschillen (geografische context, technologie, industriële structuur, economische belangen, bedrijfs- en politieke cultuur) [AER, 2003d].

aanzien van olie en gasproducerende landen; en het beperken van de importafhankelijkheid van olie en gas van de Europese Unie". De Raad zet in op: "schone kolen-technologie, alternatieve motorbrandstoffen en de mogelijkheid onconventionele EU-voorraden aan te boren".

¹³ Omdat de bevoegdheden en de opstelling van mededingingsautoriteiten en toezichthouders, zo die er al zijn in de diverse lidstaten, zeer verschillend zijn en meer op de nationale omstandigheden gericht lijken

[AER, 2003c].

¹⁴ De voornaamste reden waarom men in Nederland (en daarbuiten) gekozen heeft voor een wisselstroom-net is dat transport met AC eenvoudig getransformeerd kan worden, zodat voor elke toepassing de juiste spanning beschikbaar is, en omdat wisselstroom een natuurlijke nuldoorgang heeft, waardoor uitschakelen van stroomvoerende delen van het systeem relatief eenvoudig is. Deze twee voordelen maken de technologie voor AC minder complex dan voor DC.

¹⁵ Impedantie (Z) is de verhouding tussen elektrische spanning (V) en stroom (I) in een wisselstroomketen. Voor alleen een ohmse weerstand in de keten met waarde R geldt: $Z=V/I=R$; de impedantie is dan gelijk aan de grootte van de weerstand. De eenheid van impedantie is de ohm (Ω), zoals van weerstand.

Voorbeeld Zoetermeer, Vinex locatie Oosterheem, De Groene Kreek:

Het beheer van het elektriciteitsnet in het gebied Delfland (gebied tussen Delft, Berkel en Zoetermeer) is in handen van Eneco Delfland. Eneco Delfland koopt elektriciteit in bij elektriciteitsproducent EZH voor een vaste prijs per kW. Elk jaar moet door Eneco aangegeven worden hoeveel ze denken af te nemen zodat het elektriciteitsbedrijf hierop in kan spelen. Op het moment dat Eneco de elektriciteit heeft ingekocht valt het tot aan de meterkast in de woning onder hun beheer. Dit houdt in dat zij zorgen voor de distributie van de elektriciteit, aanleg van nieuwe aansluitingen en reparaties. Eneco draagt in de regio Delfland de eindverantwoordelijkheid. Eneco neemt op twee plaatsen elektriciteit af: bij Rotterdam en bij Zoetermeer. De elektriciteit wordt afgenomen op 25 kV en met behulp van hoogspanningsleidingen het gebied in gebracht. Vanaf deze hoofdleidingen worden aftakkingen gemaakt naar de woongebieden. In de woongebieden wordt door middel van transformatoren de stroom in zogenaamde onderstations omgezet naar 10 kV. Bij bepaling van het aantal transformatoren is de regel: 1000 woningen per transformator. Een 10 kV kabelnet voedt vanuit deze onderstations de zogenaamde transformatorhuisjes die in de wijken staan opgesteld. In deze transformatorhuisjes wordt de spanning getransformeerd naar 380/230 V. Vandaar lopen ondergronds zogenaamde strings (bundels elektriciteitskabels) de wijk in en worden per string gemiddeld 35 woningen gevoed. Via kabelverdeelkasten in het kabelnet lopen kabels naar elke woning waar ze in de meterkast uitkomen en aangesloten worden op de huisinstallatie.

Duidelijk wordt dat over het algemeen de distributienetten niet meer op de meest efficiënte wijze worden aangelegd. Veranderingen worden op korte termijn niet verwacht. Doordat bij liberalisering sprake is van een strikte scheiding tussen nut (algemeen belang) en markt worden bepaalde efficiëntieverhogende afwegingen tussen de netwerken, productie en handel op voorhand uitgesloten. Indien een elektriciteitsnetwerkbedrijf bijvoorbeeld een tekort aan leveringscapaciteit constateert impliceert de strikte scheiding dat het netwerkbedrijf uitsluitend kan reageren door de aanleg van nieuwe kabels¹⁶ [Künneke, 2001]. Netwerkbeheerders kijken niet graag af van procedures die al jaren gevolgd worden¹⁷.

Het elektriciteitsnet bestaat in Nederland uit kabels met een voltage van 230 tot 380.000, een totale lengte van 260.000 kilometer en een netverlies van ca. 4%¹⁸. Hoe langer de te overbruggen afstand hoe hoger de spanning. Door de hogere spanning is de stroomsterkte klein, en blijft het verlies beperkt. Het gaat om optimalisatie van het energietransport proces. Wereldwijd is het aandeel extra hoge spanning bij afstanden van meer dan 500 km sinds de jaren tachtig sterk aan het toenemen, zoals 500, 765 en 1150 kV¹⁹.

¹⁶ Indien niet sprake was geweest van een scheiding tussen netwerkbeheerder en producent zouden er twee (efficiëntere) opties zijn: (1) uitbreiding van de elektriciteitsproductiecapaciteit op uitgezochte plaatsen in het net, zodat de transportbehoefte afneemt, en (2) de beïnvloeding van het afnamepatroon van eindverbruikers zodanig is dat van de bestaande capaciteit van het net efficiënter gebruik wordt gemaakt [Künneke, 2001].

¹⁷ Dit gebeurt niet alleen vanwege de kosten maar ook vanwege de gewinning en het gemak van het volgen van het bestaande, bekende patroon. Een voorbeeld is wanneer binnen een string een deel van de benodigde elektriciteit zelf opgewekt wordt door middel van zonnepanelen. De leidingen kunnen dan, binnen de geldende veiligheidseisen voor stroomvoorziening, in principe in aantal en in doorsnede vermindert worden. Dit wordt echter niet

gedaan: voor het gemak worden alle strings altijd op dezelfde wijze aangelegd [Friedeman, 2002].

¹⁸ Er zijn in totaal 7,2 miljoen afnemers, waaronder 6,4 miljoen huishoudens en 65 grootverbruikers [Künneke, 2001].

¹⁹ Voorbeelden zijn de 900 km lange verbinding op 600 kV DC (Direct Current) vanuit de watervallen van Itaipu in Brazilië en enkele onderzeese transportleidingen in Noord Europa. In Nederland is men

Nagenoeg alle elektriciteit wordt centraal opgewekt door kolen-, kolenvergassings-²⁰, biomassa-²¹ of gasgestookte elektriciteitscentrales, kerncentrales²², waterkracht-centrales of via WKK's^{23 24}. Ongeveer een kwart van het vermogen in Nederland bestaat uit zogenaamde decentrale productiecapaciteit (voornamelijk warmtekracht) en is grotendeels in handen van de energieverbruikende industrie. Van het totale verbruik in Nederland wordt ca. 20% geïmporteerd²⁵.

Op hoog niveau verbindt het zogenoemde koppelnet de elektriciteitscentrales onderling. De spanning ligt tussen de 220.000 en 380.000 volt. Het koppelnet is een bijna geheel bovengronds gelegen hoogspanningsnet en vormt 1% van de totale lengte van het Nederlandse elektriciteitsnet. Het transportnet vervoert de elektriciteit van de centrales naar de afnamegebieden. De spanning ligt dan tussen de 150.000 en 380.000 volt. De kabels bevinden zich voor het merendeel bovengronds. Het distributienet brengt de elektriciteit bij de gebruikers. Op 150, 110 en 50 kV wordt de elektriciteit getransporteerd naar de regio's, en omvat ca. 4% van de totale lengte van het elektriciteitsnet. Op 20, 12,5 en 10kV, het middenspanningsniveau dat 39% van de totale lengte betreft, wordt elektriciteit gedistribueerd naar de laagspanningsnetten en de grootverbruikers. De 'laagspannings'-netten vormen 56% van de lengte van het netwerk en voeden de huishoudens. Dit deel van het net ligt geheel ondergronds.

Ad. B. Gasnet

Nagenoeg het gehele (aard)gasnet, met een lengte van 127.000 kilometer, ligt ondergronds²⁶. Hoofdtransportleidingen en regionale transportleidingen vervoeren het gas van de winplaats naar verdeelstations. Een belangrijk deel van het aardgas wordt in Groningen ('Slochteren')

bezig met de engineering van de 540 km verbinding van de Eemshaven naar Lista (Noorwegen) op 450 kV DC. De jongste ontwikkeling is het toepassen van hoge temperatuur-supergeleiders (400MVA) en de inzet van intelligente of slimme materialen die in staat zijn corrigerende acties in gang te zetten [Smit, 1997].

²⁰ Op wereldschaal gekeken zijn van de fossiele energievoorraden de kolenreserves het grootst en goed over de aarde verspreid. Op lange termijn zullen kolen de langst beschikbare en goedkoopste primaire fossiele energiebron blijven. Op korte termijn wordt voor de conversietechnologie gestreefd naar 'efficiënter, schoner en goedkoper'. In principe zijn twee technologieën beschikbaar: verbranden en vergassen. Alhoewel kolenvergassing al vele decennia bestaat, en op uitgebreide schaal is toegepast heeft het recent een sterke ontwikkeling doorgemaakt. Dit komt door de mogelijkheid vergassing te combineren met andere processen: met de gasturbine technologie t.b.v. een verhoging van de efficiency en met

de olieraffinaderij technologie t.b.v. het sterk reduceren van de milieubelasting. Bij de ontwikkeling van deze vormen van kolenvergassing is de voorwaarde schaalvergroting en procesintensivering om de hoge investeringskosten te kunnen verminderen en zo aanvaardbare stroomprijzen te houden [Verkooijen, 1996].

²¹ Biomassa: al het biologisch materiaal geproduceerd door planten en bomen wordt biomassa genoemd. Er wordt vaak een onderverdeling gemaakt naar de manier waarop biomassa wordt verkregen (zie Bijlage XI).

²² Kernenergie levert anno 2000 zo'n 8% bijdrage aan de Nederlandse elektriciteitsproductie. Op Europese schaal draagt kernenergie ca. 30% bij [SEP, 1999].

²³ WKK: Warmte Kracht Koppeling, is een combinatie van omzetting naar warmte en elektriciteit. Er zijn verschillende methoden om een brandstof om te zetten in elektriciteit of 'warmte'. Het is exergetisch gezien belangrijk om zoveel mogelijk elektriciteit uit een

brandstof te halen. Voor de meeste brandstoffen is het niet mogelijk om een zeer hoog elektrisch omzettingrendement te halen. Vaak kan dan nog wel warmte gewonnen worden uit de brandstof. Zo'n gecombineerde opwekking wordt WKK genoemd. Varianten zijn de gasturbines, de sterlingturbines en de brandstofcellen.

²⁴ De markt wordt gedomineerd door gasgestookte centrales en heeft relatief weinig centrales met lage variabele kosten (zoals kolen en kernenergie).

²⁵ Als gevolg van de liberalisering is dit in korte tijd tot het huidige (Europees gezien) hoge percentage gestegen. Direct gevolg is dat het 'decentrale' productieel onder druk komt te staan. Bovendien leidt het, doordat de functie van de internationale verbindingen hier niet voor bedoeld zijn, tot 'congestie' bij de interconnectoren, de kritische verbindingen (tussen landen) [AER, 2003d].

²⁶ Er zijn ca. 6,7 miljoen kleinverbruikers en twintig grootverbruikers [Künneke, 2001].

gewonnen, en aangevuld met gas uit andere, zogenaamde 'kleinere' velden, onder andere uit de Noordzee. Aardgas wordt onder druk getransporteerd. De leidingen staan onder een druk van ongeveer 40 tot 67 bar²⁷. Distributieleidingen (hoofdleidingen) brengen het gas van de district- verdeelstations naar de afnamegebieden. De druk in het distributienet is teruggebracht tot rond de 8 bar. Vanaf de distributie- of hoofdleiding lopen dienstleidingen naar de verbruikers, met een druk van 0,1 bar, waar het op 0,025 bar wordt afgeleverd.

De gassenstelling is een belangrijke parameter voor de infrastructuur omdat aardgas in meerdere kwaliteiten gewonnen wordt²⁸. Voor elk van de gaskwaliteiten zijn specifieke netwerken.

Ook bij het (aard)gasnet is sprake van een centraal netwerk. Een groot verschil met het centrale elektriciteitsnetwerk is dat bij de exploitatie van een gasveld rekening gehouden moet worden met de capaciteit van het (gehele) aangesloten leidingnetwerk²⁹. Centraal probleem is dat (binnen de Europese markt) er geen effectieve, zogeheten dynamische, concurrentie is, aangezien de productiecapaciteit en de vraag niet goed op elkaar aansluiten. De voorspelling is dat de Europese markt nog vele jaren een structureel tekort aan gas zal hebben³⁰, waardoor eerder sprake zal zijn van concurrentie tussen gas en andere energiedragers, dan 'gas-to-gas' concurrentie. Bovendien speelt het gevaar van een 'geopolitieke' afhankelijkheid.

Ad.C. Warmtenet

In Nederland zijn (nog) relatief weinig warmtenetten³¹. Op buurt- of wijkniveau is steeds vaker sprake van een verschuiving van de aanvoer van gas of elektriciteit voor boilers of CV ketels naar directe toevoer van warmte via een gemeenschappelijk warmtenet. Voordelig voor de eindgebruikers met (Hoog) Rendementsketels (met bijbehorende onderhoudsvereisten, en met een korte levensduur) is, dat het vervangen door gemeenschappelijke systemen relatief veilig, betrouwbaarder en daarmee minder onderhoudsgevoelig zijn³² [Urbed, 2001]. Voor de verduurzaming is het nodig dat meerdere (duurzame) energiebronnen tegelijkertijd eenvoudig inpasbaar zijn. De verschillende pieken- en dalen in de energievraag kunnen dan worden afgestemd op de opwekkingspieken (en dalen).

Warmtedistributie is een gesloten systeem van aan- en afvoer van water. Vanuit een warmtegenerator wordt de warmte naar een aantal regelstations geleid. Dit is het primaire net. Via de regelstations wordt de warmte naar de verbruiker getransporteerd in het secundaire net. De warmte kan zowel voor de verwarming als voor warm tapwater benut worden. In de regelstations wordt niet alleen de temperatuur geregeld maar wordt ook de druk van

²⁷ Dit komt neer op ca. 40 tot 67 keer de gewone luchtdruk. De druk is 67 bar in het hoofdtransportnet en 40 bar in de regionale netten. Daar waar het gas het regionale net binnengaat wordt om veiligheidsredenen de karakteristieke 'gaslucht' toegevoegd.

²⁸ Onderscheiden worden laagcalorisch- en hoogcalorisch gas (L-gas, resp. H-gas). Een groot deel van het in Europa aangeboden gas is hoogcalorisch. Ook het Nederlandse gas uit de 'kleine velden' is H-gas. Het

'Groninger gas' behoort echter tot de laagcalorische gassen.

²⁹ De uitstroom van gas is bij de meeste gasvelden beperkt stuurbaar. De regeling vindt plaats via in het netwerk opgenomen grootschalige (ondergrondse) opslag, dat daarmee een essentieel onderdeel vormt van de infrastructuur.

³⁰ Vanaf zo 2010 zal de import van aardgas de productie overstijgen [Europese Commissie, 2000].

³¹ De gecombineerde lengte van de (in 2001) 39 warmtenetwerken

is ruim 3000 kilometer, met ca. 220.000 aangesloten afnemers. De lengte van de transportnetten bedraagt 475 km, de distributienetten 2600 km [Künneke, 2001].

³² Een bijkomend voordeel is dat het door de verandering naar warmtebemetering, als vorm van 'eindgebruik' bemetering (in plaats van de conventionele gas of elektriciteitsbemetering) eenvoudig ingepast kan worden op zogenaamde intelligente bemeteringssystemen [Urbed, 2001].

13-14 bar uit het primaire net naar maximaal 6 bar in het secundaire net gereduceerd³³. In het primaire net zijn het vooral de hoge investeringskosten die de economisch haalbare afstand bepalen³⁴. Bij de secundaire netwerken speelt warmteverlies een grote rol door o.a. de geringe leidingdiameter, verdergaande vertakkingen en een groter totaal oppervlak van de leidingmantel per getransporteerde eenheid³⁵.

Warmte kan op verschillende manieren geproduceerd worden: door gebruik te maken van restwarmte, zoals in een vuilverbranding- of een biomassacentrale (bijvoorbeeld door de verbranding van versnipperd (rest)hout), geothermische warmte of door warmte op te wekken via een wkk-installatie, wkc³⁶ of warmtepomp³⁷. De eerste manier is voordelig in aanlegkosten, omdat de installaties gekoppeld zijn aan andere doelen dan alleen het produceren van warmte. Door de verschillende manieren van warmteopwekking kan warmtedistributie op meerdere schaalniveaus plaatsvinden: op gebouwniveau, wijkniveau of stadsniveau [Brosowski, 2002].

De warmtevraag voor ruimteverwarming is seizoengebonden. Bij toepassing van een warmwatersysteem voor alleen de ruimteverwarming gedraagt de opwekkingscentrale zich als een (decentrale) elektriciteitscentrale³⁸.

³³ Voor de materialisatie en de ketenonderdelen van het net zie Bijlage XI.

³⁴ De aanlegkosten van een warmtenet zijn als gevolg van de duurdere leiding en het grondwerk drie keer zo hoog als bij een gasnet [Künneke, 2001].

³⁵ Een hoge bebouwingsdichtheid (en energiedichtheid) beïnvloedt dit aspect positief: het totale warmteverlies neemt af, waardoor het aansluiten van grote afnemers (gebouwen, flats en tuinbouwge-

bieden) gunstig wordt.

³⁶ Wkc: warmte kracht centrale, bijvoorbeeld op basis van de gasturbine (STEG).

³⁷ In beide gevallen geldt dat het opwekken van warmte ten koste gaat van het elektrisch rendement, maar dat het totale rendement (elektriciteit + warmte) toeneemt. Bij de toepassing van warmtekracht op het allerlaagste schaalniveau (van de afnemers), de zogenaamde mini- en micro- WKK doet zich het probleem voor dat de kleine schaal

ongunstig uitwerkt op het thermodynamisch en economisch rendement [Künneke, 2001].

³⁸ In de zomer wordt door de kleine opwekkingscentrale elektriciteit geleverd aan het centrale net.

Bijlage IV

Samenvatting Achtergrondstudie: Technische infrastructuur; onderdeel water

Transportvarianten van water gerelateerde stromen in de gebouwde omgeving zijn in te delen in: drinkwater, huishoudwater, warm water, en afvalwater (in diverse samenstellingen). Met betrekking tot de waterstroom is een indeling te maken qua in de gebouwde omgeving aanwezige watertransportnetten: watertoevoernetten (drinkwater, huishoudwater, regenwater, etc.) en waterafvoernetten (zwart water, grijswater, etc.)

Huishoudelijk toevoerwaternet

Onder huishoudelijk toevoerwater worden drinkwater en huishoudwater verstaan. Drinkwater wordt centraal gewonnen. Het waterleidingnet haalt het water uit waterwingebieden (grondwater) en waterzuiveringsinstallaties. Transportleidingen brengen het drinkwater van de winplaats naar de distributiepompstations; in Nederland 278. Vandaar wordt het met distributieleidingen (of: hoofdleidingen) naar de diverse afnamegebieden gebracht. Dienstleidingen voeren het water vanuit verdeelpunten naar de afnemers. De druk in het net is meestal tussen 2 en 6 bar. Het gehele net ligt in de grond [Brosowski, 2002]. Waternetten met secundair gebruikswater (geen drinkwaterkwaliteit) worden vrijwel altijd decentraal (per gebouw, buurt of wijk) aangelegd en bestaan uit dezelfde ketenonderdelen als het drinkwaternet (van hetzelfde schaalniveau)¹. Bij gebruik van hemelwater of een gescheiden waterleidingsysteem kan het waterleidingbedrijf eisen stellen aan de beveiliging van het drinkwaternet². Feitelijk zijn de drinkwater- en 'huishoudwater' netten te beschouwen als parallelle systemen. Bij drinkwater spreken we van het primaire net en bij huishoudwater van het secundaire leidingnet.

Afvalwaternet

De noodzaak van een goede hygiëne in verband met gezondheidsrisico's is de belangrijkste reden voor de aanwezigheid van riolering. Het afvoeren van 'besmet' rioolwater van de huishoudens lijkt een eenvoudige en noodzakelijke eerste stap vanuit publieke gezondheids-perspectief bezien. De voornaamste eis van de tweede stap, de behandeling van het afvalwater, is dan ook het produceren en garanderen van hygiënisch gezien veilig water, ofwel vrij van ziekteverwekkers (pathogenen).

Het bestaande (centrale-) afvalwaternet ligt geheel ondergronds. Sinds de jaren zeventig (Wet Verontreiniging Oppervlaktewater) is het Nederlandse overheidsbeleid er op gericht om alle Nederlandse woningen en bedrijfsgebouwen op het centrale rioleringsnetwerk aan te sluiten waardoor de bulk van huishoudelijk afvalwater gezuiverd wordt in grootschalige rioolzuiveringen. Ook de adressen in buitengebieden, die op een septic tank waren en vaak

¹ Doordat in 2001 en 2002 herhaaldelijk aansluitfouten tussen de leidingnetten met verschillende waterkwaliteiten werden geconstateerd in de nieuwbouwwijk Leidsche Rijn bij Utrecht, naast problemen met wisselende kwaliteiten van het oppervlaktewater waardoor altijd

een uitgebreide monitoring en borging en een vergaande zuivering nodig bleek [KIWA, 2003a], is momenteel in de 2e Kamer een voorstel tot wijziging van beleid aan de orde, wat kan leiden tot een direct verbod op tweede waterleidingnetten; uitzonderingen zijn slechts

mogelijk met ministeriële toestemming. Hemelwatersystemen worden niet verboden, maar hiervoor worden aanvullende regels opgesteld [Bouwens, 2003].

² Vastgesteld in artikel 5 van de VEWIN-aansluitvoorwaarden.

nog zijn aangesloten, wil men in het centrale net opnemen.

Het afvalwater loopt via de rioolaansluitingen in het hoofdriool³. Het hoofdriool loopt naar de rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI). In principe kunnen de volgende herkomstbronnen van afvalwater worden onderscheiden⁴: huishoudelijk (en gelijkgesteld) afvalwater, bedrijfsafvalwater, bijzonder afvalwater⁵.

Riolering kent twee hoofdprincipes van opbouw, namelijk als ‘gemengd stelsel’ en als ‘gescheiden stelsel’. Als regen- en afvalwater van een systeem samen in één riool uitkomen, spreekt men van een gemengd stelsel. In een gescheiden stelsel wordt het regenwater apart opgevangen en afgevoerd. Binnen dit stelsel kennen we nog de (verbeterde) varianten: ‘verbeterd gescheiden stelsel’ en ‘opnieuw verbeterd gescheiden stelsel’. Het afvalwater loopt via transportriolen naar de waterzuiveringsinstallatie (RWZI). Sommige riolen hebben een schuin verloop, waardoor het water door de zwaartekracht gaat stromen. Deze riolen worden ‘vrij-verval-riolen’ genoemd. In andere riolen wordt het afvalwater verpompt. Deze riolen worden ‘mechanische riolen’ genoemd.

Voor Nederland geldt dat de 424 communale rioolwaterzuiveringsinrichtingen (RWZI's) zo'n 5 miljoen m³ afvalwater per dag ontvangen, ofwel 1860 miljoen m³ per jaar. De RWZI's verwerken jaarlijks zo'n 21 miljoen inwonerequivalenten (i.e.), waarvan de huishoudens 15,5 miljoen (i.e.) leveren. Het geriolerde gebied in Nederland bestaat voor 72,5% uit gemengde rioolstelsels en voor 25% uit gescheiden stelsels. Het grootste deel van het rioolstelsel is tussen de 10 en 40 jaar oud (inclusief renovatie invloeden). De 12.000 overstortpunten⁶ in het net zorgen voor 72.000 overstorten per jaar. De communale RWZI's produceren gezamenlijk ruim 2 miljoen ton slib per jaar, dat voor het overgrote deel niet kan worden afgezet in de landbouw vanwege de cocktail van verontreinigingen in het slib. Ongeveer 5% van het slib gaat nog maar naar de landbouw, terwijl 50% naar de vuilstort gaat, 21% naar de vuilverbranding en 24% wordt gecomposteerd.

De eerste stap in de gangbare RWZI of RWZI is het scheiden van grof vuil en het rioolwater⁷. Daarna wordt het rioolwater naar de voorbezinktanks gepompt⁸. Het troebele water dat overblijft gaat naar de beluchtingstank, waar de bacteriën de allerkleinste deeltjes in het rioolwater schonen⁹. In de beluchtingstanks worden de fosfaten in het water gebonden¹⁰. Dan volgt de nabezinktank. Het water in deze tank is inmiddels helder te noemen. Een deel van de bacteriën (actief slib), bezinkt en wordt teruggebracht naar het ervoor liggende bassin. Na een volgende ronde in de nabezinktank wordt het geloosd. Uit het slib dat tijdens het proces overblijft wordt het zand gefilterd en apart afgevoerd. De gassen die er bij vrij komen worden opgeslagen in een gashouder waarmee de installatie deels van stroom wordt voorzien. Resterend overgebleven afval wordt tot ‘broodjes’ geperst en verbrand in een afvalverbranding-installatie (avi).

³ Ook kan een zogenoemd nevenriool tussengesloten zijn. Hieraan is een klein aantal rioolaansluitingen gekoppeld. Op het hoofd- of nevenriool komen soms ook de aansluitingen van de straatkolken uit.

⁴ Voor een verdere, meer nauwgezette indeling van afvalwatersoorten zie Bijlage XI & XII.

⁵ Bijvoorbeeld: diffuse lozingen van de landbouw en afspoelwater van verkeers-infrastructuren.

⁶ Ook wel aangeduid als diffuse bronnen van verontreiniging.

⁷ Dit grof vuil verdwijnt in containers, en ‘gaat met de vuilnisman mee’.

⁸ De bodem van de bassins is puntvormig. Over de bodem schuift heel langzaam een slibruimer die het bezinksel naar de slibput voert.

⁹ De bacteriën zetten het vuil om in stoffen die niet schadelijk zijn. Bovendien raken ze zo ‘weldoor-

voed’ dat er steeds weer nieuwe (gelijke) bacteriën bij komen. Als een grote bruine kluwen drijven ze in de beluchtingstank. In deze tank wordt constant zuurstof gepompt om de bacterie-populatie in stand te houden.

¹⁰ Dit gebeurt door toevoeging van (chemisch) ijzerchloride zodat de fosfaten in het water worden gebonden en uiteindelijk naar de bodem zakken.

Bijlage V

Samenvatting Achtergrondstudie Technische Infrastructuur; onderdeel afval

In Nederland komt per jaar ca. 60 miljoen ton (Mton) afval vrij¹ [CBS, 2004]. De belangrijkste stromen zijn bedrijfsafval² (ca. 20 Mton), bouw- en slooppafval (ca. 19,5 Mton)³ en huishoudelijk afval (ca. 9 Mton)⁴ (Tabel A3.1).

Jaar	Totaal ingezameld	grijs afval	GFT	papier en karton	wit- en bruingoed
1999	8697	4551	1768	1035	-
2000	8986	4729	1816	1022	34
2001	8990	4751	1757	1013	43
2002	9053	4691	1807	1006	53
2003*	8921	4596	1761	982	59

Tabel A3.1: Ontwikkelingen in hoeveelheden gemeentelijk ingezameld huishoudelijk afval in Nederland in 1000 ton (periode 1999 t/m 2002 & *voorlopige waarden 2003) [CBS, 2004].

In tegenstelling tot de energie- en waterstroom is bij de vaste stoffen afvalstroom (nog) geen sprake van een eigen vaste (fysieke) infrastructuur voor het transporteren van afval van veroorzakers naar verwerkers. De bestaande, meest bovengrondse infrastructuur⁵ omvat transporten per vrachtwagen, boot of trein. Afval wordt opgehaald bij de veroorzaker of bij (de)centrale inzamelingspunten (glasbakken, papierbakken, kleding inzamelingspunten, et cetera) en naar centrale opslag cq verzamel of verdere scheidingsstations gebracht. Vandaar wordt het (geconcentreerd) vervoerd naar de afvalverbrandingsinstallaties (avi) of naar stortplaatsen.

De sector kent een geleidelijke liberalisatie. Als zodanig is sprake van concurrentie om de infrastructuur (of om de markt)⁶: gemeenten die de inzameling van huishoudelijk afval (al dan niet gezamenlijk) aanbesteden.

Binnen de (Nederlandse) afvalmarkt worden drie deelmarkten onderscheiden: de afvalinzameling, de recycling en de afvalverwerking. Ten aanzien van het hergebruik van afval worden technisch gezien veelal de volgende 'recyclingcategorieën' aangehouden [Itoh, 2003]: 'Closed recycle' (van een materiaal naar een zelfde materiaal), 'Cascade recycle'

¹ Exclusief verontreinigde grond, baggerspecie, radioactief afval en dierlijke mest.

² Waarvan 55% plantaardig afval, slakken, bodemas, vliegias en slibachtig materiaal [Graffhorst, 2004].

³ In 2002 is 94% (18.4 Mton) nuttig toegepast [Graffhorst, 2004].

⁴ Sinds 1995 (7.3 Mton) een toename met ruim 20% (zie Tabel A3.1) [CBS, 2004]. Binnen verschillende LAP scenario's zijn de

hoeveelheden afval in 2012 bepaald. Deze variëren tussen de 66 Mton en de 80Mton [Ministerie VROM, 2003].

⁵ De afgelopen jaren is het aantal gemeenten dat ondergronds afval inzamelt sterk toegenomen, vooral in stedelijke gebieden met hoogbouw. Als nadeel geldt de geringe flexibiliteit en de ca. 5 tot 10% meerkosten. Als voordelen zijn te noemen: een verminderd ruimtebeslag, afname van de hoeveelheid

zwerfvuil rondom de verzamelcontainers en esthetische aspecten, verminderde stank, grotere inhoud van de containers en verbeterde arbeidsomstandigheden bij het legen van de containers [PWC, 2004].

⁶ Dit in tegenstelling tot concurrentie op de infrastructuur of concurrentie tussen infrastructuren, zoals bij de andere infrastructuur gerelateerde sectoren is/kan zijn.

(van een materiaal naar een ander materiaal), 'Chemical recycle' (van een materiaal (terug) naar een/de grondstof), en 'Thermal recycle' (van materiaal naar energie)⁷.

Steeds vaker en steeds meer gevallen van bodemverontreiniging op stortterreinen, en een grotere stof- en dioxine problematiek bij verbrandingsinstallaties zijn voor Rijk en provincie aanleiding zich in toenemende mate te gaan bemoeien met afvalverwerking en de begeleidende infrastructuur⁸. Zo wordt in 1979 de Afvalstoffenwet en later de wet Chemische Afvalstoffen van kracht, kwam er een planning en sanering van stortplaatsen en verbrandingsinstallaties, en werden vergunningsvoorwaarden aangescherpt. Parallel hieraan kwam een ambitieus programma voor preventie en hergebruik. De Nederlandse overheid publiceerde in 1980 als onderdeel van het Nationaal Milieubeleidsplan een meer algemene voorkeursvolgorde voor de verwijdering van afval waar deze vier recyclingcategorieën in terug te vinden zijn. Deze voorkeursvolgorde is bekend als de Ladder van Lansink⁹. Over deze voorkeursvolgorde bestaat consensus¹⁰ [Baas, 1998]. In 2000 is deze ladder op basis van berekeningsmethoden zoals 'Life Cycle Assessment' en 'Eco cost Value Ratio' door Kristinsson [et al.] uitgebreid tot de 'Ladder van Delft', die te zien is als een, zij het nog minder gebruikte, nuttige uitbreiding (zie Hoofdstuk 3; Figuur 3.12).

Binnen de Nederlandse afvalmarkt is sprake van een dubbele oriëntatie. Enerzijds de publieke taak, ook wel taakorganisatie genoemd: op een milieuhygiënische wijze afval verwerken tegen zo laag mogelijke maatschappelijke kosten¹¹, anderzijds de markt oriëntatie: een zo goed mogelijk exploitatieresultaat van de afvalverwerkingsinrichting¹² [Veld, 1995]. Vuilverbranding gebeurt in Nederland op centrale schaal. Het is de meest kostbare methode van vast afvalbeheer binnen de gestelde opties van de twee 'ladders'. De mogelijke luchtverontreiniging impliceert een noodzakelijke en dure nabehandeling [White, 1995]. Ook leidt vuilverbranding (vaak) tot schadelijke bijproducten die gestort moeten worden [Mc Bean, 1995]. Het storten van afval kent eigen problemen. Steeds meer is er een tekort aan ruimte en zorgt het storten voor een ongecontroleerde emissie van broeikasgassen, mogelijke bodemvervuiling en uitlekken van gevaarlijke stoffen naar het grondwater [Farquhar & Rovers, 1973; Hjelmar, 1995]. Sinds 1996 wordt storten van afval, dat kan worden verbrand in AfvalverbrandingsInstallaties (Avi), ontmoedigd door een milieuheffing op grond van de Wet Belasting Milieugrondslag (WBM)¹³. Stortplaatsen betalen WBM-Belasting

⁷ Closed recycle; 1e graads: het zelfde product wordt na zuivering weer op de zelfde manier gebruikt. Closed recycle 2e graads: het zelfde product wordt op een andere manier gebruikt. Cascade recycle: het materiaal wordt gebruikt als grondstof in een productie van een ander materiaal(samenstelling). Chemical recycle: het materiaal ondergaat een ver(der)gaande behandeling en wordt (mede) terug gebracht tot de grondstof, als mogelijke basis voor nieuwe producten. Thermal recycle: het product (materiaal) wordt omgezet in energie.

⁸ In de praktijk van de afvalsturing drukken financieel-bedrijfsmatige kwesties sterk op de politieke agenda.

⁹ De voorkeursvolgorde is genoemd naar de initiatiefnemer Ad Lansink, Nederlands parlementslid voor het CDA van 1977 tot 1998.

¹⁰ De concrete doelstellingen van de afvalsturing om deze voorkeursvolgorde te realiseren zijn omstreden. Dit komt omdat het systeem van marktbescherming gebaseerd op 'capaciteitsplanning met gedwongen winkelnering' (zoals oorspronkelijk bepaald in de Afvalstoffenwet in 1979) in feite twee dimensies omvat. Allereerst de 'vertikale dimensie'; de beleidsmatige vraag op welke trede van de 'ladder van Lansink' het afval wordt verwerkt. Ten tweede de 'horizontale dimensie'; de bedrijfsmatige vraag op welke locatie de verwerking plaatsvindt [Baas, 1998].

¹¹ Afvalverwijdering blijft openbare nutselementen behouden: continuïteit van de afvalverwijdering, in acht nemen van de 'ladder van Lansink', en het realiseren van een verantwoorde nazorg van (bijv.) stortplaatsen.

¹² Er is een botsing tussen twee verschillende (bedrijfs)culturen: De cultuur wordt enerzijds gekenmerkt door loyaliteit aan het beleid van de opdrachtgever, trots op de eigen taken, afwezigheid van winstbejag, streven naar continuïteit, (binnen de overheid) betrouwbaarheid en rechtsgelijkheid [Veld, 1995], anderzijds door competitiedrang, initiatief, onafhankelijkheid, respect voor contracten en investeren om te kunnen overleven [Potman, 1998].

over de hoeveelheid gestort afval. Naast de regelgeving heeft het milieu een sterke invloed op de bestuurlijke kant van het afvalbeleid. Feitelijk leidt elke milieu-affaire tot verdere schaalvergroting [Osch, 1999].

Jaar >	1999	2000	2001	2002	2003
hoeveelheid > Proces	kton	kton	kton	kton	kton
storten	7600	6550	6530	5157	4777
verbranden	4905	4982	4855	5087	5180
composteren	1490	1568	1448	1444	1361

Tabel A3.2 Afvalverwerking 1999 - 2003 [PWC, 2004]

Vanaf 1977 worden gemeenten geacht samen te werken aangezien het individueel reguleren van de (destijds) ruim duizend stortplaatsen financieel onhaalbaar is. De gemeenten blijven wel verantwoordelijk voor de inzameling, maar voortaan wordt het afvalbeleid per provincie geregeld. Als gevolg van de 'Lickebaert affaire'¹⁴ worden de provincies samengevoegd tot vier regio's waarbinnen (in verschillende mate) de grenzen zijn opgeheven¹⁵.

In 1979 markeert de Afvalstoffenwet een nieuwe periode voor de Nederlandse afvalmarkt. Belangrijk hierin is het in 'planvorm' geïntroduceerde ¹⁶stelsel van 'capaciteitsplanning met gedwongen winkelering'¹⁷.

Tegelijkertijd is het Afval Overleg Orgaan (AOO) opgericht, waarin gemeenten, provincies en rijk samenwerken¹⁸. Dit orgaan bepaalt op basis van 'concessievorming' de verdeling van de stort- en verbrandingscapaciteit en wie afval verwerkt. De avi's zijn door contracten met gemeenten en door de verdeling via het Afval Overleg Orgaan verzekerd van aanvoer¹⁹.

De stijging van de hoeveelheid afval is, ondanks het afval-krimp beleid, geen probleem. Vanuit de commissie Epema²⁰ en vanuit de avi's zelf wordt steeds vaker onder de noemer 'marktwerking' en schaalvergroting het afschaffen van de provinciegrenzen en het AOO bepleit²¹. Voornaamste argument vanuit de commissie Epema is dat beleid, uitvoering en handhaving teveel door één dominante partij worden bepaald, namelijk de provincies. Volgens de commissie moet de minister weer meer verantwoordelijkheden krijgen [Epema, 1996]. Interessant is de positie van de gemeenten ten opzichte van de provincies en de avi's.

¹³ Recent is besloten dat het verboden is om vast afval te storten waarin de organische fractie hoger is dan 5% [Kujawa-Roeleveld, 2001].

¹⁴ De 'Lickebaert affaire' speelde eind jaren tachtig van de 20^e eeuw. In de melk van koeien die graasden in de gelijknamige polder werd dioxine gevonden dat afkomstig bleek van de uitstoot van de nabije Rotterdamse afval verwerker (AVR).

¹⁵ Met een streven naar zogenaamde 'regionale zelfvoorziening' op grond van het 'nabijheidsbeginsel'. Uitbreiding van capaciteit wordt alleen toegestaan als er volgens de planning meer capaciteit nodig is

(doelmatigheidstoets). Van marktwerking is slechts in theorie sprake (op de beperkte schaal tussen de inrichtingen binnen één afvalregio, met een gebrekkige handhaving) [Baas, 1998].

¹⁶ In 1994 definitief overgegaan in de Wet milieubeheer [Potman, 1998].

¹⁷ Het beschermen van de financiële risico's met betrekking tot de exploitatie van afvalverbrandingsinstallaties en stortplaatsen [Baas, 1998].

¹⁸ Eén van de doelen van de AOO was om druk te houden op 'preventie en hergebruik', reden om de verbrandingscapaciteit krap te plannen. Het daardoor ontstane

overschot aan brandbaar afval (in 1999 zo'n 2 Mton), wordt met ontheffing toch gestort [Osch, 1999].

¹⁹ Van buiten de provincie, of regio mag geen afval worden geaccepteerd, binnen de provincie- of regio-grenzen geldt een acceptatieplicht.

²⁰ De commissie onderzocht in opdracht van de Kamer de afvalmarkt.

²¹ Gelijk de claims in de energiesector (zie hoofdstuk 2.2) wordt geroepen dat het niet tijdig wegnemen van interne beperkingen de concurrentiekracht (straks) binnen de internationale markt

Gemeenten zijn doorgaans eigenaar van de stortplaatsen. Met name daar waar een avi in de buurt gevestigd is of waar de tarieven relatief hoog zijn zal de openstelling van de grenzen zorgen voor een (sterk) verminderd afvalaanbod, terwijl de hoge kosten doorlopen²².

Dit aspect, gecombineerd met de constatering dat gemeenten in 1999 nog ca. 72% van de avi's bezaten verklaart het moeilijke parket waarin veel gemeenten zich bevinden, veelal resulterend in een duale houding²³. Ook de provincies zijn, vanwege verminderde belastinginkomsten en gereduceerde 'macht', niet gebaat bij een mogelijke leegstand van een deel van de avi's als gevolg van het wegvallen van de grenzen.

In 2002 is het Landelijk Afvalbeheersplan (LAP 2002-2012) geïntroduceerd²⁴, dat de eerste opstap moet zijn voor zelfvoorziening (van Nederland)²⁵. Hierin zijn de taken en bevoegdheden omschreven²⁶ van partijen die verantwoordelijk zijn voor de uitvoering, zoals de zorgplicht van de gemeenten en de producentenverantwoordelijkheid. Producenten zijn verantwoordelijk voor het beheer van de producten die door hen op de markt zijn gebracht en die in het afvalstadium komen. Het Rijk krijgt een sturende functie door regels te stellen en de provincies zijn in de nieuwe wettelijke structuur voor afvalbeheer niet meer verantwoordelijk voor de afvalplanning (er bestaan geen provinciegrenzen meer voor afval). Naast het algemene beleidskader zijn binnen dit Landelijk Afvalbeheersplan 30 sectorplannen²⁷

²² De gemeenten zijn doorgaans eigenaar (grootaandeelhouder) van de avi's. Door de interne privatisering zijn deze 'grootaandeelhouders' feitelijk buiten spel gezet waardoor een financiële catastrofe voor de gemeentebegroting dreigt als de provinciegrenzen wegvallen [Osch, 1999].

²³ Het willen voorkomen van 'koude sanering' (faillissement): Onder de als risicoloos te omschrijven AOO geleide 'markt' zijn veel gemeenten contracten aangegaan met 'hun' avi's, waarin ze zich soms verplichten tot het aanleveren van een vaste hoeveelheid afval tegen een vaste, vaak hoge prijs, en waarin ze in sommige gevallen ook aansprakelijkheid nemen voor eventuele exploitatieverliezen. Gevolg is dat er grote verschillen zijn: sommige gemeenten verdienen aan de vuilverbranding terwijl andere door (inmiddels als zodanig ervaren) wurgcontracten dubbel risico lopen: ze kunnen hun eigen afval niet vrij op de markt aanbieden, maar draaien wel op voor verliezen.

²⁴ Het plan is gericht op beperking van de hoeveelheid afval die vrijkomt, op betere afvalscheiding en op nuttige toepassing naast continuïteit van de afvalbeheersstructuur. Met afvalscheiding wordt bedoeld op scheiding aan de bron

gevolgd door materiaalhergebruik, en op nascheiding ten behoeve van de inzet van afval als brandstof. Een ander doel van het LAP is het van de grond krijgen van innovatie en nuttige toepassing van niet herbruikbaar, brandbaar afval (doelstelling o.a.: stijgen van de mate van nuttige toepassing van 77% in 2000 naar 83% in 2012, en beperken van de hoeveelheid te verwijderen afval tot 10 Mton in 2012). Men wil het storten van deze stroom beëindigen, energie winnen en inzet van primaire brandstoffen verminderen (CO₂-reductie). Het beleid richt zich op stimulering c.q. sturing via de markt. De maatregelen moeten er uiteindelijk toe leiden dat in 2006 geen brandbaar afval meer wordt gestort, een groter deel van het afval nuttig wordt toegepast en zoveel mogelijk energie wordt gehaald uit afval dat niet kan worden hergebruikt [Daemen, 2002]. Het LAP 2002-2012 plan is in maart 2003 in werking getreden, en in mei 2004 bijgesteld n.a.v. uitspraken van het Europese hof van Justitie begin 2003.

²⁵ De Europese richtlijn over afval (75/442/EG) vormt het juridisch kader voor het beperken van het vervoer van afval over de grenzen. De artikelen 5,6 en 7 bieden lidstaten de mogelijkheid om naar zelfvoorziening te streven en daarbij

een nabijheidsbeginsel toe te passen met betrekking tot de grensregio's. Vooral afvalbedrijven in de grensregio's hebben problemen met de grenstelling vanwege de aangekondigde liberalisering en openstelling van de Europese grenzen. Er bestaat behoefte aan een overgangsregeling, zodat zij, tot het moment waarop de landsgrenzen vervallen, met naburige, buitenlandse installaties of aanbieders vaste contracten kunnen sluiten.

²⁶ Doel is het verkrijgen van uniformiteit bij het verlenen van vergunningen voor de verwerking van afvalstoffen. Hiertoe zijn voor een groot aantal afvalstoffen minimumstandaarden voor de verwerking geformuleerd, die de referentie vormt bij vergunningverlening, en aangeeft welke verwerkingswijze nog vergunbaar wordt geacht en welke niet [Hoek, 2002]. Er is veel kritiek op het LAP. Belangrijkste argumenten hebben betrekking op het herdefiniëren van afvalstoffen in de richting van brandstoffen en de blijvende vaagheid omtrent de definitie van 'nuttige toepassing' [Brand, 2002].

²⁷ Met minimumstandaarden: minimale hoogwaardigheid van de be- c.q. verwerking van een bepaalde afvalstof, om te voorkomen dat afvalstoffen laagwaardiger worden be- c.q. verwerkt dan wenselijk is.

opgezet [Hoek, 2002] en twee capaciteitsplannen (voor verbranden en storten van afval). De grenzen voor brandbaar afval zijn onder bepaalde voorwaarden open²⁸. De hoge storttarieven in Nederland zorgen ervoor dat het exporteren van afval interessant wordt, waardoor (dure) avi-capaciteit onbenut blijft. Mogelijke consequenties zijn dat belastinginkomsten dalen en lokale en regionale overheden hun kosten op een andere wijze op de burgers moeten verhalen²⁹ 30. Het LAP tracht daarom fysieke³¹ en financiële waarborgen in te bouwen. Daarnaast zijn binnen het LAP 2002 programma's opgezet, zoals het STAP³² ('Met preventie naar duurzaam ondernemen', om preventie en gescheiden inzameling te stimuleren), en de SAM³³. Er worden in het LAP beperkingen gesteld³⁴ aan de in- en uitvoer van afvalstoffen ten behoeve van verwijdering³⁵, tegelijkertijd wordt het moratorium op uitbreiding van de verbrandingscapaciteit opgeheven.

Trends op de Nederlandse afvalmarkt zijn de geleidelijke afname van (eind)verwerkt afval, een duidelijke vermindering van gestort afval, een geleidelijke toename van verbrand afval, een forse vermindering van gft-verwerking, een lichte toename van slibverwerking en een hogere inzet van bouw- en sloofafval [PWC, 2004b].

Met het oog op de komende 'open' marktstructuur³⁶ strijden internationale concerns nu al om een aandeel in de (Nederlandse) afvalmarkt. De winstgevendheid van de Nederlandse

²⁸ Eén van de problemen tot voor kort was dat afval naar het buitenland geëxporteerd mag worden als tenminste 50% van het volume is gesorteerd in gescheiden deelfracties, en het in het buitenland een "nuttige toepassing" vindt. De term nuttig is op meer manieren in te vullen. De moeilijkheid bij de term nuttig is het bepalen van de grens: zo mag afval officieel in het buitenland als brandstof gebruikt worden wanneer energie opwekken het hoofddoel is. Afval verbranden in een buitenlandse avi valt daar weer niet onder, ook al wordt er energie bij gewonnen. Voor nuttige toepassing is in principe sprake van een Europese markt [Daemen, 2002]. Voor driekwart van het afval geldt dat het in het buitenland 'nuttig' kan worden toegepast. De Europese verordening voor grensoverschrijdend transport tracht e.e.a. te sturen [Osch, 1999]. Bij de discussie rondom het al dan niet toestaan van in- of uitvoer van te verbranden (laagcalorisch) afval is binnen het LAP gekozen voor een tussenoplossing: bij grote milieuwinst kan op basis van ad hoc ontheffing worden gegeven [Rense, 2002].

²⁹ Een consequentie van de geldende regels en de hogere storttarieven in Nederland is dat veelvuldig bedrijven een volume van

50% gesorteerd afval tezamen met 50% ongesorteerd afval naar het buitenland 'exporteren', om het 50% ongesorteerde deel goedkoper te kunnen storten.

³⁰ Een ander probleem is dat negatieve gevolgen worden afgewenteld op de gebonden gebruikers, lees: gemeenten. Dit speelt ondermeer op de markt van inzamelaars en transporteurs van bedrijfsafval: de contracten worden steeds meer bepaald door de grote afvalaanbieders. De verwerkers kunnen relatief ongunstige contracten aangaan (bijv. onder de kostprijs van verwerking) omdat de negatieve gevolgen kunnen worden afgewenteld op de gebonden gebruikers [Potman, 1998].

³¹ Fysieke waarborgen met betrekking tot de inzameling van afval, de continuïteit van verwerking en milieu-eisen. Financiële waarborgen met betrekking tot de kosten voor de burger [Daemen, 2002].

³² STAP staat voor STimuleren Afvalscheiding en Preventie. Het is een programma van en voor overheden (gemeenten, provincies en het Ministerie van VROM voeren deelprojecten uit, waarbij ze "gepacificeerd" worden vanuit het AOO (Afval Overleg Orgaan).

³³ SAM staat voor Subsidieregeling Aanpak Milieudrukvermindering en

heeft tot doel (samenwerkingsverbanden van) gemeenten financieel te ondersteunen bij het uitvoeren van projecten om afvalscheiding en preventie van huishoudelijk en bedrijfsafval en energiebesparing te stimuleren.

³⁴ Het LAP bevat de aankondiging dat per 1 januari 2006 ook voor de 'niet-gevaarlijke afvalstoffen' de beperkingen bij in- en uitvoer worden opgeheven (onder voorwaarde dat met de aangrenzende landen sprake is van een 'level playing field', ofwel een gelijkwaardige afvalsturende regelgeving en gelijkwaardige milieueisen.

³⁵ Het gaat om afvalstoffen waarvoor in Nederland al een specifieke infrastructuur is opgesteld, en waarvan de continuïteit in gevaar komt bij open grenzen. Concreet gaat het om huishoudelijk- en daarmee vergelijkbaar bedrijfsrestafval, laagcalorische residuen na sorteren van afvalstoffen en een aantal gevaarlijke afvalstoffen. Voor andere stromen zoals laagcalorische slibben, gelden geen restricties.

³⁶ In België gebeurt het opstellen van plannen en het regelen van in- en uitvoer door de drie gewesten, Vlaanderen, Wallonië en Brussel. In Duitsland is dit door de deelstaten gedelegeerd aan bestuursregio's (Bezirke).

afvalmarkt is de laatste jaren relatief stabiel (gemiddeld 4 tot 5% bedrijfsresultaat³⁷) [CBS, 2003]. Probleem bij de internationalisering is de ongelijke schaal³⁸. De buitenlandse regio's zijn in oppervlakte slechts vergelijkbaar met enkele Nederlandse provincies. Een aansluiting qua schaalniveaus geeft vijf mogelijke combinaties voor grensregio's [Rense, 2002]. Een dergelijke aansluiting is naar verwachting goed uitvoerbaar waar het gemeentelijk afval betreft. Voor bedrijfsafval kan het moeilijker handhaafbaar zijn³⁹. De beperking in Nederland tot grensprovincies is, in verband met de handhaving van het zelfvoorzieningsprincipe, relatief zwak.⁴⁰ Door de grote verschillen tussen de grensregio's omdat verbranden van afval voor de eerstkomende jaren al vergaand is vastgelegd in contracten, heeft de overheid er voor gekozen dat aanvragen voor samenwerking met grensoverschrijdend transport individueel en op ad hoc basis te beoordelen. Het laagste schaalniveau biedt de enige mogelijkheid, financieel- en fysiek gezien, zuiver handelen in relatie tot milieukritische stoffen en processen te ondersteunen.

De markt tendert naar een verschuiving van eindverwerking naar bewerking (incl. recyclage) en een verschuiving naar nuttige toepassing. Een verruiming van de verbrandingscapaciteit wordt overwogen [PWC, 2004b]. Vooral de energiebedrijven zijn geïnteresseerd in de afvalbranche vanwege de mogelijkheden voor milieuvriendelijk opgewekte stroom (na verbranding) en zijn inmiddels in bezit van een aanzienlijk deel van de verbrandingscapaciteit in Nederland. Door de terugloop van compostering en de toename van verbranding van afval ontstaat bovendien de roep om aanpassing van het composteringsbeleid op grond van beoordeling van het milieurendement ten opzichte van verbranden. De interconnectie van de stromen afval en energie heeft hierin een doorslaggevend belang.

Eén van de directe gevolgen van dit vooruitlopen op de 'internationalisering' van afvalstromen is het grootchalig werken van de afvalbedrijven. Er ontstaan grote concerns met een breed dienstenaanbod die zich milieu of recyclingsbedrijven noemen. Deze bedrijven beheersen de hele keten in tegenstelling tot de vroegere sector organisatie; een horizontale organisatie van de verschillende bedrijfstakken: inzamelaars, avi's, transporteurs en bedrijven die specialistisch afval verwerken. Dit beheersen van de gehele afvalketen heeft voor- en nadelen. Een vergelijking met de energiesector gaat steeds meer op. De afvalmarkt zal zich ook transformeren in een oligopolische (statische) markt. De verschillen in de wet- en regelgeving van de verschillende landen binnen Europa zorgen ervoor dat een verdere openstelling van de markt niet eenvoudig te realiseren is. Bovendien geven problemen binnen de liberalisering van de energiesector aan dat ook sprake kan zijn van een onvoorziene, veelal strategische marktafweging die een feitelijke openstelling van de (Europese) markt met gewenste efficiëntieverbeteringen en eraan gekoppelde kostenreducties voor gebruikers in de weg kunnen staan. Tegelijk wordt een terugkeer naar decentrale zeggenschap overwogen [PWC, 2004b].

De introductie van meer (ruimtelijk) geïntegreerde systemen is door de beheersing van de complete afvalketen onder bepaalde voorwaarden beter realiseerbaar en beheersbaar.

Vanaf 1960 wordt in een aantal Zweedse steden een systeem van centrale afvalafzuiging gebruikt. Inmiddels zuigen in 31 landen –zoals in de centra van Singapore en Hong Kong– ca. 500 van dergelijke stofzuigers afval op. Het systeem is rendabel in gebieden met voldoende dichtheid (gemiddeld genomen ongeveer boven de 60 woningen/ha.). Dit kan ook het geval zijn in bestaande stadscentra die intensief verbouwd/vernieuwd worden, zoals in Nederland bijvoorbeeld in Almere.

Relatief veel steden in Nederland overwegen om in herstructureringsgebieden of nieuwbouwwijken nutsleidingen voor riool, elektra, kabel, gas en water in één centrale tunnel te

leggen, zodat onderhoudstechnici er makkelijk toegang toe hebben en de straat niet steeds hoeft te worden opengebroken. In zo'n tunnel kan (later) bijvoorbeeld ook een afvalafzuig-systeem worden opgenomen. Dergelijke afvalafzuigsystemen kunnen gegarandeerd binnen een straal van anderhalve km 'alles wegzuigen'. Het bereik is te vergroten tot 2 km; de efficiëntie wordt dan relatief afhankelijk van het aantal bochten. In dit systeem is ook afvalscheiding mogelijk. Door een kleppenstelsel worden eerst de papierzuilen in een papier-terminal leeggezogen, daarna het gft afval en tenslotte het restafval. Een persoonlijke pas geeft de gebruiker toegang tot het systeem, controleert en administreert de kostenberekening en kan dienen als 'waakhond' tegen onjuist gebruik.

In het centrum van Almere is een plan in uitvoering om het afval van ca. tienduizend inwoners ondergronds weg te zuigen via een vacuüm buizenstelsel van Central Ned. Het zijn dikwandige stalen buizen met een doorsnede van 50 cm. Bovengronds geven per 75 meter telkens 3 slanke zuilen toegang tot het buizenstelsel. Ook de afvalbakken op straat zijn erop aangesloten. Ondergronds wordt de zuigkracht geleverd via een 'reuzen stofzuiger' aan de rand van het centrum. Door op gezette tijden de kleppen te openen wordt het afval met ca. 70 km/uur weggezogen naar de opvangverwerking buiten het centrum.

³⁷ Negatieve bedrijfsresultaten worden nog behaald door afvalscheiding, sortering en bewerking van gevaarlijk afval (ook negatief in voorgaande jaren). Recyclingbedrijven, composteerinrichtingen en vooral stortplaatsen zijn winstgevend [CBS, 2003].

³⁸ Probleem bij het aansluiten van de Nederlandse wettelijke structuur is dat het voor de hand ligt de zeven grensprovincies samen te

laten werken met deze Bezirke en gewesten, vanwege het enigszins vergelijkbare schaalniveau. Door het wegvallen van de provinciale verantwoordelijkheid is dat niet eenvoudig: de kleinere schaal van gewesten of gemeenten sluit niet aan bij de ruimtelijke schaal van de afvalverbrandingsinstallaties.

³⁹ De herkomst van gemeentelijk afval is meestal beter vast te leggen dan die van bedrijfsafval. De bestemming van het eindproduct

wordt duidelijk door aan te geven op welke manier het afval verwerkt wordt.

⁴⁰ Het is twijfelachtig of het overbrengen in de praktijk kan worden beperkt tot de beoogde grensregio's, aangezien het mogelijk lijkt om afval 'door te schuiven'. Het afval wordt dan bijvoorbeeld fysiek en administratief in het betreffende land naar een grensregio gebracht en vervolgens wordt een vergelijkbare hoeveelheid uitgevoerd [Rense,

Bijlage VI

Samenvatting achtergrondstudie: Definiëring en ruimtelijke afbakening per ontwerp- en schaalniveau

I. Individuele- c.q. lokale schaalniveau: gebouw en cluster

Ontwerpniveau 1; Gebouw (R=30m / 100m):

Een gebouw is een bouwwerk van tamelijke of aanzienlijke grootte die als één entiteit is ontwikkeld of wordt gebruikt en die fysiek in een (gemeenschappelijke) afscheiding voorziet van de (semi-) openbare (buiten)ruimte.¹

Ontwerpniveau 2; Ensemble / enclave / cluster / (woon)blok of -buurt (R=100m / 300m):

Een ensemble is te definiëren als een samenwerkend geheel van gebouw(del)en. Eén woonblok is niet per definitie een ensemble. Het gaat om een beperkt aantal gebouw(onder)delen die in een samenhang zijn gerealiseerd, op één of meer gebieden gezamenlijk voorzieningen delen of sociaal als entiteit ervaren worden². Een woonbuurt kan ook als een enclave of ensemble functioneren, bijvoorbeeld door een duidelijk zichtbare (fysieke) of voelbare (sociale / culturele) onderlinge samenhang³. De engelse 'close' is een voorbeeld typologie van het cluster of ensemble: een elementaire groepering van gebouwen, verbonden met een terrein waarop ruimtes vastgelegd zijn, waarvan de status bepaald is.

2. Lage schaalniveau: wijk en (stads)gebied

Ontwerpniveau 3; (Stads)wijk (R=300m / 1000m):

Een wijk is een gedeelte van de stad, dat min of meer een gesloten geheel vormt, zowel ruimtelijk als sociaal⁴. In de sociale-geografie zijn de begrippen woongebied, stadswijk en -kwartier synoniem. Woongebieden gelden als reële entiteiten die begrensd zijn en als deelruimten binnen stedelijke agglomeraties zijn te onderscheiden.

De vormgeving en grootte is locatieafhankelijk en volgt vaak (natuurlijke) barrières⁵.

¹ Vaak spreken we ter nadere specificering van een woongebouw als het om een gebouw gaat bestaande uit één of meer woningen, waarbij een 'volledige wooneenheid' wordt omschreven als "een combinatie van met elkaar verbonden ruimten, die overeenkomstig de in onze maatschappij algemeen gangbare voorstellingen het ongestoord en geordend voeren van een huishouden van een groep of een enkeling mogelijk maakt" [Bahrdt, 1968, p.33]. Een woonblok wordt meestal niet als 'gebouw' aangemerkt omdat het gaat om meerdere woningen die, onafhankelijk van het geheel, in hun

eigen toegang voorzien.

² Twee woonblokken zijn door hun onderlinge samenhang en gemeenschappelijke voorzieningen een ensemble te noemen.

³ In de studies naar de Deltametropool [Reh et al., 2003] wordt geconstateerd dat het leven in de Deltametropool op basis van open planning zich meer en meer in enclaves zal afspelen (vergelijkbaar met zwermen). De enclaves worden benoemd als ensembles, niet als stadsdelen voor tienduizenden mensen maar multifunctionele gebieden met vijfhonderd tot vijf-

duizend mensen, die als autonome, schijnbaar losse bebouwing in het stedelijk netwerk functioneren.

⁴ Oorspronkelijk was een wijk een sociale, bijna zelfvoorzienende eenheid. Ruimtelijk is een (nieuwbouw)wijk vaak omsloten door grotere toegangswegen (wijkontsluitingswegen) waardoor het een gesloten beeld vormt. Tegenwoordig gaat het principe van sociale binding in mindere mate op. Een kenmerkend verschil met een (woon)buurt. Bij de laatste is duidelijk(er) sprake van een sociale betrekking [NAWO, 2001].

Om in ruimtelijke zin, gebaseerd op het aantal huizen, een definitie van een stadswijk te verkrijgen zijn studies verricht op basis van ‘moderne’ stadswijken in Nederland. Balvers [1996] constateert, in onderzoek naar dergelijke eigenschappen bij na-oorlogse Nederlandse woonwijken, dat om de dertig jaar andere elementen worden ingezet bij het structureren van het ontwerp van een woonwijk⁶. Een recente-, niet gepubliceerde studie van Polman [2002] naar de zogeheten Vinex-locaties⁷ is interessant.

Deze leidt tot de volgende conclusies met betrekking tot de gemiddelde omvang van een ‘moderne’ (Nederlandse) stadswijk⁸:

- 7.200 woningen, waarvan 21% meergezinswoningen, 63% een-gezinswoningen in een rij en 16% vrijstaande eengezinswoningen
- een bebouwingsdichtheid van ca. 38 woningen per hectare
- 53.000 m² vloeroppervlak van dienstverlenende bedrijven.

De keuze van een (woon- of) stadsgebied c.q. -wijk als onderzoeksterrein vindt z'n oorsprong in 1920 in de tijd van de opkomst van de ecologische biologie. Binnen de ‘School of Chigago’ worden dan zogenaamde ‘natural areas’ als afgebakende entiteiten benoemd⁹.

De eerder genoemde sociale gebondenheid aan een stadswijk neemt in onze huidige samenleving af¹⁰. Ruth Glass toonde aan dat het niet meer opgaat om de stad in termen van wijken te beschrijven, aan te nemen dat de kleinere elementen binnen zulke wijken nauw bijeenhoren, en dat alleen maar wisselwerking met elementen in andere wijken plaats vindt via de eigen wijk [Alexander, 1966]. De grenzen worden niet bepaald op grond van een sociaal niveau alleen. Mede bepalend zijn de kenmerken van een bouwperiode (typologie, dichtheid, groeiperingsvormen of stadsdeelstructuur). Ook de natuurlijke (singels, rivieren), technische-, en bovengrondse infrastructuren (wegen, kanalen) vormen vaak aanleiding tot de begrenzing.

Een oplossing voor een relevante begrenzing van een stadsgebied is het omkeren van de vraagstelling: Zijn er (überhaupt) stedelijke deelruimten die zich als ruimtelijk-sociale-symbolische eenheden van de stedelijke omgeving onderscheiden, en uit welke’ gezamenlijke wisselwerking is de stad als totaalbeeld te reconstrueren?¹¹

⁵ De keuze c.q. vaststelling van een deelgebied vindt in de sociale geografie plaats door eerst de karakteristieken van de verschillende ‘lagen’ van het gebied te analyseren. Vervolgens door de gebruiksfuncties te bepalen (wonen, werken, gemengd), en daarna het onderscheiden van gebieden met een gelijke functie (gemengd is ook een ‘homogeen’) naar bouwtypologische en sociale kenmerken. Deze stap is te benoemen als het eigenlijke identificeren van de stadsruimten. Binnen een zeker pragmatisme worden de gebieden ook vaak gedefinieerd op grond van natuurlijke-, administratieve-, statistische of alledaagse begrenzingen (wat gevoelsmatig bij elkaar hoort). Tenslotte worden binnen de sociale geografie gebieden ingedeeld naar innerlijke

geleding op grond van zgn. ‘waarnemingsruimten’. Hierbij worden zogenaamde ‘Mental Maps’, ofwel cognitieve kaarten gebruikt.

⁶ In de jaren dertig is het bouwblok nog een dominante factor bij de geleding van de wijk; in de jaren zestig zijn dit vooral de (stedenbouwkundige) stempels en de auto-ontsluiting, en in de jaren negentig speelt de groenstructuur en de openbare ruimte een belangrijke rol bij de structurering van de wijk.

⁷ Vinex-locaties zijn de nieuwste groeikernen op ‘stadsgebied’ van de afgelopen decennia, die voortkomen uit de aanwijzing van uitbreidingsgebieden voor de verschillende steden in Nederland in de ‘Vierde Nota Ruimtelijke Ordening Extra’ [1996].

⁸ In de praktijk blijkt dat de genoemde gemiddelden niet als basis

te nemen zijn voor de ruimtelijke definitie van een stadswijk. De praktijk leert dat een gemiddeld aantal woningen van 7.200 niet één stadswijk, maar vaak meerdere omsluit. De ‘moderne’ stadswijk kan dan ook beter ‘modern stadsgebied’ genoemd worden [Polman, 2002].

⁹ Natural areas zijn “als gevolg van differentiatieprocessen ontstane-, sociaalstructureel gezien relatief homogene deelruimten in de stad, die ‘natuurlijke’ grenzen vertonen, en waarvan de integratie via symbiotische relaties heeft plaats gevonden”. [NAWO, 2001].

¹⁰ Aspecten zijn het verrijzen van grote winkelcentra buiten de steden, en de zgn. slaapsteden: buitenwijken van steden met gescheiden functies zoals (nagenoeg) alleen woonfuncties en amper werkfuncties.

Binnen de school van Roger G. Barker is als onderdeel van de ecologische psychologie het 'behaviour settings' concept geïntroduceerd [Barker, 1968].

Behaviour Settings zijn niet slechts informatiedragers, maar ook (complexe) functiedragers, gekenmerkt door een dynamiek van spontane structuurvorming, en van functionalisering. Er is sprake van vervlechting van ruimtelijke-, sociale-, symbolische- en soms natuurlijke structuren¹². Afhankelijk van de periode van realisatie en de fysieke kenmerken van de specifieke plek, ligt de grootte van een 'stadswijk' tussen de 500 en 1500 woningen [Polman, 2002]. In dit proefschrift wordt het principe van natural areas echter als basis genomen voor de bepaling van de precieze begrenzing bij de verschillende casestudies die het schaalniveau van de wijk benaderen. De afbakening wordt dus niet gekoppeld aan een fysieke (kwantitatieve) begrenzing (onder- en bovengrens).

Ontwerpniveau 4; Stadsgebied (R=1km / 3km):

In aansluiting op het onderzoek van Polman is een stadsgebied te zien als een onderdeel van de stad en kan meerdere stadswijken (of 'Natural Areas') omvatten. Stadsgebied is verschillend te typeren, zoals door het aantal woningen, de bebouwingsdichtheid, het totale oppervlak van het gebied, maar ook de sociale- symbolische en soms natuurlijke structuren zijn als kenmerken te zien. Een stadsgebied kan uit meerdere stadswijken bestaan en ontleent haar identiteit aan een economische afbakening, stadsdeelraden of een bepaalde bouwperiode die zich kenmerkt door een (of enkele) herkenbare en vergelijkbare bouwstijl(en).

3. Midden schaalniveau: stad

Ontwerpniveau 5; Stad (R=3km / 10km):

De (definiëring van het begrip) stad¹³ transformeert door de jaren heen. Ze wordt historisch gezien gedefinieerd als een "gewoonlijk ommuurde plaats die een eigen bestuurs- en rechtskring vormt (volgens een bepaald, aan haar verleend recht, een privilege), afgescheiden en afwijkend van het platteland". In economisch-geografische zin wordt de stad gezien als "een centrum waarop de economische krachten van een niet specifiek afgebakend gebied gericht zijn, waar zij samenkomen en vanwaar zij uitgaan"¹⁴. Schouten [Caenegem et al., 1979] voegt beide definities van de stad samen tot: "een nederzetting die wordt gekenmerkt door een vrijwel aaneengesloten bebouwing waarin een grote niet-agrarische bevolking is gehuisvest, de bebouwing is gegroepeerd rond- en de bevolking georiënteerd op een centrum van economische bedrijvigheid, bestuur en/of kunst en wetenschap"¹⁵. Binnen het schaalniveau van de stad vallen ook de (directe) ommelanden¹⁶. Het gaat bij een stad tegenwoordig meer om de maatschappelijk conceptuele rol dan om de geografische begrenzing¹⁷ [Jo Coenen, in: Reh, 2003].

Het is daarom beter te spreken van een stedelijke typologie. De stedelijke typologie is aan te duiden als de logische relaties van, c.q. het evenwicht tussen morfologie (ruimtelijke condities), morfogenese (verandering), leefstijlen, technologie, ecologie en de markt [Urhahn, 2000]. Binnen de stedelijke typologie is naast de bebouwing(stypologie) de verbindende-, publieke ruimte de belangrijkste constante.

Uitgangspunt binnen dit onderzoek is, algemeen gesteld, de onderkenning dat de stad een systeem is van zeer grote gecompliceerdheid, die op haar beurt deel uitmaakt van een uitgebreider systeem van sociale-, en steeds vaker fysieke organisatie¹⁸. De grootte is van steeds minder belang, in tegenstelling tot de waarden en doeleinden.

Met uitzondering van enkele bloeiperioden, zoals ten tijde van de Romeinen, groeien steden tot en met de Renaissance over het algemeen op een natuurlijke wijze: geografische ligging, routes, bodemstructuur en dergelijke bepalen de stapsgewijze uitleggen van steden. Hieraan

lagen geen plannen ten grondslag. De mensen bepaalden zelf hoe een stad groeide, al dan niet beperkt door de natuur. De meest duurzame vorm van stedenbouw is die waarbij zij niet meer als apart vakgebied bestaat [Timmeren, 1999b]. De meeste steden vormen tot de tweede helft van de 19^e eeuw vrij compacte eenheden met een duidelijke demarcatielijn tussen stedelijke bebouwing en platteland. Hieraan komt een einde door ondermeer de trek naar buiten die mogelijk is geworden door een sterk verhoogde fysieke mobiliteit. In de voorbije eeuw is deze eerder genoemde geleidelijke groei, mede door nieuwe technologische ontwikkelingen veranderd. Niets lijkt meer onmogelijk. Stad en natuur worden vaak beschouwd als twee zaken die niet samengaan. Onder druk van de huidige milieu-problematiek is deze opvatting langzamerhand herzien [NIROV, 1990]. Een kenmerk van de ontwikkeling van steden in de 20^e eeuw is dat plannen vrijwel altijd 'top-down', via centrale overheden, besloten en uitgevoerd worden. De laatste jaren is steeds meer een discussie aan het ontstaan of dit wel de juiste - en de beste randvoorwaarde voor duurzaamheid is. Door de centrale organisatie en ontwikkeling worden de eerste randvoorwaarden voor de nieuwe stadsdelen (nog) niet maximaal afgestemd op het uiteindelijke gebruik. Zo zijn Lucien Kroll en ook Wiek Röling pioniers in hun poging tot realisatie in ondermeer Perseigne, te Alençon [Kroll, 1996] en de Zuiderpolder, Haarlem [Röling, 1976].

Tegen de achtergrond van het eerder besproken, en binnen dit proefschrift tot uitgangspunt genomen 'Behaviour Settings' -concept, is de stad te zien als een evoluerend ruimtelijk stelsel, dat door de dynamiek van uitgerekte-, veranderlijke ruimten, die elkaar gedeeltelijk overlappen of in elkaar overlopen, gekenmerkt wordt. De spontane structuurvorming van steden bestrijkt een ander gebied dan de ruimte die door analyse van de functies alleen zou volgen. Door de wederkerige dynamiek ontstaat een grensoverschrijdende, mogelijkwerwijs oplossend netwerk van relaties met het omliggende regionale en bovenregionale (omme)land. Er ontstaat steeds vaker een ruimtelijke verknoping met een 'open horizon', ofwel onbegrensheid. Dit impliceert een verwatering c.q. opheffing van grenzen tussen stad en land¹⁹.

4. Hoge schaalniveau: stedelijk netwerk en (eu)regio

Ontwerpniveau 6; Stedelijk netwerk, Stadsgewest, Conurbatie (R=10km / 30km): Halverwege de 20^e eeuw kondigt zich voor het eerst de conurbatie aan, dat ook wel gezien wordt als 'de derde ontginning van Holland'²⁰ [Reh et al., 2003]. Het stadsgewest functioneert voor het eerst als (voorlopige) functionele eenheid, als begin van de vorming van stedelijke regio's. Het stedelijk netwerk is een schaalniveau dat de laatste twee decennia van de 20^e eeuw steeds belangrijker wordt in de ruimtelijke ordening en -samenhang²¹. Kenmerk is dat het stedelijk netwerk geen continue stedelijke bebouwde ruimte is met één herkenbare hiërarchie, maar een samenhang van (stedelijke) knooppunten.

¹¹ Er wordt ook wel gesproken over 'de genen van de stad' [Kaminski, 1986].

¹² De ruimtelijke grenzen worden doorgaans administratief getrokken.

¹³ Het woord stad is een afgeleide van stede, 'de juiste plaats', 'het juiste ogenblik'.

¹⁴ Het stedelijk gebied, door het Centraal Bureau voor de Statistiek gedefinieerd als een gebied met meer dan 1000 adressen per vierkante kilometer, is sinds 1950 bijna

verdrievoudigd. Hier woont inmiddels 63% van de bevolking [CBS, 2001].

¹⁵ Het verschijnsel stad valt door de sterk toegenomen verstedelijking in het recente verleden ruimtelijk minder eenvoudig af te grenzen dan vroeger. In z'n huidige context wordt een stad daarom veelal weer beperkter gedefinieerd als "grote samenhangende bebouwing, verbonden door, en ingedeeld in straten" [Van Dale, 1999].

¹⁶ Qua grootte wordt in Duitsland onderscheid gemaakt tussen kleine- (tot 20.000 à 30.000 inwoners), middelgrote- (vanaf ca. 30.000 tot ca. 100.000 inwoners) en grote steden (boven de 100.000 inwoners) [NAWO, 2001].

¹⁷ Schumacher stelt in 1973 al dat instrumenten en instituties van de stadscultuur berusten op een zekere openhouding van welvaart, maar dat de hoeveel welvaart die moet worden verzameld afhangt van de

Het is qua schaalniveau en eenheid gelijk te stellen aan dat van het stadsgewest (agglomeratie) of conurbatie²². De oorspronkelijk aaneengesloten stad groeit uit tot een agglomeratie van steden en dorpen. Het karakter van de samenstellende eenheden kan sterk uiteenlopen. Meestal fungeert een agglomeratie als centrum van een stadsgewest. Wanneer de centrale agglomeratie binnen het stedelijk netwerk veel groter is dan de andere onderdelen, zijn de laatste te beschouwen als voorsteden²³. Een conurbatie bestaat uit twee of meer steden of gesloten agglomeraties [Caenegem et al., 1979]. Evenals de stad groeien ook stadsregio's steeds meer naar elkaar toe, vandaar dat deze schaal als planningseenheid niet groot genoeg is [Verkuylen, 1996].

De Nota 'Ruimte maken, ruimte delen' [VROM, 2004] is mede vanuit dit besef opgesteld rond de definitie van de zes belangrijkste stedelijke netwerken van Nederland. Het stedelijk netwerk wordt benoemd als 'een veelvoudige verzameling van, door fysieke infrastructuur verbonden, stadsdelen en/of steden die in economisch geografische zin als één entiteit functioneren en die hun ruimtelijke economische ontwikkeling door middel van onderling overleg coördineren' [Timmeren, 2002b; Habiforum, 2002]. De introductie van stedelijke netwerken gebeurt in de Nota Ruimte vooral vanwege de onderkenning van het probleem van dicht bij elkaar gesitueerde, elkaar beconcurrerende autonome steden. De gedachte is, door samenwerking te komen tot een 'poly-nucleaire' regio met 'een robuust systeem van gezamenlijke beleid, publiek-private samenwerking, sociale participatie en vraagsturing, en dus tot een optimalisatie van de ruimtelijke investeringen' [Habiforum, 2002].

Ontwerpniveau 7; Bovenregionaal / Euregio (R=30km ++):

Een regio wordt van oorsprong gezien als een streek, een gebied met een bepaald karakter. Het woord is afgeleid van het Latijnse 'regionalis', 'een landstreek betreffend'. Regio's waren van oudsher altijd gekoppeld aan één grote stad²⁴ en lagen per definitie binnen één land. Als gevolg van de introductie van de 'stedelijke regio', of het stedelijk netwerk (schaal 6), door mondialisering, en specifiek in Europa door het (economisch) samengaan van verschillende landen, is sinds 1992 sprake van de ontwikkeling van regio's die niet per definitie landsgrenzen volgen. De economische achtergrond leidt tot een bijkomende schaalvergroting.

¹⁸ Benevolo [1975] stelt dat de overgang van dorp in stad het moment is waarop mensen worden vrijgesteld van het normale werk om een specialistisch beroep uit te oefenen, anders gezegd het moment waarop complexe netwerken ontstaan.

¹⁹ Het zet de deur open voor het zgn. 'volmorsen' van land (Van Tijen).

²⁰ De eerste ontginning betreft, binnen Reh's theorie, de ontginning van het natuurlijk landschap en de omvorming naar het Hollandse Cultuurlandschap en de Hollandse waterstad. De tweede ontginning die van de drooglegging van de natuurlijke wateren ten behoeve van landwinning en waterbeheersing [Reh, 2003].

²¹ Lars Lerup stelt in het boek 'After City' dat de 'suburbane metropolis' de stad heeft vervangen, en dat dit tezamen gaat met nieuwe bouwmaterialen die feitelijk 'non-material' genoemd kunnen worden: elektriciteit, telefonie, weer, tijd en dergelijke. Lerup's analyse leidt tot de stelling dat het gangbare geloof in 'customization' en de uniekheid van elk project moet worden vervangen door zogenaamd 'authorless objects', als gevolg van meer groepswerk gecombineerd met de principes van integratie van ontwerp en praktijk. Hij appelleert aan het humane doel van de professie "we help living bodies", met als ultieme doel de "formation of the metropolitan consciousness" [Lerup, 2001].

²² Geddes introduceert vanuit het

vakgebied van de sociale geografie in 1915 de naam conurbatie om daarmee 'stedenregio's' of 'stedenaggregaten' aan te duiden. In zowel de Franse als Britse literatuur worden de termen conurbatie en agglomeratie afwisselend gebruikt; de Nederlandse literatuur kent wel onderscheid.

²³ Een voorstad met een geringe eigen werkgelegenheid wordt wel slaapstad genoemd. Wanneer sprake is van een stad waar de bevolking zowel woon- als werkgelegenheid vindt, maar voor bepaalde consumptieve, educatieve en culturele behoeften op de nabijgelegen grotere stad is aangewezen, spreekt men van satellietstad.

²⁴ Er werd veelal gesproken van 'stad en ommelanden'.

Bijlage VII

Samenvatting Achtergrondstudie: Analyse op duurzaamheid gerichte stedelijke typologie

Compacte stedenbouw

De 'Compacte Stad' gedachte incorporeert stedelijke kwaliteiten waarin niet voorzien kan worden binnen de modellen 'Gedecentraliseerde Concentratie' en 'Kringloopstad' (die in meer of mindere mate neerkomen op 'urban sprawl'). Samengevat zijn de veronderstelde kwaliteiten van de Compacte Stad [Lloyd-Jones, 2004; Urhahn & Bobic, 2000; Girardet, 1999; Frey, 1999; NIROV, 1996]:

- efficiëntie qua distributie van menselijke activiteiten en efficiënt gebruik van voorzieningen,
- optimaal gebruik van infrastructuur en levensvatbaarheid van Openbaar Vervoer (draagvlak) en niet-op-auto gebaseerde vervoerssystemen,
- beschermen van open ruimte elders, ofwel land- en energiebehoud door verdichte ontwikkeling,
- goede toegang tot werkplekken, voorzieningen en faciliteiten en gereduceerde noodzaak tot reizen,
- het potentieel van sociale- en culturele diversiteit, en mogelijk hoge levenskwaliteit,
- een veilig- en levendig milieu,
- voordelen a.g.v. concentratie van activiteiten en voorzieningen,
- minder vervuiling, c.q. verbeterde (meer geconcentreerde) mogelijkheden van behandeling,
- vitaliteit en/door diversiteit.

Binnen de Europese Unie wordt het model van de compacte stad momenteel over het algemeen als na te volgen principe beschouwd [Frey, 2004]¹. Toch worden ook meerdere serieuze manco's onderkent aan het Compacte Stad model² [Timmeren, 1999b; Knights, 1996; NIROV, 1996; Breheny, 1992; Valk & Faludi, 1992]:

- negatieve impact op het platteland (leegloop, teruggang voorzieningen-nivo) en de economische (en daarmee sociaal geografische) ontwikkeling van de landelijke gemeenten,
- vergrote congestie en vervuiling,
- gereduceerd (eigen)ruimtegebruik en 'privacy',
- vergrote sociale segregatie tussen stadscentra en buitenwijken.

¹ CEC Green Paper on the Urban Environment [1990].

² Er wordt wel gesproken van de 'paradox van de compacte stad' [NIROV, 1996] Samengevat levert enerzijds het streven naar verdergaande verdichting een aantal voordelen op macro-niveau, zoals: beperking ruimtebeslag, beperking

mobiliteit, en versterking draagvlak voor voorzieningen, maar anderzijds zijn er ook nadelen, zoals: concentratie van vervuiling, te weinig groen en speelruimte, en meer (geluid)hinder, stank en risico. Bovendien wordt het concept van de compacte stad niet overal gelijk geïnterpreteerd ("hoe compact is de compacte stad?") en wordt

geen of te weinig buitenruimte bij geconcentreerde steden gerealiseerd. Het 'Compactheids principe' kan zo worden gebruikt om verder te verdichten ten koste van groene ruimten zoals voetbalvelden.

Het compacte stad model sluit bovendien niet of onvoldoende aan op de huidige vormen en structuren, die als gevolg van processen van decentralisatie en diffusie van bevolking en -gebruik ontstaan zijn³ [Frey, 2004]. De huidige structuren wijken sterk af van het principe van de compacte stad, of zijn daar, economisch gezien (uitzonderingen daargelaten) moeilijk naar te transformeren. Sociaal gezien wordt het door een groot deel van de mensen niet als meest gewenste vorm van wonen beschouwd [VROM, 2004].

Onvoldoende compatible zijn van de huidige structuren en de nagestreefde compactheid heeft als voornaamste gevolg dat binnensteeds- en stadsrandgroen onder vinx druk en inbreidingsprogramma's lijkt weg te kwijnen. De bestaande stad wordt welliswaar compacter, maar juist de steeds belangrijker wordende, aan groen gerelateerde, recreatieve voorzieningen liggen verder bij de mensen vandaan dan ooit het geval was. De al relatief sterk groeiende, niet-duurzame mobiliteit van mensen en stoffen wordt hierdoor groter. Ook wordt vergeten dat de noodzakelijke materiële infrastructuur tevens een sociale infrastructuur vereist [Timmeren, 1999b].

Gedecentraliseerde Concentratie

De verschillende varianten van het stedelijke model van de 'Gedecentraliseerde Concentratie' komen niet per definitie neer op varianten van 'urban sprawl', zoals door de voorstanders van de compacte stad vaak wordt verondersteld. Nieuwe, meer polycentrische patronen van ruimtelijke ontwikkeling, met verdergaande specialisering van stedelijke kernen (en daarmee toegenomen competitie) en een toenemend belang van stedelijke netwerken ontstaan [Rogers, 1997; Saxenian, 1984]. Dit wordt het strategisch uitgangspunt voor de verduurzaming van steeds meer steden en regio's.

Een stedelijke structuur die bestaat uit meerdere compacte nederzettingen van hoge dichtheid, met centra die op afstand van het voornaamste 'stads-' of conurbatiecentrum [Lloyd-Jones, 2004]. Een dergelijke strategie wordt vaak verbonden met de herontwikkeling van vervallen industrieel land binnen de bestaande stedelijke gebieden (brown fields) [Rogers, 1999]. Een uitdaging die is samen te vatten tot: de complexe zaak van het optimaliseren van het grondgebruik van stedelijke ontwikkeling, en het tegelijkertijd verzekeren van een goede levenskwaliteit. Het schragen van bestaande stedelijke (technische) infrastructuren en systemen is van essentieel belang. Mits goed vormgegeven en georganiseerd naar duurzaamheid kunnen deze vormen van gedecentraliseerde concentratie binnen steden tevoorschijn komen als strategische onderdelen binnen het vormgeven van de toekomstige stedelijke netwerken [Roaf, 2004; Timmeren et al., 2003a]. Sleutelfactoren zijn duurzaamheid en flexibiliteit van de technische infrastructuur en het grondgebruik, of beter 'open-hemel'- of daglichtbeschenen oppervlakte gebruik. Binnen de ruimtelijke ordening gaat het om het geven van meer aandacht voor infrastructuurgebruik, dakgebruik, energiegebruik gekoppeld aan grondgebruik en oppervlakteverharding [Roaf & Viljoen, 2004].

Kringloopstad

Het model van de 'Kringloopstad' is een verdere ontwikkeling van het principe van gedecentraliseerde concentratie. Belangrijkste insteek is, naast de relatief beperkte diameter, de integratie van ecologische- en milieutechnische principes en de mogelijkheid voor stedelijke vormen van landbouw⁵. Daarom wordt wel gesproken van de '(kleine-) Kringloopstad' [Frey, 2004]. Het model is te vertalen naar verschillende stedelijke vormen, zoals het 'New Towns' principe, het 'Parkstelsel' of het 'Bandstadprincipe', de laatste in de eerder genoemde Nederlandse context van de randstad⁶ [Röling, 2000a]. Geprobeerd wordt uit te gaan van vormen van (collectief) openbaar vervoer, in combinatie met individuele vervoersconcepten, gebaseerd op loop- en fietsafstanden⁷. Typerend voor de polycentrische knopen is, dat de stedelijke structuur maximaal is ingericht op interne

loop- en fietsverbindingen en locale- en decentrale kringlopen, terwijl de verbinding tussen de compacte knopen onderling door middel van hoogwaardig Openbaar Vervoer wordt verzorgd [Röling, 2000a]. Het model tracht de kwantiteit, kwaliteit, functionaliteit en vooral de toegankelijkheid van stedelijke groenstructuren te vergroten [Timmeren, 1999a]. Ook het opnemen van concepten als de ‘Solar Rights law’⁸, ‘Roof Use Planning’⁹ en ‘Urban Agriculture’¹⁰ zijn richting bepalend voor de ruimtelijke uitwerking op kleinere schaal.

Worden in het compacte stad model van het NIROV en het Ministerie van VROM [NIROV, 1996] de zogenaamde ‘sleutelvoorraden’ ruimte en energie gewaarborgd, in het kringloopstadmodel staat het sluiten van de stofkringlopen voorop. Zo ontstaat meer ruimte voor het functioneren van de stad als ecosysteem. Dit is gunstig voor de sleutelvoorraad biodiversiteit en voor de beperking van het energiegebruik in verband met zuiveringsprocessen en transport van de essentiële stromen. Wel staat deze benaderingswijze op gespannen voet met het zuinig beheer van de ruimte, omdat de stad meer ruimte benut om de kringlopen vorm te geven. Het leidt dus tot lagere relatieve dichtheden. Wel kan het helpen de aanwezige ‘urban sprawl’ te structureren binnen het netwerk van de functionele stedelijke regio¹¹.

³ Wervende modellen, die op kwaliteit concurreren met Vinex wijken, worden anno 2004 niet of nauwelijks uitgewerkt, laat staan gebouwd.

⁴ Frey [2004] stelt dat in feite de meeste Europese steden, ‘binnen hun eigen grenzen’, reeds getransformeerd zijn naar dit soort polycentrale structuren, ofwel stedelijke (eu)regio's die onderling verbonden zijn door gedeelde infrastructuur.

⁵ Voor het lokaliseren van delen van de voedselproductie binnen de bebouwde omgeving wordt gezien het relatief geringe grondgebruik gedacht aan fruit- en groenteteelt. Uit onderzoek blijkt dat in Canada ca. 1.3 ha. (grond)oppervlak benodigd is voor het voedselgebruik van één persoon. Hiervan is slechts 0.02 ha. benodigd t.b.v. groente en fruitteelt [Wäckernagel & Rees, 1996]. In de (noordwestelijke) Europese situatie kan naar verwachting met 0.01 hectare per persoon volstaan worden [Viljoen & Tardiveau, 1998]. Alhoewel autonomie onhaalbaar lijkt, resulteert het integreren van 30% van de fruit- en groente behoefte van de bebouwde omgeving in een aanzienlijke reductie van de milieubelasting van voedselproductie op afstand en van de afhankelijkheid van olie om het te transporteren [Roaf & Viljoen, 2004].

⁶ Binnen de NIROV/VROM werkconferentie is naast de benaderingswijze van de compacte stad die van de kringloopstad geplaatst. Opmerkelijk hierbij is dat wordt gekeken naar hoe in beide gevallen omgegaan wordt met de “voor duurzame ontwikkeling essentiële sleutelvoorraden: een goed beheer van Energie, Biodiversiteit en Ruimte” (als zodanig aangeduid door de toenmalig Nederlandse Minister De Boer). Water en afval zijn hier buiten gelaten.

⁷ Volgens Hakkesteegt [1996, p.13] wordt de auto nog vaak door ruimtelijk ordenaars als excuus gebruikt: “waar ze activiteiten of functies ook lokaliseren, het maakt niet uit, het wegnemet ontsluit ze wel”. Hij noemt dit ideaal voor deregulering en decentralisatie (op verkeerskundig gebied), maar catastrofaal voor een harmonische ontwikkeling in de ruimtelijke structuur.

⁸ Het opnemen van regelgeving om te voorkomen dat nieuwe gebouwen schaduw werpen op belendende gebouwen en/of terreinen, en daarmee verhinderen dat deze zonne-energie(vormen) kunnen benutten op dat moment of in de toekomst [Roaf & Viloen, 2004].

⁹ Het uitbreiden van Landgebruik

planningsstrategie en gidsprincipes naar dak- en ander verhard oppervlaktegebruik. Dit kan zo mogelijk ook binnen ‘Energie Gebruiksplannen’ die op de schaal van de stad of stedelijke regio kunnen worden opgesteld [Roaf & Viljoen, 2004].

¹⁰ Efficiënte decentrale sanitatieconcepten zullen ontwikkeld moeten worden in samenwerking met duurzame landbouw- en energieconcepten om een direct hergebruik nabij de bron van water, energie en nutriënten mogelijk te maken [Otterpohl, 2000a]. Volgens Viljoen & Tardiveau [1998] geldt voor nederzettingen die lokale voedselproductie willen opnemen dat dit inhoudt dat uitgegaan moet worden van een maximale dichtheid van ca. 30 woningen/hectare (of 120 personen/ha.) [Tansey & Worsley, 1995].

¹¹ Het sluit aan op de ontwikkelingsambities van het ministerie van VROM in Nederland: het vergroten van synergie binnen stedelijke netwerken, betere verbindingen en meer specialisatie binnen het netwerk. Het model biedt mogelijk ook houvast bij een belangrijke ontwikkelingsambitie: de bescherming van het open landschap [Vrolijk et al., 2003].

Het is het enige model dat een sterke gezamenlijke ontwikkeling van stad en land (als één entiteit) incorporeert op de lokale schaal.

Het stedelijk model van de Kringloopstad kan vanwege de in hoofdstuk 4 geconstateerde interconnectie, naast de door Frey [2004], Röling [2000a], Rogers [1997] en anderen genoemde vervoerstechnische voordelen, het beste uitgewerkt worden als lineaire bandstad met compacte clusters.

Lichte- en Informele stedenbouw

Als tegenbeweging van de Compacte Stad is in de jaren '90 van de vorige eeuw het principe van het 'vrij' bouwen in lagere dichtheden steeds vaker opgepakt [Timmeren, 2000]. De nieuwe concepten zijn gebaseerd op de door Kristinsson geïntroduceerde term 'Lichte Stedenbouw'¹² [Kristinsson et al., 1995b]. Inhoudelijk is de Lichte stedenbouw door meerdere verkeerde claims en interpretaties verwaterd en besmet¹³. Lichte stedenbouw staat voor stedenbouw gebaseerd op minder (technische-) infrastructuur, met een kortere omlooptijd van de gebouwde omgeving (dematerialisatie), waardoor met minimale ingrepen een snelle verandering in het woongebied mogelijk wordt [Timmeren & Kristinsson, 2001]. Via lichte stedenbouw kunnen rode en groene functies (cultuur en natuur) op strategische plekken verweven worden¹⁴ [Timmeren & Kristinsson, 2001]. Het concept past in de geïntroduceerde plannen voor het realiseren van meer 'struinnatuur'¹⁵ [Veenstra & Schoonman, 2000]. De gewonnen ruimte, door minder verharding, wordt benut voor 'private' kavels of voor een collectief beheerde groene ruimte¹⁶.

Een belangrijk aspect van het lichte stedenbouw model is, dat het niet noodzakelijk is dat de bewoner het stuk grond rondom de (eigen)woning bezit. Het model vraagt uit te gaan van alternatieve vormen van beheer. Weeber introduceerde in het verlengde hiervan de KOMA (Kritische Onderlinge Minimale Afstand), die telkens samenhangt met de (afgesproken) dichtheid. Ook introduceerde hij de 'footprint'¹⁷, die hij gebruikt als ordeningsregel: de buitenruimte rondom de woning moet altijd kleiner zijn dan de helft van de footprint van het huis [Weeber, 1999].

De voor- en nadelen van lichte stedenbouw zijn [Timmeren & Kristinsson, 2001; Weeber, 1999; Weeber, 1998; Dorst et al., 1996; Kristinsson et al., 1995b]:

Voordelen:

- Minimale aantasting landschap; mens en natuur zijn niet strijdig maar aanvullend. Bestaande landschappelijke structuren worden niet aangetast. Er wordt gebouwd in een lage dichtheid zonder asfalt, zandpakket, ondergrondse leidingen en zware fundering: de woning is letterlijk 'licht', en voldoet zo aan de noodzaak van dematerialisering.
- Tijdelijkheid ('footloosness'); mensen wonen en werken steeds minder lang op één plek. De architectuur is licht, modulair en goedkoop (bijv. HSB); als de functionele levensduur van de locatie òf van de woning eindigt kan de woning eenvoudig aangepast, verwijderd of vervangen worden. De architectuur is door de tijdelijkheid in staat om veranderingen in het leefpatroon op te vangen, bovendien zijn aanpassingen aan nieuwe bouwtechnieken eenvoudig op te nemen zodat wooncomfort verhoogd kan worden.
- Betrokkenheid; de aanwezigheid van collectief gebied tussen de woningen en de straat biedt extra mogelijkheden voor natuur in de stad en een duurzaam waterbeheer. De kansen voor duurzaamheid worden door dit collectief gebied verhoogd, evenals de betrokkenheid van bewoners/gebruikers bij het beheer ervan.
- Vrijheid; doordat de architectuur demontabel is, heeft de bewoner meer vrijheid om zijn woning en woonomgeving vorm te geven, uit te breiden of aan te passen (van bouwdeel tot component niveau). Met z'n tijdelijke karakter onttrekt de woning zich aan bepaalde

regelgeving die een bouwvergunning en een welstandsgoedkeuring verplicht stelt. De bewoner kan naar eigen leefstijl vormgeven (als de regelgeving dit zou toestaan).

Nadelen:

- Ruimtebeslag; landschappelijk, vrijstaand en rustig wonen voor een grote groep mensen vereist een enorm groot grondoppervlak. Zelfs als de veelal genoemde hinderzones meegerekend worden, is er onvoldoende terrein beschikbaar om aan de veronderstelde vraag te voldoen; lichte stedenbouw zal dan ook altijd (hooguit) als niche naast vormen van compacte steden(bouw) plaats vinden.
- Mobiliteit; door de lage dichtheid is er te weinig draagkracht voor openbaar vervoer. De auto-mobiliteit zal sterk groeien. De keuze van locaties voor vormen van lichte stedenbouw is van doorslaggevend belang.
- Aantasting landschap; ondanks de lichtheid van de bebouwing is toch sprake van aantasting van het landschap. De voorzieningen die normaliter via leidingen worden aan- en afgevoerd zullen nu rondom het huis moeten worden gerealiseerd wat allerlei vormen van ongecontroleerde belasting met zich mee brengt.

Binnen het principe van de Lichte Stedenbouw wordt inmiddels anno 2005 het concept van het Wilde Wonen als mislukt beschouwd. In de beleidsnota 'Mensen, wensen, wonen - Wonen in de 21^e eeuw' van de Rijksoverheid worden percentages van een derde van de totale bouwproductie genoemd als streven voor 2005. In werkelijkheid is het percentage particulier opdrachtgeverschap tussen 2000 en 2005 gedaald van ruim 16% naar krap 10% [Hulsman, 2005].

¹² In de periode die volgde werd de term naar eigen inzicht verder ingevuld en uitgebreid door architecten als Carel Weeber, en anderen. Men trad naar buiten met op lichte stedenbouw gestoelde theorie als het (ge)wilde wonen, scharrelstedenbouw [Weeber, 1998], lichte zedenbouw en zwermstedenbouw (Ton Matton).

¹³ Het onvoldoende onderkennen van de noodzaak tot duurzaamheid en afkoppeling van centrale (nuts)voorzieningen leidt bij schijnbaar gelijkende concepten als het 'wilde wonen' en 'zwermstedenbouw' volgens de critici tot het schrikbeeld van vergaande 'Californisering': Een volledig uitvullen van het land met laagbouw villa's, met naar verhouding veel technische infrastructuur, zonder echte stedelijke kernen en zonder grote stukken 'lege' (onaangetaste) natuur. De lichte stedenbouw zoals oorspronkelijk bedoeld houdt in dat er flexibel gebouwd moet worden, zonder zware asfaltwegen, centrale nutsvoorzieningen, kabels en leidingen. Daarbij zullen de huizen

qua gewicht, en bouwsoort lichter moeten zijn (vergelijk Buckminster Fuller's 'Ephemeralization': "Hoeveel weegt uw gebouw?") en zonder de nu gangbare tot in de eeuwigheid achterblijvende funderingen. Voor de lichte bouwvormen op het land moet het bouwrijp maken van het bouwterrein tot een minimum beperkt worden. De fundering is licht, er wordt geen zandpakket gestort en minimaal verhard. De verharding kan bestaan uit een semi-verhard klinkerpad voor een 'mobile home' of een gewichtsverdelende lichte plaat voor een houtskelet woning. Op het water of in zogeheten 'wetlands' volstaan drijvers, een betonnen bak of eventueel houten palen. [Timmeren, 2000].

¹⁴ Het is een instrument om natuur (groen) als bestemming vast te leggen zonder dat het kostbare beheer van die natuur leidt tot het letterlijk afsluiten ervan voor recreatief gebruik [Timmeren & Kristinsson, 2001].

¹⁵ Minder verharding zorgt tevens voor een kleinere verstoring van de waterhuishouding, waardoor het

compensatieoppervlak aan open water kleiner kan zijn [Winter, 2001].

¹⁶ Het geld dat nu nog in relatief moeilijk veranderbare infrastructuur wordt gestoken kan bij lichte stedenbouw dienen voor particuliere wensen, zoals kleine, gesloten kringlopen en meer fysieke leefruimte. Ecologische duurzaamheid is paradoxaal vertaald in tijdelijkheid en lichtheid, zoals dat het geval is bij de indiaan of de kampeerder die z'n tent en haringen na een tijdje weer meeneemt, en niet meer achterlaat dan het stuk grond [Balvers et al., 2000].

¹⁷ Weeber maakt de fout een bestaande term als 'ecological footprint' (met onderbouwde theorie) [Wackernagel & Rees, 1996], te vertalen naar een term die slechts de ruimtelijke kwaliteit als uitgangspunt neemt. De twee andere minstens even belangrijke kwaliteiten, te weten de ecologische kwaliteit en de sociale kwaliteit, laat hij weg. Bij lichte stedenbouw gaat het om een integrale kwaliteit die informeel moet groeien [Timmeren, 2000].

Als voornaamste oorzaak wordt genoemd de Nederlandse grondpolitiek¹⁸. Dit in combinatie met een verkeerde kavelgrootte (en lay-out) [Kruenzi & Lengkeek, 2004] zorgt er voor dat het Wilde Wonen te duur is bij te weinig vrijheid. De verwachting is dat de nieuwe 'Nota Ruimte', waar bepaald is dat de rijksoverheid ophoudt met het aanwijzen van gebieden voor woningbouw en dit overlaat aan provincies en gemeenten, zal leiden tot kleine uitbreidingen (stapsgewijs straten aanleggen in plaats van grote gebieden verkopen aan projectontwikkelaars). Deze vorm van decentralisatie van stedenbouwkundige ontwerp opdrachten kan bijdragen aan het ontstaan van meer kansen voor op duurzaamheid gerichte decentrale systemen en (technische) infrastructuur.

Een meer uitgewerkte vorm van het lichte stedenbouw principe is de informele stedenbouw als vorm van 'Silent Green' [Dorst et al., 1996; Harper, 1995]. Het verschil is de integrale kwaliteit die tot uitgangspunt wordt genomen voor een bottom-up proces van informele zelfbeheer en zo mogelijk –bouw¹⁹. Het vormgeven beperkt zich tot het transformatieproces van de plek, ofwel tot het creëren van de juiste condities. Uitgangspunt is de zogeheten 'privacy zoning'. "De privacy zoning voorziet in verschillende behoeften die zich niet in leefstijlen laten omschrijven: individualisering op woningniveau en solidariteit op 'wijk' niveau gaan gelijk op" ²⁰[Dorst et al., 1996]; p.20]. Wat opvalt bij de bestaande informele 'woonwijken' is de omslotenheid van de semi-privé ruimten en de omslotenheid van de semi-openbare ruimte. Dit optimaliseert de mogelijke privacy: iedereen kan zijn eigen gang gaan zonder dat dit tot anonimiteit leidt. De semi-openbare ruimte is het gemeenschappelijke territorium van de bewonersgroep. Dit territorium heeft meestal één (of een beperkt aantal) toegang(en). De groep beheert de ruimte en werkt samen voor het behoud en onderhoud. Het ideale aantal lijkt tussen de 10 en 30 woningen te liggen [Timmeren, 2000]. Een belangrijk gevolg van lichte stedenbouw blijft echter dat het ruimtebeslag per woning flink groter is dan de nu gangbare. In plaats van 35 woningen per hectare zullen per hectare slechts tussen de 10 en 20 woningen mogelijk zijn.

¹⁸ De rijksoverheid heeft geen zeggenschap over de cruciale factor bij het Wilde Wonen: de grond. Die is in handen van de gemeenten en die zien het als mogelijke bron van inkomsten. Onderzoek door Rigo Research en de Vereniging van Eigen Huis bleek dat de kavels voor eigenbouw duurder zijn dan de grond onder koopwoningen van projectontwikkelaars (afhankelijk van de plaats in Nederland tussen de

1,6 en de 2,2x zo duur; bij een vierkante meterprijs voor bouwgrond tussen de 137 en de 655 Euro) [Hulsman, 2005].

¹⁹ Te denken valt aan recreatiewoningen, woonschepen, volkstuinen en woningen met een korte levensduur zoals containerwoningen. Veelal betreft het woonvormen die op dit moment gedoogd worden (bijv. Ruigoord).

²⁰ De informele woonvormen zijn op te delen naar drie locatietypen: wonen in de stad (woonboten), wonen aan de rand van de stad (volkstuinen, recreatiewoningen, woonboten, barakken) en wonen in het groen (geclusterde groeperingen recreatief wonen) [Dorst et al., 1996].

Bijlage VIII

Samenvatting Achtergrondstudie: Transport varianten

Afvalwater (gerelateerde) stromen:

Configuraties voor het transport van afvalwater (en de daaruit voortkomende stromen: gft afval en energieopwekking uit afval) op de schalen groter dan die van de woning:

1. Al het afvalwater wordt verzameld en afgevoerd via één riolering naar een centraal gelegen rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI); gft centraal per as ingezameld;
2. Als 1, met afkoppeling van regenwater (infiltratie ter plekke); energierterugwinning in de RWZI ten behoeve van de processen c.q. procesoptimalisatie;
3. Als 2, met afkoppeling en gebruik van regenwater (gescheiden stelsel) en energie terugwinning in de RWZI, terugggebracht naar de gebouwde omgeving als warmte/elektriciteit;
4. Het zwarte afvalwater wordt met behulp van het riool naar een centraal gelegen verwerkingsinstallatie getransporteerd. Het grijze afvalwater wordt via een leidingennetwerk naar een decentraal gelegen verwerkingsinstallatie getransporteerd. Gft inzameling per as, centrale compostering of vergisting;
5. Zwart- en grijs afvalwater apart inzamelen. Het zwarte water wordt met behulp van een waterbesparend toilet in combinatie met een booster ingezameld en via een leidingennetwerk naar een decentraal gelegen verwerkingsinstallatie getransporteerd. Het gft afval wordt naar dezelfde decentrale verwerkingsinstallatie gebracht en verwerkt. Het grijze water wordt via een apart leidingennetwerk naar een decentraal gelegen verwerkingsinstallatie getransporteerd¹. Opgewekte energie wordt benut ten behoeve van processen binnen het zuiveringssysteem, en zo mogelijk voor de nabije gebouwde omgeving;
6. Zwart en grijs afvalwater apart inzamelen, het zwarte water wordt met behulp van een vacuüm leidingstelsel en -toiletsysteem ingezameld en decentraal behandeld. Het gft afval wordt naar dezelfde decentrale verwerkingsinstallatie gebracht en verwerkt. Het grijze afvalwater wordt via een apart leidingstelsel ingezameld en decentraal behandeld (op buurt of wijkschaal). Opgewekte energie wordt benut ten behoeve van processen binnen het zuiveringssysteem, en zo mogelijk voor de nabije gebouwde omgeving;
7. Zwart en grijs afvalwater apart inzamelen, het zwarte water wordt met behulp van een vacuüm leidingstelsel en vacuümtoilet ingezameld en decentraal behandeld. Het gft afval wordt naar dezelfde decentrale verwerkingsinstallatie gebracht en verwerkt. Het grijze afvalwater wordt via een apart leidingstelsel ingezameld en decentraal op woningschaal behandeld. Opgewekte energie wordt benut ten behoeve van processen binnen het zuiveringssysteem, en zo mogelijk voor de nabije gebouwde omgeving;
8. Verdergaande scheiding zwart en grijs afvalwater: de feces en de urine worden gescheiden ingezameld door middel van een separeertoilet. Het gft afval wordt naar dezelfde decentrale verwerkingsinstallatie gebracht en verwerkt. Opgewekte energie benutten ten behoeve van processen, en zo mogelijk voor de gebouwde omgeving;
9. De feces en de urine worden zonder water ingezameld, met behulp van een compost-toilet. Het gft afval wordt lokaal gecomposteerd.

De omschreven transportopties zijn te toetsen aan bepaalde criteria: milieutechnisch, ruimtelijk en sociaal (hoofdstuk 12.2, 12.3 en 12.4), al dan niet opgesplitst in de deelaspecten (tabel 15.1; tabel 15.2; tabel 15.3) [vergelijk Sidler, 1998; Otterpohl et al., 1999; Siemensma, 2000; Timmeren et al., 2003a]².

	milieutechnisch criterium	onderdeel	transportoptie								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
12.2.2	minimale vervuiling		-	-	-	+/-	+	+	+	+	+
12.2.3	sluiten stofkringlopen	verdunding tijdens inzameling	-	-	-	-	+/-	+	+	+	++
		gescheiden inzameling / transp.	-	-	-	+/-	+	+	++	++	+
12.2.4	optimalisatie grondstoffen	gebruik van water	-	-	-	-	+/-	+	+	+	++
12.2.5	minimaal energieverbruik	transport	-	-	-	-	+/-	+	+	+	++
		netto verbruik behandeling	-	-	-	-	+/-	+	+	+	-
12.2.6	gezondheidsgaranties	werkelijke hygiëne	++	++	+/-	++	+	+	+/-	+	+/-
		beleving van de hygiëne	+	+	+	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	-
12.2.7	voorzieningszekerheid		++	++	++	++	+	+	+	+	+
12.2.8	toekomstwaarde / flexibiliteit	toekomstwaarde	+/-	+/-	+	+	+	+	+	+	+/-
		flexibiliteit	+	+	+	+/-	+	-	-	-	+/-
12.2.9	incasseringsvermogen		++	++	+	+	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-

Tabel 15.1; toetsing transportopties aan milieutechnische criteria; in grijs de gekozen variant.

	ruimtelijk criterium	onderdeel	transportoptie								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
12.3.2	inpasbaarheid woonomgev.		+	+	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	-	-
12.3.3	optimalisatie ruimtegebruik	voorzieningen in woning	++	++	+	+	+/-	+/-	+/-	-	++
		voorzieningen buiten woning	+	+	+/-	+/-	+	+	nvt	-	nvt
12.3.4	afscherming vandalisme		++	++	+	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+
12.3.5	toegankelijkheid actoren		++	++	+	+	+	+	+	+	-
12.3.6	optimalisatie transport		--	--	-	-	+	+	++	+	nvt
12.3.7	aanpasbaarheid / uitbreidb.		+	+	+	+	+/-	+/-	-	+/-	-
12.3.8	esthetische kwaliteit		-	-	+/-	+	+	+	+	+	-

Tabel 15.2; toetsing transportopties aan ruimtelijke criteria; in grijs de gekozen variant.

	sociaal criterium	onderdeel	transportoptie								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
12.4.2	gebruiksgemak	toiletgebruik	+	+	+	+	+/-	+/-	+/-	+/-	-
		onderhoud toilet	+	+	+	+	+	+	+	+	-
12.4.3	comfort	verstoppingen	+	+	+	+/-	+	+/-	+/-	+/-	+
		hinder van verwerkingsinstall.	+	+	+	+/-	+/-	+/-	-	-	-
		ontwerp toilet	+	+	+	+	+	+/-	+/-	+/-	-
12.4.4	kosten	kosten inzameling in huis	+	+	+	+/-	+/-	+/-	+/-	-	+/-
		transportkosten	-	-	-	+/-	+	+	+	+	+
12.4.5	machtiging / empowerment		+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+	+/-	+
12.4.6	leesbaarheid	Informaliteit (gevolgen gebr.)	-	-	-	+/-	+	+	++	+	++
		imago	+/-	+/-	+/-	+	+/-	+/-	+/-	+/-	-

Tabel 15.3; toetsing transportopties aan milieutechnische criteria; in grijs de gekozen variant.

Transport opties vast afval

In de Nederlandse situatie bestaan samengevat de volgende transportopties met betrekking tot de vaste afvalverwerking³ (ook voorbeelden van mogelijke combinaties):

1. Conventioneel; per vrachtwagen / ongescheiden opgehaald (& geen directe gewicht kostprijs relatie); overige scheiding d.m.v. individueel initiatief naar papier- & glasbakken en evt. recycleercentra/-bedrijven,
2. Innovatief; ondergrondse afvalafzuiging; ongescheiden of evt. gescheiden; gecontroleerde toegang en evt. betaling naar gebruik⁴,
3. Verbeterd conventioneel; als (1); met uitbreiding d.m.v. retourettes bij supermarkten en/of gescheiden ophalen van groen, papier, e.d.; centrale verwerking van bijv. groente, fruit & tuinafval t.b.v. compostering of vergisting; geen betaling naar gebruik, gewicht of hoeveelheid geproduceerd afval,
4. Verbeterd organisch / anorganisch; als (3), met splitsing org./anorg. in de directe omgeving (wijk); gebruik van al het organische materiaal voor compostering en grondverbetering of decentrale biogasopwekking; betaling naar gebruik (bijvoorbeeld op grond van het aantal legingen)⁵,
5. Verbeterde scheiding aan de bron (buurt-retourette); als (4), met opsplitsing org./anorg. in de woning; gebruik van al het organische materiaal (inclusief zwart afvalwater en parkafval) voor decentrale biogasopwekking; betaling naar gewicht (hoeveelheid geproduceerd afval of gereduceerde restafvalstroom).

¹ Naast plaatselijke zuivering ook lozing /infiltratie ter plekke van behandeling.

² Gehighlight is de voor de Case studie Lanxmeer, Culemborg gekozen transportoptie (nr. 5).

³ In de transportopties voor de afvalwaterstroom is de verwerking c.q. het transport van het organische

afval (gft afval) meegenomen in de varianten.

⁴ Van deze transportoptie is op dit moment nog maar één voorbeeld in Nederland te vinden: Almere (in enkele andere steden, zoals Arnhem, zijn vergevorderde plannen om in het centrum een dergelijk systeem aan te leggen.

⁵ Er is sprake van gemeenten waar specifieke maatregelen van kracht zijn. Veelal betreft het de invoering van het zogeheten 'Diftar' systeem: betaling van de aangeboden afval door de veroorzaker, afhankelijk van de hoeveelheid afval, gemeten in gewicht, aantal zakken of aantal legingen.

milieutechnisch criterium	onderdeel	transportoptie				
		1	2	3	4	5
12.2.2	minimale vervuiling	-	+/-	+	++	++
12.2.3	sluiten stofkringlopen	vermenging tijdens inzameling	+/-	+	+	+
		hergebruik (ter plaatse)	-	-	-	+/-
12.2.4	optimalisatie grondstoffen		-	-	+/-	+/-
12.2.5	minimaal energieverbruik	transport	-	--	+/-	+
		netto verbruik behandeling	-	-	+/-	+/-
12.2.6	gezondheidsgaranties	werkelijke hygiëne	+	+	+	+
		beleving van de hygiëne	+	+	+	+/-
12.2.7	voorzieningszekerheid		++	-	+	+
12.2.8	toekomstwaarde /flexibiliteit	toekomstwaarde	+/-	+	+	+
		flexibiliteit	+	-	+	+/-
12.2.9	incasseringsvermogen		+	-	+/-	+/-

Tabel 15.4; toetsing transportopties aan milieutechnische criteria; in grijs de gekozen variant.

ruimtelijk criterium	onderdeel	transportoptie				
		1	2	3	4	5
12.3.2	inpasbaarheid woonomgeving		+	-	+	+/-
12.3.3	optimalisatie ruimtegebruik	voorzieningen in woning	+	++	+	+/-
		voorzieningen buiten woning	+/-	+	+	+/-
12.3.4	afscherming vandalisme		+	+/-	+/-	+/-
12.3.5	toegankelijkheid actoren		++	+	++	+
12.3.6	optimalisatie transport		-	++	+	+
12.3.7	aanpasbaarheid / uitbreidbaarheid		+	-	+	+/-
12.3.8	esthetische kwaliteit		-	++	+/-	+

Tabel 15.5; toetsing transportopties aan ruimtelijke criteria; in grijs de gekozen variant.

sociaal criterium	onderdeel	transportoptie				
		1	2	3	4	5
12.4.2	gebruiksgemak	afvalinzamelingsbak(ken)	+	++	+	+
		onderhoud	+	+/-	+	+
12.4.3	comfort	verstoppingen / ophoping	+/-	-	+/-	+/-
		hinder van verwerkingsinstall.	+	+/-	+/-	+/-
12.4.4	kosten	kosten inzameling	+/-	--	+/-	-
		transportkosten	+/-	-	+/-	+
12.4.5	machtiging /empowerment		-	+/-	+/-	+
12.4.6	leesbaarheid	Informaliteit (gevolgen gebruik)	-	-	+/-	++
		imago	-	+	+/-	+/-

Tabel 15.6; toetsing transportopties aan milieutechnische criteria; in grijs de gekozen variant.

Bijlage IX

Samenvatting Achtergrondstudie: Decentrale systemen; oplossingsprincipes onderdeel sanitatie

Indien een afvalwaterstroom van voldoende 'kwaliteit' is kan deze (zonder of met geringe behandeling), worden benut voor een tweede toepassing in het huishouden, voordat deze de woning dan wel het gebouw verlaat. Dit wordt aangeduid als cascadering¹. Aan cascade-systemen kleven, naast het voordeel van (drink)water- besparing, enkele nadelen. Zo vergt een cascade-systeem technische vernieuwingen, is er meer leidingwerk benodigd en zijn buffertanks vereist voor de verschillende waterkwaliteiten. Daarnaast is voor compressie en besturing een kleine hoeveelheid extra energie benodigd². Een cascaderingsvoorbeeld is het gebruik van grijs afvalwater (na lichte zuivering) ten behoeve van toiletspoeling of voor de wasmachine³.

Voor een kansrijke implementatie is scheiding aan de bron in twee of mogelijk zelfs drie componenten aan de orde (zie hoofdstuk 15.3.2). Voor een scheiding in drie componenten (transportoptie 8) geldt dat de meeste (oplosbare) nutriënten zich in de urine bevinden, dat het gestelde hygiënegevaar vrijwel geheel van de fecale afscheidingen komt, en dat (huishoudelijk) afvalwater dat niet vermengd is met menselijk afval (feces, urine) een uitstekende bron is voor snel en eenvoudig te bewerkstelligen hoge kwaliteitshergebruik⁴.

De methoden voor afvalwaterzuivering zijn:

1. Biologische methoden:
 - a. Anaërobe,
 - b. Microaërofele,
 - c. Aërobe,
 - d. Anoxische,
 - e. Geïntegreerde systemen.
2. Fysische-chemische methoden:
 - a. Fysische scheidings/concentreringsmethoden,
 - b. Chemische precipitatiemethoden.
3. Landgebruik, cq gebruik van de bodem.
4. Geïntegreerde biologische methoden op basis van chemisch-fysische methoden.

¹ Als water meer dan één functie vervult en daarbij op verschillende momenten uit de keten kan worden gehaald om een zuivering te ondergaan [VNCL, 1991].

² Tegelijkertijd kan er uit de afvalstroom warmte worden teruggevoerd [Terpstra, 1997].

³ Het aantal toepassingen van grijswater voor huishoudelijk gebruik is beperkt. Daarbij komt dat huishoudelijk afvalwater dat een tweede toepassing krijgt geur- en hygiëneproblemen kan geven, waardoor zuivering noodzakelijk wordt. Door problemen als gevolg van het bij de installatie per ongeluk verbinden van de twee waterkwaliteiten zijn

dubbele netten sinds enige jaren door het ministerie voor onbepaalde tijd verboden.

⁴ Een belangrijke voorwaarde voor alle systemen is de heroriëntering op het gebruikte materiaal voor de nieuwe en bestaande leidingen om vervuiling met zware metalen (koper, zink) te voorkomen.

Ad. 1.a. Biologische methoden;

Een anaërobe methode houdt in dat energie toegevoegd moet worden aan het proces om de zuivering op gang te brengen c.q. in gang te houden⁵. Met de anaërobe zuiverings c.q. gistingmethode is vrijwel nooit een volledige zuivering te verkrijgen, aangezien voornamelijk organische vervuiling wordt verwijderd [Lettinga, 1997]. De methode wordt dan ook gebruikt tezamen met andere. Veelal wordt een anaërobe behandelingstrap ingezet als een voorbehandelingsstap⁶. Anaërobe behandelingsmethoden voldoen vooral aan de eis van geringe kwetsbaarheid. Het proces kan leiden tot een vermindering van de uitstoot van broeikasgassen, mits het ontstane biogas wordt opgevangen en als hernieuwbare energiebron wordt gebruikt. Met name voor de behandeling van verschillende typen industrieel afvalwater worden steeds vaker anaërobe methoden toegepast⁷. Er bestaan verschillende soorten vergistingssystemen voor afvalwater, waaronder de 'gewone' septic tank, een Upflow Anaërobic Sludge Blanket (UASB) en expanded bed filter. Een gemeenschappelijke eigenschap is het afbraakprincipe van afvalstoffen: in afwezigheid van zuurstof breken anaërobe bacteriën de afvalstoffen af, waarbij CO₂ en CH₄ (methaan) gevormd wordt⁸.

Ad. 1.b. c. d. Microaërofiële, -aërobe en anoxische methoden;

Bij micro-aërobe methoden wordt gebruik gemaakt van biologische processen (micro-aërofiële organismen) waarbij elementair zuurstof gebruikt wordt⁹. Voor toepassing van het effluent van microaëroob behandelde (afval)waterstromen (anaërobe effluenten, verdunde afvalwaterstromen, regenwater) is meestal een verdere behandeling noodzakelijk [Lettinga, 1997]. Andere voorbeelden van micro-aërobe systemen zijn Oxidatiebed, Bijrijder, Langzame zandfiltratie, helofyten-filters¹⁰, vloeikassen¹¹ vloeivelden c.q. zuiveringsvijvers¹² en onderdelen van reactorconcepten zoals de Living Machine.

⁵ Het is van belang dat de (afval)waterstroom een hoge concentratie afbrekbare stof heeft. De reactor kan hierdoor kleiner van afmeting worden, wat scheelt in het energieverbruik (voor het op temperatuur brengen van de (afval)waterstroom en het op temperatuur houden van de reactor).

⁶ Deze (voor)zuiveringsmethode wordt door deskundigen op het gebied van afvalzuiveringsmethoden onrechtvaardig vaak gezien als een proces dat een geringe stabiliteit koppelt aan een relatief laag zuiverings-effect, en daarom per definitie niet geschikt is voor de behandeling van weinig geconcentreerd en/of koud afvalwater. De aversie vanuit de hoek van de conventionele (aërobe) zuiveringstechnologie uit zich in de regelgeving in bepaalde gebieden; zo wordt bijvoorbeeld de lozing van de afvoer van een septic tank op het riool niet toegestaan.

⁷ De initiële investeringskosten voor kleinschalige projecten zijn bij anaërobe vergisting veel lager dan die voor actieve slib systemen.

⁸ Het grootste nadeel van de techniek is dat het gevormde slib nog steeds significante hoeveelheden nutriënten bevat en niet zonder meer geloosd kan worden. Wel kan dit slib worden gebruikt als meststof in de landbouw indien daarvoor een afzetkanaal kan worden gevonden.

⁹ De toepassing beperkt zich voornamelijk tot de verwijdering en omzetting van sulfiden in terugwinbaar elementair zwavel. De micro-aërobe methoden zijn mogelijk toe te passen voor de nabehandeling van het effluent van anaërobe installaties of voor de directe behandeling van zeer weinig verontreinigde afvalwaterstoffen en voorbehandeling van huishoudelijk afvalwater.

¹⁰ Helofytenfilters zijn kunstmatige moerassen ten behoeve van het zuiveren van water. Helofyten zijn moerasplanten die wortelen in de bodem en waarvan de onderste plantendelen zijn ondergedoken, terwijl bladeren en bloemen boven het water uitsteken. Toegepaste soorten zijn riet, kalmoes, mattenbies en grote lisdodde. Op grond

van de doorstroming van het afvalwater wordt onderscheid gemaakt tussen drie typen helofyten filters [Van Hall Instituut, s.d.]: verticaal doorstroomd (of: infiltratieveld); horizontaal doorstroomd (of: rietwortelzone systeem); en vloeivelden. Afvalwater wordt met een helofytenfilter als volgt behandeld: het (grijze) afvalwater wordt via een vetvanger naar een buffervat geleid, en via een pomp (volume of tijds-proportioneel) wordt een rietbak bevoeid. Deze rietbak heeft een oppervlakte van minimaal 3 m² per persoon, bij vertikale bevoeding en 10 m² p.p. bij horizontale bevoeding [Van Oirschot, 1994].

¹¹ Een vloeikas is een compacte vorm van een infiltratieveld, ook wel infiltratiebed genoemd. Het is als systeem te plaatsen in bijvoorbeeld een serre. Per persoon vraagt het systeem ca. 1 à 1,5 m² aan vloeroppervlakte. De verblijftijd van het afvalwater is tussen de 1,5 tot 3 uur, waarna het effluent geloosd kan worden op het oppervlaktewater (mits voldaan wordt aan geldende

Aërobe systemen vragen in vergelijking met anaërobe systemen meestal meer onderhoud en beheer (regeling) en zijn daarmee arbeidsintensiever¹³. Bovendien is de werking van aërobe systemen veelal afhankelijk van toevoer van energie en dient het zogenaamde surplusslib behandeld dan wel afgevoerd te worden. Voorbeelden van aërobe processen zijn de algenuivering¹⁴, percolatiefilters en submerged fixed film filters.

Een percolatiefilter is (in beginsel) een eenvoudige techniek om met beperkte middelen een redelijk goede zuivering te bewerkstelligen. In het filter wordt afvalwater over een medium, begroeid met micro-organismen, gesproeid, waar het langzaam doorheen sijpelt. Tijdens dit proces wordt het afvalwater gezuiverd¹⁵. Het aërobe afbraakproces noodzaakt een open opstelling zodat voldoende zuurstof kan toetreden, met als gevolg dat in zomermaanden mogelijk overlast van insecten en geur kan optreden.

Submerged fixed film filters lijken qua kosten, grootte van het systeem en zuiveringswijze redelijk veel op overige aërobe systemen. Het verschil is dat het zuiverend medium, de microorganismen, niet vrij door de vloeistof zweven en zich vermenigvuldigen, maar net als bij een percolatiefilter, op een medium vast zitten (bijvoorbeeld zand). Gevolg is dat een veel kleinere slibproductie plaatsvindt¹⁶.

Ad. 1.e. Geïntegreerde biologische systemen;

Bij toepassing van op natuurlijke processen gebaseerde decentrale afvalwater zuiveringsmethoden is vrijwel altijd (bewust of onbewust) sprake van een combinatie van de principes van de verschillende biologische systemen. Een voorbeeld is een aërobe installatie waarbinnen het 'actief slibvlokken', ook anoxische of zelfs anaërobe condities kunnen heersen.

verordeningen). Door het koppelen aan een visvijver (voor de lozing) is een goede, natuurlijke controle voor de waterkwaliteit mogelijk (zoals bij een dergelijk proefsysteem bij 'De 12 ambachten'). Het systeem is een goede aanvulling voor huishoudens waar ook een composttoilet in gebruik is, ten behoeve van het overige afvalwater [Sandberg, 1996].

¹² Een vloeiveld wordt ook wel stromingsmoeras genoemd. Ze bestaat uit een (ondiepe) sloot of vijver, beplant met helofyten. Er is sprake van een horizontale doorstroming langs de bovengrondse plantendelen. Het te zuiveren water doorloopt het vloeiveld met een verblijftijd van tussen de 7 en 14 dagen, waarbij het vaak wordt gemengd met oppervlaktewater dan wel eerder gezuiverd afvalwater. De zuiverende werking van het helofytenfilter berust binnen dergelijke systemen op het laten bezinken van zwevend stof, diffusie van opgeloste stoffen naar de bodem, mineralisatie van organisch materiaal, nutriënten opname door micro-organismen en vegetatie, en bacteriële omzetting en vastlegging

in de bodem. De verwijderingspercentages kunnen sterk verbeterd (nagenoeg verdubbeld) worden door de vloeivelden afwisselend onder water te zetten en droog te laten vallen. Vloeivelden vragen een relatief groot ruimtegebruik, al kunnen ze eenvoudig gecombineerd worden met parkachtige gebiedsinrichtingen. De planten moeten één keer per jaar gemaaid worden. In de winter staat het zuiveringsproces nagenoeg stil.

¹³ Bij meer kleinschalige gedecentraliseerde afvalwaterbehandeling blijft de aërobe methode wel een goede oplossing voor de nabehandeling van anaërobe effluënten [Lettinga, 1997].

¹⁴ In de voorzuivering vinden ook enkele anaërobe processen plaats, maar de hoofdzuivering met algen is aëroob. De in ontwikkeling zijnde concepten op basis van algenuivering (algenuivering geïntegreerd in gevels; [Luising, 2001]) zijn ook als geïntegreerde systemen op te vatten.

¹⁵ Het proces is geschikt om toe te passen voor afvalwater dat al een voorbehandeling heeft ondergaan, aangezien het een tamelijk lage

zuiveringsgraad bereikt in vergelijking met andere systemen. De operationele kosten zijn door het energetisch economische proces tamelijk laag. Stikstof en fosfor worden slechts beperkt verwijderd. Door het afvalwater meerdere malen rond te pompen kan een hoge mate van zuivering worden bereikt, echter, de behandeltijd neemt daardoor exponentieel toe. Door de weinig geconcentreerde wijze van behandelen neemt de methode tamelijk veel ruimte in als het gaat om geringe hoeveelheden. Zodra echter de hoeveelheid afvalwater toeneemt, neemt de benodigde ruimte per persoon snel af.

¹⁶ Door het afvalwater van onderaf opwaarts te laten stromen, wordt het medium bij voldoende snelheid als het ware vloeibaar, en vindt door het zeer grote contactoppervlak snelle afbraak van afvalstoffen plaats. Een bijbehorende oxygenerator zorgt voor voldoende zuurstof voor aërobe afbraak. Stikstof en fosfor verwijdering ligt wel enkele tientallen procenten lager dan bij aërobe zuivering.

Andere voorbeelden van geïntegreerde biologische systemen zijn helofyten filters (horizontaal¹⁷ en verticaal doorstroomd¹⁸), langzame zandfilters, moeras- c.q. vloeivelden en vijversystemen. Deze systemen kunnen op zowel lokale als decentrale schaal goed toegepast worden voor de behandeling van minder vervuild water (grijswater) en effluenten van anaërobie voorbehandelingsinstallaties. Onder meer gematigde klimatologische condities worden deze systemen niet aanbevolen voor de directe behandeling van huishoudelijk afvalwater.

Op een meer lokaal schaalniveau (woningniveau) vinden we composttoiletten. Het grootste voordeel is een aanzienlijke reductie in het watergebruik en een sterke beperking van de kans op verspreiding van ziektekiemen. De nadelen van composttoiletten wegen voor veel mensen meestal zwaarder. Zo vragen de gangbare, niet elektrisch gevoede composttoiletten relatief veel ruimte, is sprake van een grotere arbeidsintensiteit en wordt door veel gebruikers een verlies aan gebruiksgemak ofwel comfort als reden opgegeven. Mogelijk interessant is de compostering op een groter, zij het nog decentraal schaalniveau ten behoeve van grondverbetering of biogaswinning.

Ad. 2 Fysisch-chemische methoden:

Deze methoden worden vooral gebruikt voor de terugwinning van bruikbare bijproducten zoals ammoniak, zwavel en fosfaat uit afvalwater (deel)stromen. Vaak is het de enige manier om specifieke toxische deelstromen bij de industrie te behandelen. Voorbeelden van fysisch-chemische methoden zijn:

- a. chemische vlokking,
- b. chemische/fysische voorbehandeling zoals ozonisatie,
- c. fysische methoden zoals scrubben adsorptie en strippen,
- d. fysisch-chemische desinfectiemethoden zoals chloring en UV-bestraling,
- e. filtratieprocessen zoals snelle zandfiltratiesystemen,
- f. membraanprocessen (scheidingstechnologie),
- g. flotatie.

Membraanprocessen worden steeds interessanter door dalende kosten¹⁹. Op vergelijkbare manier als bij een submerged fixed film filter wordt het afvalwater gezuiverd, waarna slib van water wordt gescheiden door middel van een membraanfilter. Op deze wijze kan een zeer hoge graad van zuivering verkregen worden op een beperkt oppervlak.

Ad. 3 Landgebruik, cq gebruik van de 'bodem':

Deze groep betreft meestal verfijnde methoden om effluenten verder te behandelen voor zeer hoogwaardige hergebruik (drinkwater). Via een (na)behandeling met de zogenaamde landbehandeling en langzame zandfilters kunnen deze eindresultaten behaald worden²⁰.

¹⁷ De werking van een wortelzone-systeem is gebaseerd op riet dat met het sterk in horizontale en verticale richting vertakte wortelsysteem het hydraulisch transport door de bodem vergemakkelijkt. Door het afsterven van wortels ontstaan er buisvormige kanaaltjes, waardoor het afvalwater zijn weg, horizontaal door de bodem vindt. De afvalwatertoevoer van dit systeem vindt continue plaats. Voor een snelle biodegradatie van organische stoffen

is zuurstof benodigd. Aërobie, en anaërobie condities wisselen elkaar af op momenten dat er weinig zuurstof aanwezig is, waardoor de snelheid van biodegradatie en daarmee het zuiveringsrendement vermindert [Van Hal Instituut, s.d.].

¹⁸ Dit wordt ook wel een infiltratieveld genoemd; een helofytenstelsysteem, waarbij het afvalwater over de bodem stroomt en via drains op 60 tot 100 cm diepte wordt afgevoerd. De afvalwatertoevoer

vindt tijdsproportioneel plaats om zo de zuurstof inbreng te garanderen (via infiltratie en percolatie van water door de filterlagen). Infiltratievelden zijn te beschouwen als langzame zandfilters. De verticale waterbeweging wordt door de bodemopbouw verkregen. Het bodemmateriaal bestaat uit zand (en in recente studies ook incidenteel uit steenwol), waaraan microorganismen zich hechten. Naast de biologische zuiveringsactiviteit van de microorganismen vinden door de filte-

Ad. 4 Geïntegreerde biologisch methoden op basis van chemisch-fysische methoden:

Met name voor het inzetten van biologische methoden in situaties waar het te behandelen afvalwater deelvervuilingen zoals zware metalen bevat kan een combinatie met chemisch-fysische methoden noodzakelijk zijn. Een voorbeeld is chemische precipitatie ten behoeve van de verwijdering van fosfaten, zware metalen, sulfiden, calcium, magnesium en ammoniumzouten. Ook het gebruik van absorptie middelen voor het verbeteren van het biologisch behandlingsproces en membraanprocessen voor het maken van een nog schonere kwaliteit van het gebruikswater uit biologisch behandeld afvalwater of de retentie van bepaalde typen bacterieslibben worden toegepast.

Zuivering tot drinkwater kwaliteit

Er is momenteel nog geen zuiveringstechnologie die adequaat schoon (drinkbaar) water regenereert uit afvalwater [Hanford, 2002]²¹. De laatste stap in het zuiveringsproces van (afval)water, waarbij gezuiverd wordt tot 'drinkwater'-kwaliteit ten behoeve van de dagelijkse hygiëne en voeding is relatief complex en kostbaar. De bekendste technieken zijn [Van Hall, 2001]:

1. Filtratietechniek; gebaseerd op omgekeerde osmose, micro en ultrafiltratie zoals met zeolieten [Melten, 2002] voor het verwijderen van zwevende deeltjes.
2. Oxidatietechniek; met behulp van UV, ozon of waterstofperoxide, voor het zgn. bacterieel reinigen (desinfectie).
3. Actieve koolfiltratie, voor het verwijderen van chemische verontreinigingen.

Kleinschalige systemen van drinkwaterbereiding uit afvalwater worden al jaren toegepast in de ruimtevaart, water- en buitensport, recreatiehuisjes en bij defensie. Diverse leveranciers leveren nu al complete "under the sink installaties", waarbij verschillende technieken in combinatie worden toegepast [Park, 2002].

Per waterkwaliteit kunnen de volgende doelstellingen geformuleerd worden:

- *toevoer- en gebiedsgerelateerd water:*

Watergebruik moet afgestemd zijn op de noodzaak van waterkwantiteit (efficiënt gebruik, geen verspilling) en waterkwaliteit (fit-for-use):

- *drinkwater*

Invoeren van (drink)waterbesparende maatregelen leidt tot een relevante reductie van waterverbruik. De hoeveelheid moet zoveel mogelijk gereduceerd worden, en uit vernieuwbare bron gewonnen worden. Drinkwater alleen inzetten voor toepassingen waar de hoge kwaliteit voor vereist is. Voor drinkwaterbereiding uitgaan van hoge kwaliteit (grond)water om zo veel mogelijk energie en chemicaliën te beperken. Bij decentrale systemen aandacht schenken aan secundaire- en/of subjectieve aspecten, zoals smaak²².

rende werking van het zandpakket ook fysisch-chemische zuiveringsprocessen plaats. Het afvalwater verblijft zo'n 36 tot 50 uur in het filter(systeem) [Schaminée, 1999].

¹⁹ De operatiekosten blijven hoog door de beperkte levensduur van de filters en het hoge energiegebruik. Na ca. twee tot vier jaar zijn de filters versleten en moeten ze vervangen worden. Dit is een relatief eenvoudig proces en kan per filter apart gebeuren zodat het

zuiveringsproces niet helemaal stilgelegd hoeft te worden. De hoge kosten van aanschaf en vervanging zorgen ervoor dat de kosten over 10 jaar bezien aanzienlijk hoger zijn dan voor alternatieve technieken.

²⁰ Eventueel kan het effluent vervolgens nog over marmar geleid worden ten behoeve van een betere smaak [Kristinsson, 2002].

²¹ Daarentegen kan een combinatie van verschillende systemen 'op-maat' en 'on-site' regenwater en/of

afvalwater zuiveren tot water met gebruiks- of zelfs drinkkwaliteit.

²² Het ontbreken van smaak aan het water werd in het project 'De Kersentuin' in Leidschenrijn (Utrecht) onderzocht. Door het gezuiverde water over marmar te leiden, zo kwam naar voren, wordt het probleem verholpen [Kristinsson, 2002]. Het ging bij dit project om gezuiverd regen- en grijs afvalwater. Uiteindelijk is het systeem niet gerealiseerd.

· *regenwater*

Voorkeur voor opvang, voordat vermenging met andere stoffen/waterkwaliteiten²³ plaats vindt. Toepassen voor hoogwaardige toepassingen (mogelijk zelfs drinkwater, douche/badwater) of tenminste als huishoudwater door middel van een regenwatersysteem. Overstorten voorkomen door afkoppeling van regenwater van het riool dan wel opheffing van het riool en lokale systemen. Criterium dient te zijn dat niet meer regenwater via de riolering afgevoerd moet worden via verhard oppervlak dan strikt noodzakelijk om overstroming te voorkomen.

Ook mag geen verdroging optreden, ofwel ongewenste grondwaterpeilverlaging. Het is noodzakelijk een optimale infiltratie van het regenwater te realiseren ten behoeve van handhaving van grondwaterpeil en –kwaliteit²⁴, zonodig te realiseren via oppervlaktewater, ondergrondse of bovengrondse wadi's of molsgoten. Het water dat infiltreert mag geen verontreinigingen toevoegen om accumulatie in bodem en grondwater te voorkomen.

· *gebiedsgerelateerd (buiten)water*

Bij oppervlaktewater leidt het optimaliseren van de (afzonderlijke) functies meestal tot combineren. Mits goed van kwaliteit en vrij van vermenging met andere, onbeheersbare kwaliteiten bestaan mogelijkheden om het in combinatie met verbeteringen al dan niet tezamen met regenwater in een dubbelnet-systeem als huishoudwater te introduceren. Criterium is dat oppervlaktewater dat het te beschouwen gebied verlaat in principe minimaal dezelfde kwaliteit moet hebben als het inkomend oppervlaktewater.

Bij stedelijk grondwaterbeheer moet voortdurend wegpompen en lozen voorkomen worden. Stedelijk oppervlaktewater is evt. in te zetten als buffer, maar het is beter om het 'wijkkeigen' water niet zondermeer uitwisselbaar in contact te laten zijn met het stedelijk oppervlaktewater, omdat het meestal schoner is. Verharde oppervlakten, dakgoten, straatmeubilair dienen zo schoon mogelijk gehouden te worden (atmosferische depositie verkeer e.d.).

· *huishoudwater*

Bij toepassing moet het uitgangspunt zijn dat water zoveel mogelijk 'fit-for-use' is²⁵, dus niet meer zuiveren dan vereist wordt. Het inzetten van gebruikt water voor gebruiksfuncties met lagere kwaliteitseisen, ofwel cascadering naar (gebruiks)kwaliteit²⁶, is onder gecontroleerde omstandigheden, een goed systeem ontwerp en –uitvoering (realisatie & gebruik) een mogelijkheid. Nadeel is dat het oneindig vaak toepassen van hergebruik en deelzuiveringen niet altijd zondermeer mogelijk is (degradering in kwaliteit). Ook vraagt dit een relatief grote hoeveelheid (technische) infrastructuur in (en om) huis.

· *Afvalwater:*

Scheiding aan 'de bron' in verschillende kwaliteiten dient centraal te staan. Feces en urine moeten zoveel mogelijk gescheiden blijven van water (verduunning) en van (toxische) verontreinigingen (metalen en xenobiotica). Afvalstoffen moeten niet

²³ Dit komt neer op het voorkomen van diffuse bronnen binnen de waterketen. De zogenaamde 'run-off' kan apart gezuiverd worden en het oplossen van metalen kan voorkomen worden door koperen, zinken en loden leidingen en dakgoten (daken) te vervangen door

varianten zonder afgifte van (gevaarlijke) stoffen.

²⁴ De middelingstijd is afhankelijk van de lokale, stedelijke situatie.

²⁵ Dit gaat ook op voor het gebiedsgerelateerde water en de natuurlijke ecosystemen daarin: de samenstelling wordt bepaald door de kwali-

teit van het water. Verandert deze kwaliteit, dan verschuift het evenwicht naar een andere biodiversiteit [Bruggeman, 1995].

²⁶ Een deel van het grijsafvalwater van huishoudens kan, waar nodig na een kleine zuivering, een tweede functie vervullen. Bij voorkeur dient

onnodig aan water toegevoegd worden. Indien toch noodzakelijk, dan aan zo min mogelijk water en daarna zoveel mogelijk weer aan het water onttrekken en beschikbaar maken voor nuttig gebruik. De hoeveelheid afvalwater is te reduceren door de implementatie van waterbesparende appendages, een vacuüm transport systeem of volledige afkoppeling door middel van een composteringssysteem²⁷. Zuivering moet worden toegepast op zo geconcentreerd mogelijke stromen (hoog rendement), en zoveel mogelijk energie-extensief zijn. De zuivering mag niet verder gaan dan strict noodzakelijk is voor een volgende watergebruiksfunctie (lokatie-afhankelijk). Bovendien mag geen verschuiving van onduurzaamheid naar andere milieu 'compartimenten' (of stromen) plaats vinden, zoals van water naar energie, reststoffen of andere emissies. De voorkeur gaat uit naar intrinsieke afbraak c.q. verwijdering boven verplaatsing naar een ander milieucompartment. In geval van gedeelde afvalwaterbehandeling bepaalt de systeemkeuze de grootte. Basis moet zijn energierugwinning, en compacte-, effectieve- en stuurbare zuivering.

- *zwart afvalwater*

De optie van een droog toilet (of bijna droog) geldt als de meest brongerichte oplossing. Het scheiden van feces en urine is een goed alternatief, temeer omdat hergebruik van de nutriëntenrijke urine, zonder de gezondheidskritische fecaliën, mogelijk maakt. Zo kunnen zoveel mogelijk (toelaatbare) nutriëntenconcentraties worden benut. Door een minimale menging met water, en maximale scheiding aan de bron kan het slib-probleem vergaand opgelost worden. Als vermenging met (toxische) verontreinigingen in de voorgaande fasen van de waterketen wordt voorkomen, is slib (na bewerking) als organische grondstof te beschouwen. Het is dan voor landbouwtoepassingen te gebruiken en hoeft slechts bij uitzondering te worden verbrand en gestort.

- *grijs afvalwater*

Grijs afvalwater is, mits niet verontreinigd met schadelijke 'huishoudchemicaliën' zoals chloorbleekloog, slecht afbreekbare detergenten, metalen uit leidingen en verfresten, direct te lozen op oppervlaktewater, eventueel na (lichte) voorbehandeling (bezinking, helofyten, buffering, of filtertechnieken). De lozing van biodegradeerbare verontreiniging mag maximaal gelijk zijn aan het natuurlijk regeneratievermogen van het oppervlaktewater in het desbetreffende deelgebied. Voor niet- of moeilijk biodegradeerbare verontreinigingen kan een reductiefactor 20 aangehouden worden²⁸. Een klein deel kan gebruikt worden bij een zwartwater transport systeem, als het systeem nog gebaseerd is op water als transportmedium.

- *overig*

Speciale aandacht vraagt de toepassing van materialen bij de bouw/aanleg van gebouwen en infrastructuur. Alleen materialen die geen afvalstoffen afstaan aan de vervoerde stromen en bovendien zoveel mogelijk transportrendement (zo min mogelijk verlies) opleveren, mogen gebruikt worden.

dit zonder zuivering plaats te vinden, al is dit vaak moeilijk realiseerbaar, dan wel stuit dit op negatieve comfort- en/of gebruiksconsequenties.

²⁷ In het geval van implementatie van een composttoilet is cascade-ripping van het huishoudelijk (grijze)

water niet langer rendabel, omdat de toepassing ervan te beperkt is. De haalbaarheid van een grijswater systeem lijkt hierdoor beperkt.

²⁸ Al is het beter te streven naar lozing zonder emissie (de zgn. Zero-emissie, of nul-lozing).

²⁹ Om een dergelijk systeem effec-

tiever te maken, moet bij bedrijfsprocessen onderscheid gemaakt worden tussen afvalwater van meer huishoudelijk/organische (goed afbreekbare) aard en afvalwater met toxische stoffen. De laatste groep zou dan aangesloten kunnen worden op een aparte behandeling van afvalwater.

Een andere belangrijke (ruimtelijke) oplossingsrichting is het niet aansluiten van specifieke functies (bedrijven, fabrieken) met enige vuillast (zoals metalen, xenobiotica, BOD of nutriënten) op de rioleringsystemen, decentraal dan wel centraal, van de woningen. Mogelijk kunnen desbetreffende bedrijven worden geclusterd en aangesloten worden op specifieke micronetten en daarop afgestemde (decentrale) behandelings-systemen²⁹. Een dergelijke oplossing ondersteunt de mogelijkheid voor verschillende afvalwaterzuiveringsprincipes (qua methode en schaal) voor de verschillende stedelijke typologieën. Zo kan onderscheid gemaakt worden tussen individuele behandelings-systemen in over regio's verspreide bebouwing, (kleine) decentrale afvalwaterbehandelingsystemen in de kleine woonkernen (zonder de eerder genoemde bedrijvenclusters) en centrale zuivering in compacte bebouwingstypologieën.

Bijlage X

Samenstelling en grootte van stromen

Stroom: ENERGIE

Landelijke gemiddelden /woning:

[ECN; Wildman, 1997]

· Ruimteverwarming	16 GJ
· Warm tapwater	8 GJ
· Koken	1 GJ
· Overige elektriciteit	10 GJ

Stroomgroottes energie:

[Ploeger, 2000; Bak- & Bek onderzoek, Energieneet Nederland 1998]

· elektriciteitsverbruik	-3305 Kwh/phh*jr
· gasverbruik	-1945 m ³ /hh*jr

Stroom: WATER

Water toevoer

Watertoevoer deelstromen:

· drinkwater	water volgens waterleidingswet en het waterleidingsbesluit: "deugdelijk" drinkwater (KIWA / VEWIN)
· huishoudwater	gebruikswater, niet bestemd voor consumptie en gezondheidskritische toepassingen (douche, bad, etcetera)

Opsplitsing (drink)watergebruik:

[NIP0, 1995; SEV; Novem / DuboCentrum, 1999; Moet, 2004; RIONED, s.d.;

Van Hall Institute, s.d.; www.waterfootprint.org/]

	verbruik l/pp/dg	gebr.frequentie
toilet	39	5,8
bad	9	0,18
douche	38,3	0,68
wastafel	4,2	1,08
wassen, hand	2,1	0,05
wassen, machine	25,5	0,28
afwassen, hand	4,9	0,64
afwassen, machine	0,9	0,21
voedselbereiding	2	
overig	8,2	
totaal (Nederland)	134,1 (1995)	
totaal (Nederland)	126 l/p.p./dag (2003)	
	(46 m ³ /p.p./jaar)	

Referentie: Verenigde Staten: 400 liter/dg; Azië, Afrika en Zuid-Amerika: tussen 20-100 liter/dg.

Virtueel watergebruik door alles wat hij consumeert (gem. Ned.) 3.351 liter / dag
(waarvan 82% van buiten Nederland komt)

Stroomgroottes toevoerwater:

[Otterpohl, 2000; sev/Novem/DuboCentrum, 1999; Kop, 1993; Moet, 2004]

- drinkwater ~126 l/pp*jr (2003)
- regenwater ~790 mm/m²*jaar (om in de eigen waterbehoefte te kunnen voorzien komt dit per Nederlander neer op een benodigd dak oppervlak van ca. 30m² en een benodigde opslagcapaciteit van ca. 2 à 3 m³); met grond- en/of oppervlaktewater als suppletie in extreme droogteperiodes).
- verdamping 542 mm /m²*jaar (moet gecorrigeerd worden voor de verschillende functieoppervlakten).

Water afvoer

Organische afval(water) categoriën:

[Lettinga, 1997]

1. Afval(water)stromen van huishoudelijke oorsprong:
 - toilet afvalwater
 - keuken afvalwater
 - overig vervuild (afval)water
 - organisch vast afval
2. Afvalwaters van bedrijven
 - industrieën
 - ziekenhuizen
 - markten
3. Agrarisch afvalwater, o.a.:
 - mest (vast en vloeibaar)
 - spoel- en waswater
4. Industrieel afvalwater
5. Regenwater

Afvalwater deelstromen:

[Siemensma, 2000; Sidler, 1998; sev / Novem / DuboCentrum, 1999]

- 'klassiek' afv.water toilet-, bad-, keuken- en waswater
- 'zwart' afv.water toiletwater
- 'grijs' afv.water bad-, keuken- en waswater
- 'lichtgrijs' afv.water bad- en waswater
- 'geel' afv.water urine en spoelwater
- 'bruin' afv.water feces en spoelwater
- 'slurrie' keukenaafval zonder of met zeer weinig spoelwater
- 'night soil' feces en urine zonder of met zeer weinig spoelwater

Opsplitsing nutriënten in afvalwater:

[Otterpohl, 2000; Esrey, 2000]

	totaal (l/pp*jr	grijswater(%)	urine(%)	faeces(%)
CZV (chemisch zuurstofverbruik)	~30	~41	~12	~47
N (stikstof)	~4-5	~3	~87	~10
P (fosfaat)	~0,75	~10	~50	~40
K (kalium)	~1,8	~34	~54	~12

Stroomgroottes afvalwaters:

[Otterpohl, 2000; CBS 2001 / CBS 2000, Deventer, 1994]

Feces	~50 l/pp*jr	bevat organisch materiaal, pathogenen en de nutriënten N, P, K (stikstof, fosfaat, Kalium)
Urine	~500 l/pp*jr ~1,5 l/pp*d	bevat oplosbare nutriënten zoals N,P,K en een kleine hoeveelheid pathogenen en medicijnresten (maximum)
Grijs water	~25.000 l/pp*jr tot 100.000 l/pp*jr	lage hoeveelheid vervuiling, bevat een kleine hoeveelheid organische en anorganische stoffen, nauwelijks nutriënten
i.e.	· 54 gram BZW · 135 gram CZV · 10 gram Kjeldahl - stikstof	inwonersequivalent; BZW = bio-chemisch zuurstof verbruik; CZV = chemisch zuurstof verrbruik

(1 liter biologisch behandeld afvalwater (conventionele behandeling) moet met 10.000 tot 100.000 liter pathogeen vrij oppervlakte water gemengd worden om aan Europa's minimum eisen voor hygiëne van badwater te voldoen).

Stroom: AFVAL

Afalstromen (organisch en niet-organisch):

- groente, fruit en tuinafval
- groot tuinafval
- grof vuil
- hout
- bouwpuin
- koelapparatuur
- bruingoed
- wit- en bruingoed
- groen glas
- bruin glas
- wit glas
- plastics (**)
- drankenkartons
- plastic flacons
- papier & karton
- textiel
- schoenen
- metalen
- batterijen (oplaadbaar)
- batterijen (niet oplaadbaar)
- inktcartridges, -linten etc.
- asbest
- luiers
- (overig) rest afval

(**) Categoriën plastics:
[Papanek, 1995]

‘Permanent’	For products for which there will be no secondary use. Material characteristics and lasting quality performance are of primary importance. Nylon 66.
‘Re-usable’	Product can be used over and over again unchanged. Complex tools or appliances can be repaired, upgraded in whole or in part.
‘Recyclable’	Mostly Thermoplastics and elastomers, sometimes thermo-setting polymers.
‘Co-Recyclable’	Compatible materials that can be recycled together to form a useful new materiaal.
‘Biodisintegratable’	Plastics that degrade 100% in little time (e.g. less than 2 months) after being discarded.
‘Biodegradable’	100% biodegradable are -PHA (polyhydroxalkanoate), PHBs (polyhydroxibutryrates). PHA can be moulded, melted and shaped like petroleum based plastics, and have the same flexibility and strength.
‘Bioregenerative’	Polycaprolactone film; it completely biodegrades within 3 months, leaving no residues.
‘Bioenhancing’	Carry additives to stimulate plant growth or prevent erosion in arid climates, carry plant seeds etc.

Organische afvalstromen (niet zijnde afvalwaterstromen) tbv biogas winning te gebruiken:
[Fraanje, 2000; Sidler, 1998]

· ‘gft’	groente, fruit & tuinafval
· ‘BSH’	bouw- en sloophout
· ‘RH’	resthout uit houtverw.industrie
· ‘SH’	snoeihout
· ‘PPA’	park- en plantsoenafval
· ‘DH’	dunningshout
· ‘VH’	verpakkingshout
· ‘AR’	argrarische residuen (bijv. stro)
· ‘GG’	bermgras
· ‘EG’	energiegewassen

Opsplitsing afval:
[Ploeger, 2000]

Niet gescheiden ingezameld	54,6%(***)
Huishoudelijk restafval	83,6%
Grof huishoudelijk restafval	15,3%
Verbouwingsafval	1,1%
	(=100%)
Gescheiden ingezameld	45,4%
GFT	41,0%
Papier/karton	27,8%

Verpakkingsglas	8,9%
Vlakglas	0,08%
Textiel	1,2%
KCA	0,6%
Metalen verpakkingen	0,1%
Overige metalen	1,8%
Kunststoffen	0,06%
Wit- en bruingoed	0,7%
Grof tuinafval	8,0%
Meubilair	0,2%
Hout	2,0%
Puin	5,5%
Asbest	0,2%
Overige	1,7%
	(=100%)

(**) Inhoud van een vuilniszak c.q. container in Nederland:

[Euroforum / Samson, 2000; Van Osch, 1999]

Gft	31,7%
Papier	31,4%
Plastics	11,2%
Glas	3,3%
Staal	3,4%
Andere metalen	0,8%
Kleden en matten	0,9%
Hout	2,1%
Brood	2,1%
Dierlijk afval	1,6%
Textiel	2,9%
Bijzonder afval	0,4%
Leer en rubber	0,9%
Keramiek	7,1%
Klein chemisch afval	0,4%
	(=100%)

Stroomgroottes afval:

[Otterpohl, 2000; CBS 2002 / CBS 2003, Ploeger, 2000; Sidler, 1998; 1999]

Groente / Fruitafval	~0,5 kg/pp*d	bevat organisch materiaal en nutriënten 1,4 miljard kilogram totaal (2003)
Tuinafval	~8.103 kg/ha	organisch materiaal waaronder het moeilijk afbreekbare cellulose en nutriënten
GFT-afval (totaal)	92 kg/pp*jr	stedelijke gebieden: 27 kg/pp*jr; landelijke gebieden: 145 kg/pp*jr
Glas-afval	~20 kg/pp*jr	320 duizend ton totaal
Papier-afval	~70 kg/pp*jr	0,9 miljard kilogram totaal (2003)
Afval (alg.)	~551 kg/hh*jr	8,9 miljard kilogram totaal (2003)

Bijlage XI

Technische infrastructuur; ketenonderdelen, leveringsvarianten

Elektriciteitsnet

Elektriciteits-soorten leveringsvarianten:

1. AC (Alternating Current; wisselstroom);
2. DC (Direct Current; gelijkstroom);
3. Laag voltage (LV) (<60V);
4. Hoog voltage (HV) (>60V).

Ketenonderdelen	doorsnede (opp.) (mbt kabels) [mm ²]	economische levensduur [jaar]	technische levensduur [jaar]
· LS kabels (230 V)	630 –1200 (Al)	40	100
· MS kabels (10kV)	16 (Cu) –600 (Al)	40	100
· HS kabels (>110 kV)	50 –150 (Al)	40	100
· onderstations			
· (HS/MS transf.)	40	40	
· transformatoren MS/LS	40	40	
· transformatorbehuizing			
· invertors			
· energiecentrales			
· div. extra energiebronnen			
· (indiv.) opslagsystemen			

Een elektriciteitskabel bestaat uit één of meer geleiders die afzonderlijk of samen omgeven zijn door isolatiemateriaal. Een geleider met zijn isolatie wordt ader genoemd. Zijn er meer aders, dan zijn deze spiraalvormig samengeslagen tot een zogenaamd kabelziel. Om de kabelziel ligt een mantel van één of meer beschermende en isolerende lagen. De isolerende lagen zijn gemaakt van rubber, PVC, PE (polyetheen) of in olie gedrenkt papier. De dikte van deze isolatielaag wordt bepaald door de spanning op de kabel. Hoe hoger de spanning, hoe dikker de isolatie. In de beschermende lagen bevinden zich verschillende materialen, zoals lood, staal of asfalt-jute. Als geleider wordt tegenwoordig in de midden- en laagspanningsnetten aluminium (massief) gebruikt. Vroeger zijn ook veel koperen leidingen (geslagen kabel) geplaatst. De levensduur van de elektriciteitsleidingen is ongeveer 80 jaar, gebaseerd op van de veroudering van de isolator [NUON TPC, 2002].

Gas-net

Gas-soorten:

1. aardgas;
2. biogas;
3. waterstofgas.

Ketenonderdelen:

- districtstations
- dienstleidingen (40-70 bar)
- hoge druk (HD-)leidingen (1-8 bar)
- lage druk (LD-) leidingen (100 mbar)
- koppel- en verdeelstukken (lassen, moffen, afsluiters, vertakkingen)
- opslagtanks en -zakken
- behandelings faciliteiten (t.b.v. desulfatiseren, olorisatie, etc.)

De transportleidingen zijn van staal en hebben grote diameters (tussen de 324 en 1434 mm). Distributieleidingen zijn van staal of kunststof en hebben middelgrote diameters (60 – 324 mm). De lage drukleidingen hebben kleine standaard diameters (25-60 mm) [NUON TPC, 2002].

Levensduur

De economische levensduur van de leidingen bedraagt 25 jaar, de technische levensduur ca. 50 jaar. De economische levensduur van de districtstations bedraagt daarentegen slechts 15 jaar, met een technische levensduur van 25 jaar.

Warmtenet

Het secundaire en primaire net bestaan uit stalen buizen met een minimale levensduur van 30 jaar. De stalen pijp is geïsoleerd met PUR-isolatie en een HPE-mantel.

Warmte transportmedia:

1. water;
2. olie;
3. lucht.

Ketenonderdelen:

- warmte generator (WKC, WKK, warmtepomp, biomassacentrale, trad. gas- en olietfels)
- regelkamer
- leidingen primair net
- leidingen secundair net (cv)
- leidingen secundair net (tapwater)
- pompen

Toevoer waternet(ten):

Leveringsvarianten huishoudelijk water (lokale waterketen); te analyseren naar productie, transport en distributie [Eck et al., 2000]:

- drinkwater (als enige watersoort) oppervlaktewater;
- drinkwater (als enige watersoort) grondwater;
- drinkwater en huishoudwater (individueel);
- drinkwater en huishoudwater (collectief/gebonden);
- drinkwater en regenwater (individueel);
- drinkwater en regenwater (collectief/gebonden);
- combinaties van 1 of 2 met 3 of 4 en 5 of 6.

Ketenonderdelen:

- transportleidingen
- distributieleidingen primair net (of: hoofdleidingen) (drinkwater)
- dienstleidingen primair net (drinkwater) (drinkwater)
- distributiepompstations

- koppel- en verdeelstukken (lassen, moffen, afsluiters, vertakkingen)
- dienstleidingen secundair net (huishoudwater)

Transportleidingen zijn gemaakt van staal, beton, kunststof of gietijzer. Gietijzer wordt tegenwoordig niet meer gebruikt. Leidingen van staal of gietijzer hebben een bescherm- laag tegen roesten van asfalt of PE (polyetheen). Deze bescherm- laag bevindt zich ook aan de binnenkant. De meeste distributieleidingen zijn van dezelfde materialen gemaakt. Leidingen zijn doorgaans van staal, koper, gietijzer, PVC of PE (polyetheen) of asbestcement; loden buizen komen alleen nog in oudere gebouwen voor.

Rioleringsnet

Gebruiksvarianten (hoogw./laagw.) water [Van Eck et al., 2000]
(opsplitsing vergelijking naar waterinstallatie, functiegebruik en binnenriolering):

- traditioneel (normale, niet aangepaste apparatuur/appendages);
- traditioneel, waterbesparende appendages;
- dubbel net;
- cascadering (gebruik grijs afvalwater t.b.v. laagwaardige toepassingen);
- warmteterugwinning (uit zwart afvalwater en/of grijs afvalwater);
- volledige kringloop; incl. drinkwaterwinning uit afvalwater.

Afvalwater-soorten (zie bijlage X).

Ketenonderdelen:

- pompstation
- hoofdriool leidingen
- nevenriool leidingen
- koppel- en verdeelstukken (lassen, moffen, afsluiters, vertakkingen)
- inspectieputten
- RWZI
- div. alternatieve zuiverings- of verwerkingssystemen (IBA, biogas)

Rioolbuizen worden gemaakt van beton, asbestcement, gres (gebakken klei, een van de oudste materialen voor riolering) of van kunststoffen, zoals PVC en PE (polyetheen).

Bijlage XII

Vormen van infrastructuur: (volgens definiëring hoofdstuk 2.2.1 en [Ruis, 1996; Brosowski, 2002])

1. Transport

- a. landwegen
- b. railverbindingen
- c. vaarwegen
- d. luchthaventerreinen
- e. havens
- f. informatietransmissie
- g. buisleidingstraten

2. Nutsvoorzieningen

- a. drinkwatervoorzieningen
- b. huishoudwatervoorzieningen
- c. gasvoorzieningen
- d. electriciteitsvoorzieningen
- e. afvalafzuigingsvoorzieningen
- f. rioleringsvoorzieningen
- g. verwarmingsvoorzieningen

3. Waterbeheer

- a. sluisen, dijken, gemalen (waterkwantiteit)
- b. waterzuiveringsinstallaties, duinen (waterkwaliteit)

4. Communicatie en informatiebeheer

- a. telecommunicatie, automatisering

5. Stedelijke inrichting

- a. bedrijfsterreinen
- b. afvalverwerking
- c. stedelijke structuur

6. Landinrichting

- a. landaanwinning / polders
- b. land-, tuin- en bosbouw

7. Natuur- en milieubeheer

- a. natuurgebieden, stiltegebieden
- b. milieuvoorzieningen

8. Recreatie en entertainment

- a. recreatieparken, dierentuinen, sportvelden, (natuur)parken

Bijlage XIII

Ontheffingenbeleid t.b.v. decentrale energie- en afvalwater installaties en -systemen

Voor de verschillende deelstromen, en zeker voor het integrale geheel, zijn door het afwijkende karakter van de oplossing nog tal van vergunningen en ontheffingen nodig om - onderdelen van - de kringlopen en systemen te mogen realiseren, laten functioneren en te veranderen. Diverse vergunningsverlenende overheden zijn hierbij betrokken. Het betreft op nationaal niveau (diverse vergunningen/ontheffingen) met name:

- Ministerie van VROM (ruimtelijke ordening, milieu, water & afval);
- Ministerie van Economische Zaken (energie);
- Ministerie van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit (gebruik digestaat in de stadsboerderij en hangende tuinen)

Daarnaast de volgende overheden op lagere schaalniveaus:

- Provincie (diverse vergunningen/vrijstellingen/ontheffingen op grond van wetgeving, ruimtelijke (structuur)plannen en verordeningen);
- Waterschap (waterberging, waterinfiltratie, en waterlozingen);
- Gemeente (bouw- en milieuvergunningen, exploitatieverordeningen, riolering en afvalinzameling);

Voornaamste wet, van toepassing bij de sanitatiestroom, is de Wet Milieubeheer (Wm). Afval is een relatief begrip¹ [Wortmann et al., 2005]. Indien een stofstroom als afval wordt gezien gaan voor transport, verwerking en toepassing diverse regels en vergunningsprocedures lopen (met bijbehorende administratieve en financiële verplichtingen per processtap). Ten aanzien van het afvalwater geldt dat als rioolaanleg niet 'doelmatig' is de gemeente bij de provincie ontheffing kan aanvragen, bijvoorbeeld ten behoeve van het creëren van een lokaal of decentraal afvalwatersysteem. Per provincie verschilt het ontheffingenbeleid. Over het algemeen geldt het volgende:

- locatie: buitengebied
- afstand: het huis ligt meer dan 400 meter van het riool
- kosten: de aanleg van het riool kost per aansluiting meer dan het omslagbedrag²

Indien na goedkeuring van de procedure door de provincie ontheffing wordt verleend aan de gemeente dan moet de 'lozer' een I.B.A. systeem³ (laten) aanleggen. De I.B.A. systemen worden ingedeeld in klassen, waarbij de zuiveringsprestaties de basis vormen:

- klasse I: fysische zuivering van zwevende stof en geringe afbraak van organisch materiaal;
- klasse II: als I, met volledige biologische zuivering van organisch materiaal;
- klasse Iia: idem, inclusief de verwijdering van stikstof;
- klasse Iib: idem, inclusief de verwijdering van fosfaat.

De systemen worden gecertificeerd door de Kiwa. De keuze voor een benodigd systeem worden bepaald door de kwetsbaarheid (water, bodem) van het gebied en de omvang van de lozing.

Van toepassing bij de energie(opwekking) gerelateerde stromen is vooral de Elektriciteitswet (Ew)⁴. Indien voor het (geïntegreerde) systeem van energie opwekking (en afvalverwerking), de zeggenschap en het beheer in de hand van één partij wordt gelegd (overkoepelende beheersorganisatie van het kringloop-complex), dan is volgens de Ew ontheffing nodig van

de verplichte aanwijzing van een aparte netbeheerder⁵.

Indien warmte (terug) geleverd wordt aan andere entiteiten (woningen, kantoren die niet onderdeel zijn van het complex waar de warmte wordt opgewekt) moet rekening gehouden worden met de Warmtewet (momenteel nog een ontwerpwet).

Bij toepassing van geïntegreerde systemen wordt het ‘complex’ beschouwd als één inrichting binnen de Wet Milieubeheer, met één verantwoordelijke beheerder voor het gehele complex die kan worden aangesproken op het (dis)functioneren. Er zou dan bij de vergunningsverlening gekozen kunnen worden voor een flexibele vergunning ‘op hoofdzaken’ (zgn. VOH)⁶. Daartoe zijn de volgende zaken vereist:

- een geaccordeerd bedrijfsmilieuplan;
- een gecertificeerd milieuzorgsysteem⁷;
- jaarlijkse publicatie van een milieoverslag;
- realiseren van transparantie naar derden over de ‘milieupformance’;
- vertonen van goed nalevingsgedrag⁸.

Indien aan bovenstaande voorwaarden wordt voldaan, worden de verantwoordelijken (beheerders) “in staat geacht om in grote zelfstandigheid hun milieudoelstellingen te bereiken”, en krijgen daarbij maximale vrijheid [Wortmann et al., 2005].

¹ Beantwoording van de vraag of iets afval is wordt tegenwoordig aan de rechtspraak overgelaten.

² Het omslagbedrag is afhankelijk van de kwetsbaarheid van het gebied. Gemiddeld genomen liggen de omslagbedragen voor niet kwetsbare gebieden zo rond de € 7000, voor kwetsbare gebieden € 12000 en voor zeer kwetsbare gebieden € 16000.

³ Individuele Behandeling Afvalwater.

⁴ Bij een schaalgrootte van 10 woningen of kleiner kunnen projecten met (eigen) decentrale

energieopwekking buiten de energierechtelijke regimes blijven. Bij woonwijken vanaf 500 woningen hebben gemeenten volgens het BAEI (Besluit Aanleg Energie Infrastructuur) de bevoegdheid om de exclusiviteit van de regionale netbeheerder bij de aanleg en uitbreiding van het (elektriciteit)net te doorbreken. Bij woonwijken boven de 2000 woningen kan er sprake zijn van een noodzakelijke MER procedure [Wortmann et al., 2005].

⁵ Bij ontbreken van ontheffing door het Ministerie van Economische Zaken moet binnen de regelgeving

(anno 2006) de bedrijfsvoering van het kringloopproces vervolgens worden gesplists (transport / opwekking).

⁶ Voor afzonderlijke installatie onderdelen zijn daarbij aanvullende prestatie-eisen, zoals extra ijkpunten (frequente metingen, rapportages e.d.) mogelijk. Bovendien kunnen in plaats van de ‘doelvoorschriften’ middelenvoorschriften opgenomen worden (toepassing UV filtering of omgekeerde osmose, etc.).

⁷ ISO-14001 of EMAS certificaat.

⁸ Er moet daarbij door het bedrijf zelfcontrole plaatsvinden (meten, registreren, rapporteren).

Referenties

Bronnen en Aanvullende Informatie

literatuurlijst

figurenlijst

publicatielijst

participerende / gerelateerde onderzoekers

curriculum vitae



Bronnen

literatuurlijst

A

- [1] Achterhuis, H., Elzen, B. (eds.) (1998) 'Cultuur en mobiliteit', Studie 33, Programma, kennis, besluitvorming en milieu, Rathenau Instituut, SDU, Den Haag
- [2] Adamic, L.A., Lukose, R.M., Puniyani, A.R., Huberman, B.A. (2001) 'Search in power-law networks', *The American Physical Society, Physical Review E*, vol.64
- [3] Adamic, L.A. (2002) 'Zipf, Power-laws, and Pareto – a ranking tutorial', alleen online gepubliceerd: <http://ginger.hpl.hp.com/shl/papers/ranking/ranking.html>
- [4] Adriaanse, A. (1993) 'Environmental Policy Performance Indicators'
- [5] Adriaens, F., Dubbeling, M., Feddes, F., Marcelis, A., Overveld, C. Van, Struben, H., Veen, D. Van der, Vries, J. De, Witberg, M., Zinger, E. (2005) 'Sustainable Urban Design. Perspectives and examples', Beursloge Projecten Foundation Amsterdam, Uitgeverij Blauwdruk, Wageningen
- [6] A.E.R. (Algemene EnergieRaad) (2001) 'De rol van de overheid in een vrije energiemarkt, Den Haag, 19 december 2001
- [7] A.E.R. (Algemene EnergieRaad) (2002) 'Jaarverslag 2001', 'Energie liberalisering blijft aandacht vragen, Den Haag, 9 april 2002
- [8] A.E.R. (Algemene EnergieRaad) (2003a) 'Energie-infrastructuur: tijd voor verandering?', Briefadvies aan de staatssecretaris van Economische Zaken, Den Haag, januari 2003
- [9] A.E.R. (Algemene EnergieRaad) (2003b) 'Zorgvuldig omgaan met de introductie van marktwerking rond vitale infrastructurele voorzieningen', Den Haag, 18 maart 2003
- [10] A.E.R. (Algemene EnergieRaad) (2003c) 'Jaarverslag 2002: Dilemma's en keuzes', Den Haag, 26/3 2003
- [11] A.E.R. (Algemene EnergieRaad) (2003d) 'Energie markten op de weegschaal. Signaleringsadvies van de energieraad over de liberalisering van de Europese elektriciteitsmarkt', Den Haag, april 2003
- [12] A.E.R. (Algemene EnergieRaad) (2004) 'Energietransitie: klimaat voor Nieuwe Kansen', Den Haag
- [13] Albert, R., Jeong, H., Barabási, A.L. (2000a) 'Error and Attack Tolerance of Complex Networks', *Nature* nr.406
- [14] Albert, R. & Barabási, A.L. (2000b) 'Topology of Evolving Networks: Local Events and Universality', *The American Physical Society, Physical Review Letters*, vol.85, no.24
- [15] Albert, R. & Barabási, A.L. (2002) 'Statistical Mechanics of Complex Networks', *Reviews of Modern Physics*, vol.74
- [16] Alberthal, L. (1998) 'The once and future craftsman culture', in: Leebaert, D. 'The future of the electronic marketplace', MIT Press, Cambridge
- [17] Alexander, Ch. (1965) 'The City is Not a Tree', *Architectural Forum*, nr.04 & 05 / Design, nr.02; vertaling in: SWB (1966) 'Hoe maken we een bewoonbare wereld', Congres Stichting Werkgemeenschappen Bergeijk, Belgium
- [18] Alexander, Ch., Neis, H., Anninou, A., King, I. (1987) 'A New Theory of Urban Design', The Center for Environmental Structure, Oxford University Press, Oxford, UK
- [19] d'Ancona, H. & Maas, B. (1980) 'Oriënterend onderzoek naar woonstijlen vraagt toetsing', in: *Bouw* 35/20, p.37-40
- [20] Anderson, J.E. & Douglas Marcouiller, S.J. (2001) 'Anarchy and Autarky: Endogenous Predation as a Barrier to Trade', Boston College Working Papers, in: *Economics* 383, Boston College Department of Economics, VS; ook beschikbaar online: <http://netec.mcc.ac.uk/WoPEc/data/Papers/bocbocoe383.html>
- [21] Anderson, M., Kaberger, T., Mol, A., Phyllopsen, D. (2001) 'The European dialogue-Strategic vision on long term climate policies for the European energy sector', COOL scenario, Programmabureau NOP, RIVM, Bilthoven
- [22] Andrewartha, H.G. (1961) 'Introduction to the study of animal populations', Chigago, VS
- [23] Anonymous (2003) 'Autarky is unstable', *Nanotechnology critique* 22; alleen beschikbaar on-line: http://www.geniebusters.org/22_Autarky.htm
- [24] Antonelli, P. (2004) 'Somerville Ecovillage – The economic Imperative', *Ecovillage Economics*, lecture proceedings workshop Delft University of Technology, 30 november 2004, Delft
- [25] A.O.O. (2001) 'Landelijk Afvalbeheersplan ontmoedigt investeren in energie uit afval', Afval Overleg Orgaan, MER-LAP Achtergronddocument A2,
- [26] A.O.O. (2004a) 'De afvalmarkt: ontwikkelingen 2003', Afval Overleg Orgaan
- [27] AOO (2004b) 'Nederlands afval in cijfers', Afval Overleg Orgaan
- [28] Arcadis Heidemij Advies (1999) 'Waterhuishoudkundig plan Lanxmeer te Culemborg', rapport nr. 634/OA/2624/19470HB, i.o.v. Gemeente Culemborg, Culemborg
- [29] Arets, M.J.P. (2004) 'Discussiestuk decentralisatie in de energiemarkt', inschatting ontwikkelingen in de energiemarkt omtrent liberalisering en decentralisatie door medewerker NUON (op eigen titel), Duiven
- [30] Arkesteijn, L., Bleijenberg, A., Dalen, J. van (1981) 'Wind en ruimte. Een planologische studie naar de toepassing van kleine windturbines', Publicatierieks Civiele planologie no.2, TH Delft
- [31] Arnbak, J. (1999) 'Policy priorities for information infrastructure development', Research workshop on telematics and the economy of information societies, Zoetermeer
- [32] Arthur, B. (1990) 'Positive

- feedbacks in the economy', *Scientific American*, vol.262 (2)
- [33] Arthur, W.B. (1999) 'Complexity and the economy', *Science* vol.284
- [34] Arts te Doorwerth, E.A. (1978) 'Schaalvergroting-schaalverkleining, reactie op Van Spaandonk', *De ingenieur*, 2/2
- [35] AWT (Adviesraad voor het Wetenschaps- en Technologiebeleid) (1993) 'Over Duurzaamheid gesproken; Achtergrondstudie', verslag van de conferentie Techniek en Duurzaamheid, januari 1993, Den Haag
- [36] AWT (Adviesraad voor het Wetenschaps- en Technologiebeleid) (1997) 'De invloed van wet- en regelgeving op innovaties', AWT-Advies 27, Den Haag
-
- B**
- [37] Baas, J. H. de (1995) 'Bestuurskunde in hoofdlijnen', Groningen, ref. In: Baas, J.H. de (1998) 'Hectiek en vereenvoudiging van besturingscontext'
- [38] Baas, J.H. de (1998) 'Hectiek en vereenvoudiging van besturingscontext. Afvalbeleid in Nederland naar een nieuwe ronde', Bestuurskunde Themanummer Afvalbeleid bestuurskundig beschouwd, jaargang 7, nr.5
- [39] Back, A. de, Coenen, J., Kuipers, M., Röling, L.C. (eds.) (2004) 'Gesloopt Gered Bedreigd. Omgaan met naoorlogse bouwkunst', Episode Publishers Rotterdam
- [40] Bahrtdt, H.P. (1968) 'Humaner Städtebau', Hamburg, Duitsland
- [41] Bahrtdt, H.P. (1974) 'Umwelterfahrung', München, Duitsland
- [42] Bais; 1997: 'Het vijfstappenplan voor een optimale energie-infrastructuur, Energie Centrum Nederland (ECN), Petten
- [43] Baker, N. & Steemers, K. (2000) 'Energy and Environment in Architecture. A Technical Design Guide', E & FN Spon, London, UK
- [44] Bakker, C.A. (1995a) 'Environmental information for industrial designers', thesis, Faculteit Industrieel Ontwerpen, Technische Universiteit Delft
- [45] Bakker, H.E. (1995b) 'De revival van de stad', in: Verkeerschaos en Vervoershonger, Den Haag
- [46] Baldwin, J. (1997) 'Buckyworks', John Wiley & Sons, VS
- [47] Baljé, S., Henzing, M., Krajenbrink, H., Lammerts, B., Middeldop, J., Vries, T. de, Waarden, J. van der (2003) 'Vragender wijs. Vraagsturing in de praktijk', Directie Marktwerking, Directoraat-Generaal voor Marktordening en Energie, Ministerie van Economische Zaken, 03ME07, Den Haag
- [48] Balvers, E. (1996): 'Strandeiland IJburg; variatie en repetitie in twintigste eeuwse nederlandse woonwijken', doctoraalstudie, Faculteit der Bouwkunde, Technische Universiteit Delft
- [49] Balvers, E., Dorst, M.J. van, Heijligers, J.J.A., Timmeren, A. Van, Canters, K. (ed.) (2000) 'Ruigoord. Naar een nieuw ecologisch dorp', Delfts Interfacultair OnderzoeksCentrum Duurzaam Gebouwde Omgeving (DIOC-DGO), Technische Universiteit Delft
- [50] Banavar, J.R., Maritan, A., Rinaldo, A. (1999) 'Size and form in efficient transportation networks', *Nature* vol.399
- [51] Barabási, A.L., Albert, R., Jeong, H. (1999) 'Mean-field theory for scale-free random networks', online gepubl.: arXiv:cond-mat/990768 v1, Elsevier Preprint
- [52] Baran, P. (1964) 'Introduction to distributed Communications Networks', RAND Corporation report, www.rand.org/publications/RM/baran.list.html
- [53] Barber, B.R. (1992) 'Jihad vs. Mc World. The two axial principles of our age –tribalism and globalism-clash at every point except one: they may both be threatening to democracy', *The Atlantic*, vol.3, ook beschikbaar on-line: <http://www.theatlantic.com/politics/foreign/barber.htm>
- [54] Barker, R.G. (1968) 'Ecological Psychology', Stanford; in: NAWO (2001) 'Nachhaltige Entwicklung des Wohnungsbestandes in sächsischen Gross- und Mittelstädten; Endbericht, Dresden, Duitsland
- [55] Barrett, S. (1994) 'Strategic Environmental Policy and International Trade', *Journal of Public Economics*, Vol.54
- [56] Barschot, J. van (2006) 'Afval blijkt geen weggegooid geld', NRC Handelsblad, 12 januari 2006
- [57] Barthes, R. (1957) 'Mythologies', Gallimard, Paris, Frankrijk
- [58] Beck, U. (1994) 'The Reinvention of Politics: Towards a theory of reflexive modernisation', in: Beck, U., Giddens, A., Lash, S. 'Reflexive Modernisation: Politics, tradition and Aesthetics in the modern social order', Stanford University Press, VS
- [59] Begon, M., Harper, J.L., Townsend, C.R. (1996) 'Ecology', Blackwell Science, Oxford, UK
- [60] Beek, E. van (1993) 'Duurzaam modelleren voor duurzaam waterbeheer', introereede, Faculteit der Civiele Techniek, Technische Universiteit Delft, Delft Universitaire Pers, Delft
- [61] Behesthi (1992) 'Systematisch ontwerpen', College dictaat, Faculty of Civil Engineering, Delft University of Technology, Delft
- [62] Behling, S. (1996) 'Sol Power; The evolution of solar architecture', Renewable Energies in Architecture and Design READ Group, Prestel, München/New York, VS
- [63] Bekkers, V., Heijne, G., Frissen, P., Ester. P. (1996) 'Sturingsconcepties en instrumenten in het Milieubeleid: Op zoek naar vormen van co-productie', Ministerie van VROM, Publikatiereeks Milieustrategie, Den Haag
- [64] BEL (2004) 'Dossier huishoudwater Lanxmeer', BEL Nieuwsbrief en www.BEL-Lanxmeer.nl, en www.EVA-Lansmeer.nl
- [65] Belt, H. van den & Rip, A. (1987) 'The Nelson-Winter-Dosi model and synthetic dye industry', in Bijker (1987)
- [66] Benevolo, L. (1975) 'Storia della citta', Laterza, Roma, in: Christiaanse, K. (2002) 'De stad als loft. Broedplaatsen van kennis', Masterclass Stedebouw MHAL regio
- [67] Berends, J. (1993) 'De compacte stad: het ultieme milieuvriendelijke antwoord?', Nieuwsbrief platform stedelijke ecologie, Den Haag
- [68] Berends, J. (1994) 'Milieu Potentie Scan', Rijksplanologische Dienst, Den Haag
- [69] Berens, H. (2002) 'Vuilnisman over drie jaar verdwenen uit zakkenwijken. Tevredenheid over nieuw

- stelsel', Groninger Gezinsbode; 11 oktober 2002
- [70] Bergvelt, D. (1980) 'Projectontwikkeling en initiatiefname in de Amsterdamse binnenstad', uit: Smeulers; (1987)
- [71] Berk, M., Hisschmöller, M., Mol, T., Hordijk, L., Kok, M., Metz, B. (2001) 'Strategieën voor lange termijn klimaatbeleid-De resultaten van het COOL project', Programmbureau NOP, RIVM, Bilthoven
- [72] Bervaes, J.C.A.M. (2004) 'Groen is goud waard', in: 'Groene Metropolen, p.64-65, Alterra, Wageningen
- [73] Betsky, A. (1995) 'Take me to the water', in: 'Architecture and water', Architectural Design profile nr.113, Academy Editions, p.9- 15, London, UK
- [74] Bianconi, G. & Barabási, A.L. (2001) 'Competition and multiscaling in evolving networks', *Europhysics Letters*, vol.54,no.4
- [75] Bijker, W.E. (1987) 'The social construction of technological systems; new directions in the sociology and history of technology', MIT Press, Cambridge, London, UK
- [76] Bikker, H. (1995) 'Organisatie, hoeksteen voor innovatie', Faculteit der Werktuigbouwkunde en Maritieme Techniek, Technische Universiteit Delft, Delft
- [77] Bleuzé, P. & Pötz, H. (1998) 'Zichtbaar, tastbaar, zinvol; de integratie van natuur en techniek in de vormgeving van stedelijk water'; NAI Uitgevers, Rotterdam
- [78] Blom, J. (2004) 'Brandbrief'; urgentiebrief en argumentatie aan de minister van Economische Zaken door Eneco/Nuon/Essent/Delta over plan van aanpak splitsing energiebedrijven, voorzet voor Algemeen Overleg met de Tweede Kamer, 25 oktober, Rotterdam
- [79] Bloomsbury (1995) 'autarky', in: K. McLeish, *Guide To Human Thought*, Bloomsbury, <http://www.bloomsbury.com/ARC/detail.asp?entryid=101896&bid=2>
- [80] Boelen, A.J., Jond, T.M. de, Ravesloot, C.M. (1995) 'Ontwerp-ingrepen op de hectare en hun energie-effect', Monografieën Milieuplanning / SOM, Technische ecologie & Milieuplanning, Technische Universiteit Delft, Faculteit der Bouwkunde, Vakgroep Stedebouw, Delft
- [81] Boelens, L. (2005) 'Fluviologie', intreedende Rijks Universiteit Utrecht
- [82] Boelman, E.C. (2004) 'Exergie presentatie' SOM-DUO bijeenkomst 2/11/04, Delft University of Technology
- [83] Boer, J. de, Drunen, M.A. van, Lammers, P.E.M., Olsthoorn, A.A. (2000) 'Nutsvoorzieningen op wijkniveau, het milieu dichterbij de mensen: duurzamer of niet', Instituut voor milieuvraagstukken
- [84] Boerman, C. (1993) 'De maatschappelijke functie van technische universiteiten', 151 Dies Natalis, Technische Universiteit Delft, 8 januari 1993, Delft
- [85] Boersema, J.J. et al (1989) 'Basisboek Milieukunde, over de analyse en oplossing van milieuproblemen' Boom, Meppel
- [86] Boersema, J.J. (1998) 'Factor vier, waarom niet hier?', *TVVL magazine* vol.5, s.l.
- [87] Boisseleau, F.H. (2004) 'The role of power exchanges for the creation of a single European electricity market: market design and market regulation', dissertatie, Delft University of Technology
- [88] Bonnen, J.T. (2000) 'The Transformation of Agriculture and the World Economy: Challenges for the Governance of Agriculture and for the Profession', 'Elmhirst Lecture', International Association for Agricultural Economics, Berlin, in: Röling, N. (2000) 'Gateway to the global garden; Beta/Gamma Science for Dealing with Ecological Rationality', Eighth Annual Hopper Lecture, University of Guelph, Canada
- [89] Boonekamp, P.G.M., Harmsen, R., Kets, A., Menkveld, M. (2002) 'Besparingstrends 1990-2000', Energieonderzoek Centrum Nederland, ECN C—02-015, Petten
- [90] Boots, M.G., Schaeffer, G.J., Zoeten, C. de (2001) 'The interaction between electricity, heat and gas in a tradable green certificate system', Paper for the analysis phase of InTraCert, Energieonderzoek Centrum Nederland, ECN C-1—01-012, Petten
- [91] Bourdeau, L. Huovila, P., Lanting, R., Gilham, A. (1998) 'Sustainable development and the future of construction. A comparison of visions from various countries', CIB Report, Publication 225, Rotterdam
- [92] Bourdeau, L. (ed.) (1999) 'Agenda 21 on sustainable construction', CIB Report Publication 237, Rotterdam
- [93] Bourdieu, P. (1979) 'Distinction', Minuit, Paris; in: Driessen, F.M.H.M. (1994) 'Leefstijlen en Duurzame Woonomgevingen', Bureau Driessen Sociaal Wetenschappelijk Onderzoek en Advies, Utrecht
- [94] Bouwens, C. (2003) 'Koudwatervrees; SEV over de mogelijkheden voor huishoudwatersystemen', *Gezond Bouwen & Wonen*, nr. 2, augustus 2003
- [95] Braamwisch (2003) 'Ökologische Siedlung Braamwisch, Zeile West in Hamburg', available on-line: http://www.oekologische-siedlung-braamwisch.de/Wir_uber_uns/wir_uber_uns.html
- [96] Brand, P. van den (2002) 'Nieuw afvalbeheerplan mist integrale visie. Politiek oordeelt afkeurend over ontwerp LAP', in: Rijntes, H. Ed. (2002) 'Het landelijk afvalbeheersplan', documentatiemap studiemiddag, Gouda
- [97] Brand, S. (1999) 'The Clock of the Long Now: Time and Responsibility – The Idea Behind the World's Slowest Computer', Basic Books, New York, VS
- [98] Brandon, P.S. (2003) 'Time and the sustainable development agenda', in: Yang, J., Brandon, P.S., Sidwell, A.C. (eds.) (2003) *Proceedings of the CIB2003 International Conference on Smart and Sustainable Built Environment SASBE2003*, University of Salford, UK / Carnegie Mellon, VS / QUT, Brisbane, Australië
- [99] Brandtner, B., Giesen, I. van der, Konings, K., Kruijsdijk-Sterk, P., Touw, K., Vernooij, S., Vos, J. de (2003) 'EVA – Centrum Culemborg', doctoraalstudie Afstudeergericht Leisure Project Management, Internationale Hogeschool voor Toerisme en Verkeer, Breda
- [100] Bras-Klapwijk, R.M. & Knot, J.M. (2000) 'Environmental Assessment of Future-Scenario's in the Sushouse Project. Illustrated for clothing care', paper Technology

- Assessment Groep, Delft University of Technology; ook beschikbaar online: www.sushouse.tudelft.nl, Delft
- [101] Breheny, M. J. (1992) 'Sustainable development and urban form: an introduction', in: Breheny, M.J. (ed.) 'Sustainable Development and Urban Form', Pion, London, UK
- [102] Bremen (1990): 'Bremen-Recyclinghof und Ochtumverlegung. Environment and urban development', documentatie Freie Hansestadt Bremen, in: Projectdokumentatiegids Excursie naar Noord- en Midden Duitsland, onder redactie van Pötz, Bleuzé en Vlok, Technische Universiteit Delft, oktober 1990
- [103] Brezet, H. (1994) 'Van prototype tot standaard: De diffusie van energiebesparende technologie', Uitgeverij Denhatex BV, Faculteit Industrieel Ontwerpen, Technische Universiteit Delft
- [104] Brosowsky, M. (2002) 'Milieukostenanalyse van de technische infrastructuur van een stads-wijk', afstudeerrapport, Faculteit der Civiele Techniek, Technische Universiteit Delft
- [105] Brown, L.A. (1981) 'Innovation diffusion, a new perspective', London and New York
- Brown, L.R. (1995) 'State of the World 1995', New York, VS
- [106] Bruggeman, W.A. (1996) 'Elementen van een duurzame stedelijke water"kringloop"', RIZA
- [107] Bruggink, J.J.C. (2004) 'Energiescenario's in relatie tot transitiebeleid. Overzicht en evaluatie', ECN / VROM raad / Energieraad, ECN-c—04-021, ECN project 77554
- [108] Brugh, M. aan de (2005) 'Geld maken van afvalproduct. Boeren en overheid storten zich op lucratieve mestvergisting', NRC Handelsblad 19 maart 2005
- [109] Bruins, G. (1995) 'Duurzame behandeling van regenwater', in: 'Kwaliteit door Integratie; Innovaties op het grensvlak van land en water. Watersystemen in het stedelijk gebied; drager van duurzame stedenbouw?', Erasmus Universiteit Rotterdam
- [110] Buijns, J. de & Heuvelhof, E. ten (1991) Sturingsinstrumenten voor de overheid. Over complexe netwerken en een tweede generatie sturingsinstrumenten', Leiden
- [111] Buchanan, P. Ed. (1992) 'Renzo Piano Building Workshop. Selected Projects', exhibition by The Architectural League of New York and the Italian Cultural Institute, New York, VS
- [112] Buchanan, M. (2002) 'Small world; uncovering nature's hidden networks', Phoenix/Orion Books, London, UK
- [113] Bueren, E. van, Dorst, M. van (1999) 'Actorenkaart', In: Canters et al (1999) 'Op weg naar de Ecologische stad', DIOC Duurzaam Gebouwde Omgeving, Technische Universiteit Delft, Aeneas, Best
- [114] Burgess, R., Carmona, M., Kolstee, T. eds. (1997) 'The Challenge of Sustainable Cities. Neoliberalism and Urban Strategies in Developing Countries', ZED Books, London, UK
- [115] Busby, D.J. (1999) 'Peacetime Use of Computer Network Attack', U.S. Army War College Strategy Research Project, Carlyle, <http://graylit.osti.gov/>
- [116] B.V.O.R. (2005) 'Gescheiden inzamelen gft-afval te duur', Belangen Vereniging voor Verwerking van Organische Reststoffen (B.V.O.R.); bericht in kranten d.d. 19/05/05
- [117] Byrne, J., Wang, D., Lee, H., Kim, J.D. (1998) 'An equity- and sustainability-based policy response to global climate change', Energy Policy, vol.26-4, pp.335-343
-
- C**
- [118] Callon, M. (1980) 'Struggles and negotiations to define what is problematic and what is not', in: K.D. Knorr 'The social process of scientific investigation', Sociology of the sciences yearbook 4, Dordrecht
- [119] Callon, M. (1986) 'The sociology of an actor-network: the case of the electric vehicle', in: Callon 'Mapping the dynamics of Science and Technology', London, UK
- [120] Caenegem, R.C. van; Groenman, S.J.; Lauwerier, H.A.; Lissens, R.F.; M.M.C. Mengelberg (1979) 'Grote Winkler Prins encyclopedie in 25 delen', achtste druk, Elsevier, Amsterdam / Brussel
- [121] Canters, K.J., Dijkstra, A.J., Kaiser, M.A. (red.) (1999) 'Op weg naar de Ecologische Stad. DIOC Duurzaam Gebouwde Omgeving 1997-1998', Delfts Interfacultair OnderzoeksCentrum Duurzaam Gebouwde Omgeving (DIOC DGO), Technische Universiteit Delft, Uitgeverij Aeneas, Best
- [122] Canters, K.J., Müller, D.B., Tjallingii, S.P. (2000) 'Werken aan de ecologische stad. Gereedschap voor planning en ontwerp', in: 'De ecologische stad: van illusie naar realiteit', Delfts Interfacultair OnderzoeksCentrum Duurzaam Gebouwde Omgeving (DIOC DGO), Technische Universiteit Delft, Aeneas, Best
- [123] Capra, F. (1996) 'The Web of Life. A New Synthesis of Mind and Matter', Harper Collins Publishers, London, Verenigd Koninkrijk
- [124] Cassidy, E.S. & Grossman, P.Z. (1998) 'Introduction to energy', Cambridge University Press 1990, UK
- [125] Castells, M. (1999) 'The rise of the network society', Blackwell Publishers, London, UK
- [126] Castex, J., Depaule, J.Ch., Panerai, Ph. (1984) 'De rationele stad; van bouwblok tot wooneenheid', Teksten Architectuur, SUN, Nijmegen
- [127] C.B.S. (2001) Statistisch Jaarboek 2001, Voorburg
- [128] C.B.S. Statistieken over waterkwaliteitsbeheer deel a lozing van afvalwater (1993) en deel b zuivering van afvalwater (1995)
- [129] C.B.S. Statistieken (1999) 'energiemonitor', CBS, Den Haag
- [130] C.B.S. (2004) 'Productstatistiek Milieudienstverlening', Centraal Bureau voor de Statistiek, Voorburg
- [131] Chalmers (2002) 'Friedrichshafen scheme. Roof mounted collectors with seasonal thermal storage', European Large-scale Solar Heating Plants, available on-line: <http://main.hvac.chalmers.se/cshp/Eurotop.htm>
- [132] Chandler, A.D. (1977) 'The invisible hand: The managerial revolution in American business', Cambridge, Belknap; in: Saxenian, A. (1994) 'The Limits of Autarky: Regional Networks and Industrial Adaptation in Silicon Valley and Route 128', HUD Roudtable on Regionalism, Social Science Research Council, available on-line: http://www.sims.berkeley.edu/~anno/papers/limits_autarky.html

- [133] CMHC (1997) 'CMHC's Healthy House in Toronto', Factsheet, CMHC SCHL Helping to house Canadians, Canada
- [134] COB (Centrum Ondergronds Bouwen) (2003) 'B225; Mogelijkheden voor registratie van buisleidingen' Eindrapport B225-E-03-094, COB, Gouda
- [135] Collingridge, D. (1980) 'The social control of technology', Frances Pinter, London, UK
- [136] Commoner, B. (1972) 'The poverty of power', A. Knopf, New York, VS
- [137] Conrad, K. (1994) 'Emission Taxes and International Market Share Rivalry', in: Ireland, E.C. van, eds. (1994), International Environmental Economics
- [138] Cooley, A., Stravinski, D., Tripp, J.T.B. (1999) 'The village of Bellport's program for the home composting of kitchen waste', Reports of environmental Defence, New York, VS
- [139] Cooper, P. (2000) 'Historical aspects of wastewater treatment'; voordracht op Euro Summerschool DESAR, Decentralised sanitation and reuse; LU Wageningen
- [140] Coops, O., Luning, L. (1997) Guidebook on landfill gas extraction and utilisation', NOVEM, Utrecht
- [141] Correljé, A.F. (2003) 'Besluit Aanleg Energie-Infrastructuur: Competitie, innovatie en duurzaamheid?', Novem/Erasmus center for Sustainable development & Management (ESM), Erasmus University, Rotterdam
- [142] Cortázar, J. (1963) 'Rayuela'; in het Nederlands vertaald: 'Rayuela: een hinkelspel', Meulenhoff, Amsterdam 1973
- [143] Cost (1997) 'Best practice in Sustainable urban infrastructure', Memorandum of understanding for the implementation of an European Concerted Research Action designated as COST Action C8
- [144] Cosijn, J. (1992) 'Het gezonde steden project, achtergronden en praktijk', Gezonde Steden Reeks 1, Van Gorcum, Assen/Maastricht
- [145] Crompton D. (1998) 'Concerning Archigram', Archigram archives, London, UK
- [146] Cross, N. (1989) 'Engineering Design Methods', John Wiley & Sons, Chichester, UK
- [147] CROW, CUR, Nationaal Dubo Centrum (1999) 'Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen GWW', CROW, Ede
- [148] Cunha, J. V. (2000) 'Improvisation and Learning: soulmates or just friends', in: Vartiannens, M. (2000) 'Innovative theories, tools and practices in work and organisational psychology', Helsinki; quote in: NAWO (2001)
-
- ## D
- [149] Daan, G. (1991) 'Konstruktieve integratie in architectuur', intreerede Faculteit der Bouwkunde, Technische Universiteit Delft
- [150] Daemen, J. (2002) 'Landelijk afvalbeheerplan 2002-2012: het ontwerp voorbij', in: Rijnten, H. Ed. (2002) 'Het landelijk afvalbeheersplan', documentatiemap studiemiddag, Gouda
- [151] Dahrendorf, R. (1961) 'Pfade aus Utopia', in: 'Gesellschaft und freiheit', München Dale, van, (1995) Groot woordenboek der Nederlandse taal, 12e druk in de nieuwe spelling
- [152] Damon, B. (1999) 'Keepers of the Waters', www.Keepersofthewaters.org
- [153] Damon, B. & Mavor, A.H. (2000) 'The Living Water Garden'. An american artist shepherds the first inner-city chinees ecological park', Whole Earth, ook beschikbaar on-line: <http://www.wholeearthmag.com/ArticleBin/346.html>
- [154] Daniels, K. (1997) 'The technology of Ecological Building. Basic principles and measures, examples and ideas', Birkhäuser, Basel, Switzerland
- [155] Dantzig, G.J.A. van (1973) 'Erich Fromm. Denkbeelden over humanisering van de arbeid', Intermediair, 28 december
- [156] Das, O (1989) 'Ruimtelijke aspecten in het werk van Frank Lloyd Wright, Ruimtelijkheid in het ontwerp, Technische Universiteit Delft
- [157] Daughton, C.G. & Ternes, T.A. 'Pharmaceutical and personal care products in the environment: Agents of subtle change?', Environmental Health perspectives, Volume 107, Supplement 6
- [158] Debets, F.L. (2002) 'Individuele Behandeling van Afvalwater (IBA)', proceeding conferentie 'De toekomst van het Nederlandse rioolstelsel. Actuele ontwikkelingen in plan en praktijk', Elsevier congressen
- [159] De Bono, E. (1973) 'Lateral Thinking: Creativity step by step', Harper Perennial, reprint; orig. version: Harper & Row Publishers 1970, New York, VS
- [160] De Bresson, C. & Walker, R. (eds.) (1991) 'Networks of innovators', Special issue Research Policy, vol.20 (5), in: Saxenian, A. (1994) 'The Limits of Autarky: Regional Networks and Industrial Adaptation in Silicon Valley and Route 128', HUD Roudtable on Regionalism, Social Science Research Council, available on-line: http://www.sims.berkeley.edu/~anno/papers/limits_autarky.html
- [161] Deelstra, T. (1990) 'Discussienota duurzame stedelijke ontwikkeling ten behoeve van het platform stadsecologie', The International Institute for the Urban Environment, NIROV congress Stadsecologie, Eindhoven
- [162] Deelstra, T., Bosch, G.R. uit de, Knegt, M.L., Nijland, J., Wijnen, D.M.P. (1993) 'Ontwerpprincipes duurzame stede- bouw. Deel I: Praktijkvoorbeelden.' & 'Deel II: Toepassingen', International Institute for the Urban Environment, Delft
- [163] Deelstra, T. (1994) 'Ontwerpprincipes duurzame stede- bouw, deel II', The International Institute for the Urban Environment', Ministerie VROM, Den Haag
- [164] Deutch, J.M. (1996) 'Vulnerability of information systems and societies', speech of Office Director of Central Intelligence, Foreign Information Warfare Programs and Capabilities before the Senate Subcommittee on Intelligence; in: Buchanan, M. (2002); ook beschikbaar on-line: www.odci.gov/cia/public_affairs/speeches/archives/1996/dci_testimony_062596.html
- [165] Deventer, W.T. van (1994) 'Milieu Technologie, van schoon- maaktechnologie naar schone technologie'; Samson H.D. Tjeenk Willink, Alphen aan de Rijn
- [166] Dewey, J. (1966) 'Context and thought', Johnson Reprint, oorspronkelijke publicatie, University

- of California publications in philosophy, 1931, VS
- [167] DGM (2004) 'Voortgangrapportage Landelijk afvalbeheerplan (LAP)', Directoraat-Generaal Milieu, Directie Stoffen, Afvalstoffen, Straling (DGM / SAS), Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu (VROM), Den Haag
- [168] DGMRG Raadgevende Ingenieurs BV (1997) 'Handleiding Greencalc Versie 1.1, Den Haag
- [169] Diamond, J. (1999) 'Guns, Germs and Steel. The Fates of Human Societies', Norton & Company, New York/London; vertaling Sykora, C. (2000) 'Zwaarden, Paarden & Ziektekiemen. De ongelijkheid in de wereld verklaard', Het Spectrum, Utrecht
- [170] Diamond, J. (2004) 'Collapse', North Point Press; vertaling Sykora, C. (2005) 'Ondergang', Het Spectrum, Utrecht
- [171] DIC; (1979) 'Naar een kleinschalige maatschappij?', DIC-map 75, De Horstink, Afd. Mens en maatschappij, Amersfoort
- [172] Didde, R. (2002) 'Almere wordt schoon gezogen'; de Volkskrant, Wetenschapssupplement; 11/05/02
- [173] Didde, R. (2005) 'Warm douchen door restenergie uit het riool', de Volkskrant, dd 10 augustus 2005
- [174] Dobbelsesteen, A.A.J.F. van den, Bleuzé, P., Pötz, H. (1995) 'De integrale waterprijs; een onderzoek naar de verborgen (milieu)kosten van het kwalitatief waterbeheer', bureau opMAAT, Inspectie Milieuhygiëne voor de Rijkshuisvesting, Delft
- [175] Dobbelsesteen, A.A.J.F. van den (2001) 'Milieueffecten van bouwmaterialen; duurzaam omgaan met grondstoffen', Faculteit der Civiele Techniek, Sectie Gebouwen & Bouwtechniek i.s.m. Faculteit der Bouwkunde, Afdeling Milieu Technisch Ontwerpen, Technische Universiteit Delft, Delft
- [176] Dobbelsesteen, A.A.J.F. van den, Arets, M.J.P., Linden, A.C. van der (2003) 'Smart sustainable office design – effective technological solutions, based on typology and case studies', in: Yang, J, Brandon, P.S., Sidwell, A.C. (Eds.) 'Smart and Sustainable Built Environment', proceedings, Brisbane, Australië
- [177] Dobbelsesteen, A.A.J.F. van den (2004a) 'The Sustainable Office. An exploration of the potential for factor 20 environmental improvement of office accommodation', dissertation, Delft University of Technology, Delft
- [178] Dobbelsesteen, A.A.J.F. van den & Wilde, Th.S. de (2004b) 'Space use optimisation and sustainability – environmental assessment of space use concepts', Journal of Environmental Management, vol.73, 81-90, Elsevier Ltd.
- [179] DOE (2003) 'Protecting our Nation's Critical Infrastructures and Key Assets', National Association of Regulatory Utility Commissioners (NARUC), DOE Office of Energy Assurance State Stakeholders Meeting Notes, June 9-10, Washington D.C., Verenigde Staten
- [180] Doernach, R. (1986) 'Natürlicher Bauen', Wolfgang Krüger Verlag, Duitsland
- [181] Dooren, N. van & Harsema, H. (2000) 'Catalogus Groen wonen. Voorbeelden van bestaande of geplande groene woonmilieus', bijlage bij 'Blauwe Kamer', nr. 6, ALTERRA i.s.m. Ministerie van LNV en Ministerie van VROM, Veenman, Ede
- [182] Doorn, J.A.A. van (1960) 'Schaalvergroting als een proces van sociale verandering', in: Sociologische Gids no.7(1960)1, p.2-20
- [183] Dorau, W. & Schönfeld, A. (2000) 'Hygienic safety and water-re-use-potential increased by means of bio-membrane-technology', Ecosan (ecological sanitation) conferentie 'Closing the loop in wastewater management and sanitation', plenary session 2, 30-31 October, Bonn, Duitsland
- [184] Dorst, M. van, Boer, F., Bakker, E. (1996) 'Een verborgen oplossing; van informele woonvormen naar een informele stedebouw', Adviesbureau RUIM, Rotterdam
- [185] Dorst, M. van (1999) 'Leefbaarheid', In: Canters et al (1999) 'Op weg naar de Ecologische stad', DIOC Duurzaam Gebouwde Omgeving, Technische Universiteit Delft, Aeneas, Best
- [186] Dorst, M. van, Canters, K.J. (2000) 'environmental design als compositorische uitdaging', In: 'De Ecologische stad: van illusie naar realiteit', DIOC Duurzaam Gebouwde Omgeving, Technische Universiteit Delft, Aeneas, Best
- [187] Dorst, M. van (2002a) persoonlijke aantekeningen Workshop; 'Ontwerp van het Eucodorp te Almere, Ruigoord, 20 oktober 2002
- [188] Dorst, M. van (2002b) 'Rapport Duurzaam leefbaar. De vertanding van leefbaarheid en een duurzame ontwikkeling in de gebouwde omgeving', GIDO Stichting, Naarden
- [189] Dorst, M. van (2005) 'Een duurzaam leefbare woonomgeving. Fysieke voorwaarden voor privacyregulering', phd research, Delft University of Technology, Faculty of Architecture, Delft, Eburon, Delft
- [190] Dosi, G. (1982) 'Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technological change', Research Policy, nr. 11
- [191] Dosi, G. et al (1988) 'Technical change and economic theory', Pinter, London and New York, VS
- [192] Douglas, M. (1986) 'How Institutions Think', University of Syracuse Press, Syracuse New York, VS
- [193] Drabbe, J. (2005a) 'Workshop Wellness', rapportage ontwikkelingsworkshop Antropia, Driebergen, 23 mei '05
- [194] Drabbe, J. (2005b) 'Workshop Hotel & Congrescentrum', rapportage ontwikkelingsworkshop Landgoed Rhederoord, De Steeg, 16 juni '05
- [195] Drabbe, J., Timmeren, A. van, Tawil, E.D. (2005c) 'EVA Centrum', conceptrapport Hospitality Concepts (i.s.m. Atelier 2T architecten), i.o.v. Stichting EVA Centrum, Lochem
- [196] Drabbe, J. (2005d) 'exploitatieplan EVA Centrum', Hospitality Concepts (i.o.v. Stichting EVA Centrum), Lochem
- [197] Dreiseitl, H. (ed.) (2001) 'Waterscapes', Birkhauser, Basel, Switzerland
- [198] Drewe, P. & Heijligers, M.M.A. (2001) begeleidingsgesprek, Delft
- [199] Driessen, F.M.H.M. (1983) 'De kwaliteit van het stedelijk leefmilieu: bewoners en hun voorkeuren', Sociologisch Instituut, Rijks Universiteit Utrecht, i.s.m.

- Rijksplanologische Dienst, Den Haag
- [200] Driessen, F.M.H.M. (1994) 'Leefstijlen en Duurzame Woonomgevingen', Bureau Driessen Sociaal Wetenschappelijk Onderzoek en Advies, Utrecht
- [201] Drukker, J.W. (1993) 'Van oude dingen en de mensen die voorbij gaan', introereerde, 2 april 1993, Faculteit van het Industrieel Ontwerpen, Technische Universiteit Delft, Delft
- [202] Drysdale, A.E., Beavers, D., Posada, V. (1997) 'KSC Life Sciences Project Annual Report for January to December 1997', The Boeing Company, John F. Kennedy Space Center, Florida; in: Hanford, A.J. (ed.), Ewert, M.K. (2002) 'Advanced Life Support. Baseline Values and Assumptions Document', NASA / Lockheed Martin Space Operations, JSC47804.pdf, Houston Texas, VS
- [203] Duffield, B.E. (2000) 'Advanced Life Support (ALS) Technologies List', Lockheed Martin Space Mission Systems & Services; Scienc, Engineering, Analysis, and Test, Houston, VS
- [204] Duijvestein, C.A.J. (1990a) 'Ecologisch Bouwen', collegedictaat versie 1.2, Delft University of Technology, Faculty of Architecture, Delft
- [205] Duijvestein, C.A.J. (1990b) 'An ecological approach to building'. In: W.Riedijk, Appropriate technology. Delft University press, Delft
- [206] Duijvestein, C.A.J. (1993) 'Denken in systemen, Ontwerpen in varianten', introereerde 14 mei '93, Faculteit der Bouwkunde, Technische Universiteit Delft, Delft
- [207] Duijvestein, C.A.J. (2004) 'Sustainability is more than energy', Key-note presentation on PLEA 2004, The 21st Conference on Passive and Low Energy Architecture, Eindhoven University of Technology, Eindhoven
- [208] Dubbeling, M. (1993) 'Hoe geven we de ruimte duurzaam vorm', Bouw nr.6, 26 maart
- [209] Dunster, B. (2003) 'From A to ZED. Realising Zero (fossil) Energy Developments', Bill Dunster architects ZEDfactory Ltd. i.s.m. The Housing Corporation, Innovation and Good Practice Programme (IGP), John Brown Printing Ltd, Wallington, Surrey, Verenigd Koninkrijk
- [210] Duijker, H.C.J. (1980) 'Nederland na 1945', Deventer EEG (1976) publicatie nr. 76/464/EEG
- [211] Dijksterhuis, K. (1997) 'De dreunende voetstap. EcoLoog William Rees drukt natuurverbruik uit in grondoppervlak', De volkskrant, Wetenschap en onderwijs, 10 mei '97
-
- E**
- [212] ECN (1996) 'Nationale Energie Verkenning 1995 – 2020', Energie Centrum Nederland (ECN), ECN Beleidsstudies, Petten
- [213] Edinger, R. & Kaul, S. (2000) 'Renewable resources for electric power', Quorum books, VS
- [214] Eggink, I. (2004) 'Licht vangt chloor bij drinkwaterzuivering' artikel wetenschapsbijlage Telegraaf dd 21 oktober
- [215] Egmond, N.D. van, Kohsiek, L.H.K., Reiling, R., Liere, L. Van, Bekhuis, F. (1992) 'Beleid en uitvoering uit balans', in: R.M.M. Roijackers, et al; 1992: 'Integraal waterbeheer in de praktijk gebracht', p. 13-30, CHO-TNO, Delft
- [216] Ehrlich, P. & Ehrlich, A. (1990) 'The population explosion', Hutchinson, London, UK
- [217] Eijk, P. van & Tjallingii, S.P. (1999) 'Waterplan Delft, een blauw netwerk', IBN/DLO ism BOOM Delft, Wageningen/Delft
- [218] Eijk, P. van (2003) 'Vernieuwen met water. Een participatieve strategie voor de gebouwde omgeving', Eburon, Delft
- [219] Electrolux (1999) 'Electrolux offers 7000 households free washing machines', press release; available on-line: http://www3.electrolux.se/corporate/pressnotes/4c1a_tce.htm en <http://www.sustainable-business.com/news/newsdetailwww.cfm?NewsID=8789>
- [220] Elias, N. (1971) 'Sociologie en geschiedenis', Amsterdam (vertaling)
- [221] Ellis, (2003) 'Hitler wanted to achieve autarky', only on-line available: www.schoolhistory.co.uk/gcse/links/indepth/germany/resources/Autarky.pdf
- [222] Empel, F. van (2004) 'Beproofd 2030. 4 toekomstscenario's in perspectief', Essent N.V., Rosbeek, Nuth
- [223] Energie Ned; 1996: 'Elektriciteitsnetten', Kluwer
- Techniek Bedrijfsinformatie, Deventer
- [224] Energie Ned; 2001: 'Tariefadvies voor de levering van warmte aan kleinverbruikers 2002', Deventer
- [225] Erdős, P. (nd) website over 'co-laboration graph i.r.t. 'small world' principe, in: Grossman, J., www.oakland.edu/~grossman
- [226] Esrey, S.A. (2000) 'Closing the loop to food security', i.c.w. Unicef Ecosan (ecological sanitation) conferentie 'Closing the loop in wastewater management and sanitation', plenary session 2, 30-31 oktober, Bonn, Duitsland
- [227] EU (1997) 'Amsterdam Treaty', European Union, <http://europa.eu.int/abc/obj/amst/en/>
- [228] EU (2001) 'Environment 2010. Our future, our choice', European Union, <http://europa.eu.int/comm/environment/newprg>
- [229] Euroforum / Samson; 2000: 'Inhoud vuilniszak stelt teleur', VNG magazine, 23rd juni 2000. The Netherlands.
- [230] Europese, Gemeente De (1999) 'Het milieubeleid van de Europese Unie, jaargang 33, nummer 6
- [231] Europese Commissie DG Voorlichting; 1999: 'De Europese Unie en het milieu,
- [77] Europese Gemeenschappen, Brussels, Belgium
- [232] Europese Commissie; 1997: 'Commissie voorstel en working paper', com(97)142,09/04/97 & com (97)553 nov/97
- [233] Europese Commissie; 2000: 'Op weg naar een Europese strategie voor een continue energievoorziening', Brussels, Belgium
- [234] Evers, F. (2003) 'Rood voor groen, van filosofie naar resultaat', Tilburg
-
- F**
- [235] Faaij, A., Bos, S., Spakman, T., Treffers, D.J., Battjes, C., Folkert, R., Drissen, E., Hendriks, C., Oude Lohuis, J. (2000) Views on the future-two visions on the Dutch energy supply for use by the National Dialogue', COOL scenario, Programmbureau NOP, RIVM, Bilthoven
- [236] Faloutsos, M., Faloutsos, P., Faloutsos, C. (1999) 'On Power-Law relationships of the internet topo-

- logy', Computer Communication Review nr.29, 251
- [237] Fay, R. (2003) 'NABERS: Environmental rating as a reporting strategy', in: Yang, J., Brandon, P.S., Sidwell, A.C. (Eds.) 'Smart and Sustainable Built Environment', proceedings SASBE 2003, Brisbane, Australië
- [238] Fenger, E. & Schakel, G. (2001) 'EVA Centrum & Hotel. Ecologisch Centrum voor Educatie, Voorlichting en Advies', workshoprapportage, 1066pr01, LA Group, Amsterdam
- [239] FF (2004) 'Finhorn Foundation Ecovillage Project', available on-line: <http://www.ecovillagefindhorn.com/>
- [240] Fink, A., Schlake, O., Siebe, A. (2000) 'Wie sie mit Szenarien die Zukunft vorausdenken', in: Harvard Business Manager, special edition vol. 2, I. Quarter 2000
- [241] Flintenbreite (2000) 'Lübecher EXPO Siedlung'; alleen beschikbaar on-line: <http://www.flintenbreite.de/index.html> & <http://www.otterwasser.de/german/sang.htm#Grauwasser>
- [242] Foley, J.A., DeFries, R., Asner, G.P., Barfold, C., Bonan, G., Carpenter, S.R., Chapin, S., F., Coe, M.T., Daily, G.C., Gibbs, H.K., Helkowski, J.H., Holloway, T., Howard, E.A., Kucharik, C.J., Monfreda, C., Patz, J.A., Colin Prentice, I.C., Ramankutty, N., Snyder, P.K. (2005) 'Global Consequences of Land Use', Science Vol.309 Issue 5734, July 22 2005
- [243] Forty, A. (1986) 'Objects of Desire, Design and Society 1750-1980', Thames and Hudson, London, UK
- [244] Fraunhofer (2003) 'Self-sufficient solar house with hydrogen system', Fraunhofer Institute, Freiburg; available on-line: <http://www.ise.fhg.de/english/fields/field4/m3/index.html>
- [245] Freeman, R.E. (1984) 'Strategic Management: A stakeholder approach', Pitman, Boston, VS
- [246] Freeman, C. & Perez, C. (1988) 'Structural crises of adjustment, business cycles and investment behaviour', in Dosi et al, 1988
- [247] Freeman, C. (1992) 'A green techno-economic paradigm for the world economy', Directoraat-Generaal Milieubeheer, Leidschendam, 5 februari 1992
- [248] Frey, H.W. (1999) 'Designing the City: Towards a more sustainable urban form, E&FN Spon, Routledge, London, Verenigd Koninkrijk
- [249] Frey, H.W. (2004) 'The search for a sustainable city. An account of current debate and research', Department of Architecture and Building Science, University of Strathclyde, Scotland, Key-note presentation on PLEA 2004, The 21st Conference on Passive and Low Energy Architecture, Eindhoven University of Technology, Eindhoven
- [250] Friedeman, M. (2002) 'Concept voor een DC-laagvoltage woning'; doctoraalverslag, Technische Universiteit Delft, faculteit Bouwkunde, vakgroep Bouwtechnologie, Delft
- [251] Friedeman, M., Timmeren, A. Van, Boelman, E., Schoonman, J. (2005) 'Concept for a DC-low voltage house', chapter 8 in: Yang, J., Brandon, P.S., Sidwell, A.C. (eds.) 'Smart & Sustainable Built Environments', Blackwell Publishing, Oxford, UK
- [252] Frieling, D.H. (2002) 'Design in Strategy', in: Jong, T.M. de, Voordt, D.J.M. van der (eds.) 'Ways to Study Urban Architectural and Technical Design, DUP, Delft
- [253] Fröhlich, A., Kraume, I., Lesoué, C., Oldenburg, M. (2003) 'Separate discharge and treatment of urine, faeces and greywater. Pilot project', World Water & Environmental Resources Congress 2003, Philadelphia, VS
- [254] Fromonot, F. (1995) 'Glenn Murcutt, works and projects', Thames and Hudson, London, UK
- [255] Fuller, Buckminster (1979) 'Synergetics: explorations in the geometry of thinking', in: Shelton Magazine, VS
- [256] Fussler, D. & James, P. (1996) 'Driving Eco-innovation; a breakthroughdiscipline for innovation and sustainability', Pitman publishing, London, UK
- G**
- [257] GAP, Global Action Plan (2002) 'Eindrapport; de Wijkgerichte Multi-actor aanpak in het kader van het programma gebruiksdag Enter', 2002
- [258] Garfinkel, A. (1981) 'Forms of Explanation', London, UK
- [259] Gastec (1998) 'Gas kwaliteit en verbranding', eigen uitgave/publicatie Gastec
- [260] Gauzin-Müller, D. (2001) 'L'Architecture Écologique. 29 Exemples Européens', Éditions du Moniteur, Groupe Moniteur, Paris, Frankrijk
- [261] Geldof, G.D. (1993) 'Een aanzet tot adaptief waterbeheer; integraal waterbeheer op de grens van chaos', TAUW Infra Consult B.V., Deventer, p.73 (ref. Hengeveld, 1993, p.51)
- [262] Geldof, G.D. (1995) 'Innovatieve projecten binnen stedelijke watersystemen: diverse Vinex-locaties', in: 'Kwaliteit door Integratie; Innovaties op het grensvlak van land en water. Watersystemen in het stedelijk gebied; drager van duurzame stedebouw?', Erasmus Universiteit Rotterdam
- [263] Geldof, G.D. (1997) 'Van technisch naar sociaal infiltreren', Stichting Postacademisch Onderwijs, november 1997, Delft
- [264] Geldof, G.D. (2002) 'Omgaan met Complexiteit bij Integraal Waterbeheer', Proefschrift Universiteit Twente, Afdeling Civiele Techniek, Tauw, Deventer
- [265] Geldof, G.D. (2003) 'Omgaan met Complexiteit bij Integrale Projecten', COB-Nieuws nr.18, Centrum voor Ondergronds Bouwen, Gouda
- [266] Gell-Mann, M. (1994) 'De Quark en de Jaguar. Avonturen in eenvoud en complexiteit', Uitgeverij Contact, Amsterdam
- [267] Gemeente Culemborg, Stichting EVA, BügelHajema Adviseurs (1998) 'Programma van Eisen Lanxmeer, waardevol wonen en werken', Culemborg/Amsterdam/Assen
- [268] GEN (2004) 'Eco-villages. New frontiers for sustainability'. Europe Global Ecovillage Network & the International Institute for Facilitation and Consensus; available on-line: <http://www.gen-europe.org/>
- [269] Gerl-Falkovitz, H.B. & Guardini, R. (2005) 'Konturen des Lebens und Spuren des Denkens', Kevelaar, Duitsland
- [270] Giedeon, S. (1941) 'Space, Time and Architecture. The growth of a new tradition', 5th edition, (5th enlarged edition 1967), Harvard

- University Press, Cambridge, U.S.A.
- [271] Giedion, S. (1948) 'Mechanization Takes Command: A Contribution to Anonymous History', Oxford University Press, Oxford, UK
- [272] Gilbert, J. (1999) 'Sustainable housing. Building for a future', Association for Environmentally Conscious Builders Journal, Autumn, p.14
- [273] Giradet, H. (1999) 'Creating sustainable cities', Schumacher briefings 2, Green books, the Schumacher Society, Bristol, Verenigd Koninkrijk
- [274] Glatter, J. (2000) 'Das Wohngebiet aus sozialgeographischer Perspektive', in: NAWO (2001) 'Nachhaltige Entwicklung des Wohnungsbestandes in sächsischen Gross- und Mittelstädten; Endbericht, Dresden, Duitsland
- [275] Gleick, J. (1989) 'Chaos. De Derde Wetenschappelijke Revolutie', Uitgeverij Contact, Amsterdam
- [276] Godfroy, A. (1981) 'Netwerken van organisaties', Strategieën, spelen en structuren, Den Haag ; ref.in: Baas, J.H. de (1998) 'Hectiek en vereenvoudiging van besturingscontext. Afvalbeleid in Nederland naar een nieuwe ronde', Bestuurskunde Themanummer Afvalbeleid bestuurskundig beschoouwd, jaargang 7, nr.5
- [277] Goedkoop, M.J., Halen, D.J.G.van, Riele, H.R.M.te, Rommens, P.J.M. (1999) 'Product Service Systems: ecological and economic basis', PWC PricewaterhouseCoopers, Storm C.S. & Pre Consultants
- [278] Gommans, L. (1998) 'Water in en om het gebouw', in: Integraal Ontwerpen, Monografieën Milieu 41, Faculteit der Bouwkunde, Technische Universiteit Delft, Delft
- [279] Gommans, L., Broers, W., Zomerplaa, J., Colpa, E., Israëls, E. (2003) 'Haalbaarheidsonderzoek energievisie Stadspark Oranje Nassau. Van Zwarte naar Groene Energieleverancier', conceptrapportage BOOM-Maastricht ism BOOM-Delft, Studiegroep StadsOntwerp en Milieu (SOM), Delft University of Technology, Maastricht/Delft
- [280] Goodland, R. (1987) 'Neoclassical economics and principles of sustainable development', Ecological Modeling, 38
- [281] Goudsblom, J. (1974) 'Balans van de sociologie', Utrecht
- [282] Goudsblom, J., Jones, E., Menell, S. (1996) 'The Course of Human History. Economic Growth, Social Process, and Civilization'. M.E. Sharpe. Armonk, New York, VS
- [283] Graaf, P.A. de, Timmeren, A. van (2005a) 'Implementation and design related conditions for sustainable solutions concerning integrated energy generation and waste(water) treatment in city districts', International Conference Sustainable Building (SB05), Tokyo, Japan
- [284] Graaf, P.A. de, Hasselaar, B.L.H., Timmeren, A. van (2005b) 'Case: Poptahof, Delft (The Netherlands); Low energy sanitation system in restructuring district', 22th annual conference on Passive and Low Energy Architecture (PLEA 2005), 13-16 november 2005, Beirut, Lebanon
- [285] Grabar, O. (1978) 'The Alhambra', London, UK
- [286] Granovetter, M. (1973) 'The strength of weak ties', American Journal of Sociology nr.78
- [287] Granovetter, M. (1983) 'The strength of weak ties: a network theory revisited', Sociology Theory nr.1
- [288] Grafhorst, H.J.C. (2004) 'De beschrijving van de Nederlandse afvalmarkt. Een beknopt overzicht van de ontwikkelingen op de Nederlandse afvalmarkt anno 2004', Focusgroep Afval, PricewaterhouseCoopers, Utrecht
- [289] Grau, M., Gringmuth, H. (1977) 'Christiania', Wetzlar, Denmark
- [290] Grin, J., Graaf, H. van de, Hoppe, R., Groenewegen, P. (1997) 'Technology Assessment through interaction. A guide', Rathenau Institute, Den Haag
- [291] Groot, A. & Maarleveld (2000) 'Demystifying Facilitation in Participatory Development', IIED, Gatekeeper Series no.89, London, UK
- [292] Gruhler, K. & Deilmann, C. (2000) 'Wohngebiet aus Sicht des Städtebaus bzw. der Stadtplanung', in: NAWO (2001) 'Nachhaltige Entwicklung des Wohnungsbestandes in sächsischen Gross- und Mittelstädten; Endbericht, Dresden, Duitsland
- [293] GTS (2005) 'Open Season. Northeast and southwest hi-cal entries and exits', Information brochure GasTransportServices, Groningen
- [294] Gunsteren, L.A. van & Loon, P.P. van (2000) 'Open Design: A Collaborative Approach to Architecture', Eburon, Delft
-
- ## H
- [295] Haas, M. (1992) 'Bouwen Milieu en Gezondheid', VIBA Herlaer reeks, deel 2, VIBA, 's-Hertogenbosch
- [296] Haas, M. (1997) 'TWIN-model; Milieu Classificatie-model Bouw', NIBE, Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie bv, Bussum
- [297] Haas, W.G.L. (1976) 'Gevraagd: een sociologie der techniek', in: Mens en maatschappij 51(1976)3, p.298-310
- [298] Habermas, J. (1981) 'Theorie des kommunikativen Handelns: Zur Kritik der funktionalistischen Vernunft (band II)', Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main, Duitsland; in: Linden, B. van der (2003) 'Sprakverwarring; Maatschappelijk verantwoord ondernemen als communicatietheoretisch probleem', Afstudeerscriptie Bedrijfskunde, Katholieke Universiteit Nijmegen / Nijmegen School of Management
- [299] Habiforum (2002) 'Spatial Investment in Urban Networks; Ruimtelijk investeren in stedelijke netwerken, RISNET', Business Plan, 02080921A.AAQ, HP/IH, 9 augustus 2002
- [300] Habraken (1983) 'Dragers en de mensen', XXXX
- [301] Haffmans, S., Koning, E., Schuurman, G., Zoelen, M. Van (1995) 'Haalbaarheidsonderzoek regenwater en grijswatersystemen in woningen', Woon/Energie nr.698, Gouda
- [302] Hafkamp, W., Mulder, K., Nelissen, N., Vergragt, Ph.J. (1995) 'Maatschappelijke Structuur en Cultuur: Kansen en Belemmeringen voor Duurzame Technologie', Werkdocument DTO (Duurzame Technologische Ontwikkeling); ref. in: Vergragt, Ph.J. (1999) 'Leap-frogging to Sustainable Households',

- Proceedings, 8th Greening of Industry Conference 'Ways of Knowing/Ways of acting', 7 July 1999, Chapel Hill, North Carolina, VS
- [303] Hajema, R. & partners (1982) 'Hpart/opening van zaken', Hpart, Raadgevend Ingenieursburo, Assen en Deventer
- [304] Hall, A. van (1993) 'Met realiteitszin voortbouwen op hecht fundament; een verkenning van de toekomstige bestuurlijke organisatie', in: M. Snijdelaar, et al; 1993: 'De waterstaatszorg in Nederland; verankerd in het verleden flexibele naar de toekomst', VUGA- uitgevers, 's Gravenhage
- [305] Hanford, A.J. (ed.) & Ewert, M.K. (2002) 'Advanced Life Support. Baseline Values and Assumptions Document', NASA / Lockheed Martin Space Operations, JSC47804.pdf, Houston Texas, VS
- [306] Hanson, R. (2001) 'Dreams of Autarky', alleen beschikbaar on-line: <http://hanson.gmu.edu/dreamautarky.html>
- [307] Harland, P. & Staats, H.J. (1997) 'Effecten van het Eco Team Programma op lange termijn: de situatie 2 jaar na deelname', Report E&M/R-97/67, Faculty of Social Sciences, University of Leiden
- [308] Harper, P. (2000) 'The lifestyle laboratory', Schumacher Lectures 2000, Schumacher Society, Bristol, UK
- [309] Harremoës, P. (1997) 'Integrated water and wastewater management', Water Science & Technology, volume 35, nr.9
- [310] Hartman, E.C. (2002) 'Real Time Control voor beter gebruik bestaande infrastructuur', proceedings conferentie 'De toekomst van het Nederlandse rioolstelsel. Actuele ontwikkelingen in plan en praktijk', Elsevier congressen
- [311] Hasker, E. (2000) 'Begrenzen en verbinden: herstructurering op stempelniveau in Kanaleneiland te Utrecht', in: Canters, K. (ed.) (2000) 'environmentALdesign. Bouwstenen voor een duurzaam gebouwde omgeving', Delft University of Technology, afstudeeratelier environmentAL design, Delft
- [312] Hasselaar, B.L.H., Timmeren, A. van (2005a) 'Environmental, social and spatial assessment criteria for integrated decentralised sanitation-energy systems in urban districts', International Conference Sustainable Building (SB05), Tokyo, Japan
- [313] Hasselaar, B.L.H., Timmeren, A. van (2005b) 'Low Energy Sanitation Technologies – useful low-tech urban sanitation technologies for developing countries', 22th annual conference on Passive and Low Energy Architecture (PLEA 2005), 13-16 november 2005, Beirut, Lebanon
- [314] Hasselaar, B.L.H., Graaf, P.A. de, Timmeren, A. van, Luisings, A.L. (2006a) 'Ruimtelijke inpassing en implicaties van Desar systemen', Economie Ecologie Technologie (EET), Delft University of Technology (DUT) / Wageningen University and Research centre (WUR), Delft
- [315] Hasselaar, B.L.H., Graaf, P.A. de, Timmeren, A. van, (2006b) 'Decentralised sanitation within the built environment casu quo integrated in living environments', The Architectural Annual 2005/2006, Delft University of Technology, Delft
- [316] Hawken, P., Lovins, A., Hunter Lovins, L. (2000) 'Natural capitalism: creating the next industrial revolution', Back bay books, California, VS
- [317] Hawkes, D., Owers, J., Rickaby, P., Steadman, P. (1987) 'Energy and urban built form', Bound, VS
- [318] Healey, P. (1998) 'Building institutional capacity through collaborative approaches to urban planning', in: 'Environment and Planning' part A, Vol.30
- [319] Healey, P. (1997) 'Collaborative Planning. Shaping places in Fragmented Societies. Planning Environment Cities', Houndsmills, Basingstoke, Hampshire, London, UK
- [320] Heel, H.P. van & Jansen, J.L.A. (1999) 'Duurzaam: zo gezegd, zo gedaan', afscheidsrede, Technische Universiteit Delft, Faculteit Ontwerp, Constructie en Productie, Delft
- [321] Heijden, K. van der (1996) 'Scenarios. The Art of Strategic Conversation', Chichester, UK
- [322] Heijligers, J.J.A., Timmeren, A. van, Dorst, M.J. van, Balvers, E. (2000) 'Ruigoord Amsterdam. Naar een nieuw ecologisch-cultuureel dorp', Atlantis, Jaargang 11, nr.5, Landschap/Groen/Recreatie/ Ecologie, Technische Universiteit Delft
- [323] Heijungs, R., Guinée, J.B., Udo de Haes, H.A., Wegener-Sleeswijk, A., Ansems, A.M.M., Eggels, P.G., Duin, R.G. van, Goede, H.P. de (1992) 'Milieugerichte levenscyclusanalyse van producten.. Achtergronden CML/TNO/B&G', Centrum voor Milieukunde, Leiden
- [324] Hellström, D. & Thurdin, J. (1998) 'Drying as a urine dewatering method', Vatten, Vol.54
- [325] Hemel, C.G. van & Brezet, J.C. (eds.) (1997) 'EcoDesign; a promising approach to sustainable production and consumption', UNEP, Paris, Frankrijk
- [326] Hendriks, N. (1994) 'De betrekkelijkheid van duurzame bouwmaterialen', intreedere, 11 februari '94, Faculteit Bouwkunde, Technische Universiteit Eindhoven
- [327] Hendriks, Ch.F. (1999) 'Duurzaam Bouwen, Duurzame bouwmaterialen, de bouwcyclus en het Bouwstoffenbesluit', Aeneas, Best
- [328] Hengel, E. van (1991) 'Techniek: oorzaak of oplossing van milieuproblemen?'; in: Mol, A.P.J. & Spaargaren, G. & Klapwijk, A. 'Technology en milieubeheer, Tussen sanering en ecologische modernisering', Sdu Uitgeverij Koninginnegracht, 's Gravenhage
- [329] Hengeveld, H. (1993) 'Technische planologie. Kunst en vliegwerk', oratie, Rijks Universiteit Groningen
- [330] Henkemans, M. (1978) 'Economische voor- en nadelen van interne schaalvergroting', in: M.Henkemans 'Grootschalig of kleinschalig produceren?', Amsterdam, Studierichting voor radicale politieke vernieuwing, p.5-14
- [331] Henze, M., Somolyódy, L., Schilling, W., Tyson, J. (1997) 'Sustainable sanitation; Selected papers on the concept of sustainability in sanitation and wastewater management', Water Science & Technology, volume 35, nr.9
- [332] Heritage (2000) 'Autarky', The American Heritage Dictionary of the English Language, 4th edition, Houghton Mifflin Company, <http://dictionary.reference.com/>

- search?q=autarky en <http://www.bartleby.com/61/10/A0531000.html>
- [333] Hertog, F. den & Sluis, E. van (1995) 'Onderzoek in organisaties; een methodologische reisgids', Van Gorcum & Comp bv, Assen
- [334] Herzog, T. (1996) 'Solar Energy in Architecture and Urban Planning', Prestel, Munich, Duitsland
- [335] Heuvel, H. van den & Schutte-Postma, E.T. (1995) 'Integraal gemeentelijk riolerings-beheer', dictaat Delft University of Technology, Faculty of Applied Sciences, Delft
- [336] Heuvelhof, E.F. ten (1993) 'Gedragsnormen voor overheden in horizontale structuren', intreedere, Faculteit der Technische Bestuurskunde, Technische Universiteit Delft, VUGA, Den Haag
- [337] HHP (1996a) 'The Hockerton Housing Project –Aims and objectives, working plans and drawings', Hockerton Housing Project Trading LTD., Newark, Nottinghamshire, UK
- [338] HHP (1996b) 'Land Management Plan - Hockerton Housing Project', Hockerton Housing Project Trading LTD., Newark, Nottinghamshire, UK
- [339] HHP (1999) 'Hockerton Housing Project Launch Brochure', Hockerton Housing Project Trading LTD., Hockerton, Southwell, UK
- [340] HHP (2003) 'Technical Factsheets', nrs. 1 (site & initial Excavations), 2 (in Constructions & choice of materials), 3 (Thermal Design & Energy Conservation), 9 (Energy Generation), 10 (Water supply), 11 (Sewage Treatment), Hockerton Housing Project Trading LTD., Hockerton, Southwell, UK
- [341] HHP (2003) 'HHP. Hockerton Housing Project', The green consumerguide, Sustainable Community Project, available on-line: <http://www.hockerton.demon.co.uk/en> <http://www.greenhouse.gov.au/yourhome/technical/fs77b.htm>
- [342] Hinte, E. (1998) 'Smart design', Netherlands Design Institute, Amsterdam
- [343] Hinte, E., Neelen, M., Vink, J., Vollaard, P. (2003) 'Smart Architecture', 010 Publishers, Rotterdam
- [344] Hijmans, E. (1963) 'Mens, metaal en machine', Kluwer Uitgeverij
- [345] Hoek, A. (2002) 'Afvalbeheer al 100 jaar een taak voor de overheid', in: Rijnten, H. Ed. (2002) 'Het landelijk afvalbeheersplan', documentatiemap studiemiddag, Gouda
- [346] Hoek, L. van der (1994) 'Handboek ruimtelijke aanpak van sociale veiligheid en criminaliteitspreventie in de gemeentelijke praktijk', Uitgeverij Toth, Bussum
- [347] Holländer, R. (2000) 'Sanitation and sustainable water management in Duitsland', Ecosan (ecological sanitation) conferentie 'Closing the loop in wastewater management and sanitation', plenary session 2, 30-31 october, Bonn, Duitsland
- [348] HollandSolar (2003) 'De Groene Leguaan, Stavoren', alleen beschikbaar on-line: <http://www.hollandsolar.nl/zonnestroom/voorbeelden/015.htm>
- [349] Holling, C.S. (1995) 'What Barriers? What Bridges?', in: Gunderson, L.H., Holling, C.S., Light, S.S. 'Barriers and Bridges to the Renewal of Ecosystems and Institutions', Columbia Press, New York, VS
- [350] Holmgren, D. (2002) 'Permaculture: principles & pathways beyond sustainability', Holmgren Design Services
- [351] Holsteijn, van & Kemna, J. (1994) 'E-scenario', NOVEM, available on-line: <http://www.vhk.nl/>
- [352] Holten, Th. van (1977) 'Modern onderzoek op het gebied van windenergie', De Ingenieur, vol.7
- [353] Hough, M. (1995) 'City form and natural process towards a new urban vernacular', Routledge, London and New York, Verenigde Staten
- [354] Houtakkers, B. & Haslauer GmbH (2005) 'Verbrauch Haslauer Komponenten', stand 08.03.05, Maarn / Mitterfelden-Ainring, Duitsland
- [355] Hoyng, E. (2004) 'Traditie of ambitie?', ABN Publikaties, afd. Strategie, Amsterdam
- [356] Huisman, P. (2000) 'Waterrecht', dictaat CTIW5500, Faculteit der Civiele Techniek, Technische Universiteit Delft, Delft
- [357] Hughes, T.P. (1983) 'Networks of Power: electrification in western society 1880-1930', The John Hopkins University Press, Baltimore and London, VS / UK
- [358] Hulsman, B. (2004) 'Bouwen aan buurtgevoel met gezamenlijke tuinen', NRC Handelsblad, 10 december 2004
- [359] Hulsman, B. (2005) 'Wild wonen komt niet van de grond', NRC Handelsblad, 30 januari 2005
- [360] Humm, Othmar (1997) 'Niedrig Energie Häuser: Innovative Bauweisen und neue Standards', Ökobuch, Freiburg, Duitsland
- [361] Inglehart, R. (1977) 'The silent revolution', Princeton University Press, Princeton, VS
-
- [362] Innes, J. & Booher, D. (2000) 'Public Participation in Planning: New Strategies for the 21st Century', Paper for the annual conference of the Association of Collegiate Schools of Planning, November 02/05 2000, Berkeley, VS
- [363] Intron (1995) 'Milieuprofiel en milieumaten van een betonnen buitenriolerig. LCA Onderzoek', Intron rapport no.95027, in: Rioleringstechniek no.2
- [364] I.P.C.C. (2000) 'Special Report on Emissions Scenarios', Cambridge University Press & Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge, UK.
- [365] I.P.C.C. (2001) 'Climate Change 2001: The Scientific Basis', Technical summary, Intergovernmental Panel on Climate Change (UNEP/WMO), Working Group I, on-line: www.ipcc.ch
- [366] Irwin, D.A. (2002) 'The Welfare Cost of Autarky. Evidence from the Jeffersonian Trade Embargo, 1807 –1809', Department of Economics, Dartmouth College, Hanover, Duitsland; ook beschikbaar on-line: <http://netec.mcc.ac.uk/WoPEc/data/Papers/nbrn-berwo8692.html>
- [367] Isaacs, R. (1991) 'Walter Gropius: an illustrated biography of the creator of the Bauhaus', Bulfinch Press, Little, Brown and Company, Boston/Toronto/London, VS
- [368] Itard, L. (1998) 'Energiestromen in Nederland: analyse, duurzaamheidsproblematiek en verbeteringsmogelijkheden', Delfts

- Interfacultair Onderzoeks Centrum (DIOC), Duurzaam Gebouwde Omgeving, OntwerpAtelier 'De Ecologische Stad', Delft University of Technology, Delft
- [369] Itard, L. & Timmeren, A. van (1999) 'Stromenanalyse Nederland, onderdeel Energie', deelanalyses presentatie, Delfts Interfacultair Onderzoeks Centrum Duurzaam Gebouwde Omgeving (DIOC-DGO) 'De Ecologische Stad', Technische Universiteit Delft .
- [370] IUCN/UNEP/WWF (1991) 'Caring for the earth: A strategy for sustainable living', The World Conservation Union, United Nations Environment Programme, World Wide Fund for Nature, Gland, Switzerland
- [371] Ives, C. (1997) 'The Off-grid Water Systems For CMHC's Healthy House in Toronto, Canada', IFHP '99 (27/9-2/10), Gotenburg, Sweden
- [372] Ives, C. (1999) 'Re-using treated domestic wastewater. The Healthy House System. In-House Micro-Systems which unburden the infrastructure, an answer to water management, infrastructure, and environmental problems?', SIWI 10 augustus 1999, Workshop 8, Canada Mortgage and Housing Corporation (CMHC) Research Division, Canada
- [373] Iwamura, K. (2004) 'Sustainability Embodied in the Local Context', Key-note presentation on PLEA 2004, The 21st Conference on Passive and Low Energy Architecture, Eindhoven University of Technology, Eindhoven
- [374] Izembart, H., Le Boedec, B. (2003) 'Waterscapes. Using plant systems to treat wastewater', Land&ScapeSeries, GG, Barcelona, Spain
- J**
- [375] Jacobs, D., Kuijpers, J., Roes, B. (1992) 'De economische kracht van de bouw: Noodzaak van een culturele trendbreuk', TNO- Beleidstudies, Stichting Maatschappij en Onderneming, Den Haag
- [376] Jacobs, J.C.J. & Eck, P. van (1994) 'Vernieuwende ideeën in de stedelijke afwatering'; Technische Universiteit Delft, Faculteit der Civiele Techniek, vakgr. Infrastructuur, sectie Infrastructuurplanning; tussenrapport in het kader van het onderzoek 'sanering van rioolgebruik', Delft
- [377] Jager, H. de & Mok, A.L. (1971) 'Grondbeginselen der sociologie', Leiden
- [378] Jansen, G. (1989) 'Systemen van watervoorziening en sanitair in de woonhuizen van Herculaneum', doctoraalscriptie K.U. Nijmegen
- [379] Jansen, G. (2003) 'Water in de Romeinse stad: Pompeji-Herculaneum-Ostia', proefschrift, K.U. Nijmegen
- [380] Jansen, J.L.A. & Vergragt, Ph.J. (1992) 'Sustainable Development: a challenge to technology!', Proposal for the interdepartmental research programme 'Sustainable Technological Development', Leidschendam .
- [381] Jansen, J.L.A. & Vergragt, Ph.J. (1993) 'Naar duurzame ontwikkeling met technologie: uitdaging in programmatisch perspectief', Milieu, vol.5
- [382] Janus, I. (1982) 'Groupthink', Houghton Mifflin, Boston, VS
- [383] Jeeninga, H., Uyterlinde, M., Uitzinger, J. (2001) 'Energieverbruik van energiezuinige woningen. Effecten van gedrag en besparingsmaatregelen op de spreiding in en de hoogte van het reële energieverbruik', ECN/IVAM, ECN-C-01-072, Petten
- [384] Jeeninga, H., Weeda, M., Wunnik, van, Kipperman (2002) 'Transitie naar een duurzame energievoorziening in 2050. Evolutie of revolutie?', ECN beleidsstudies, ECN Schoon Fossiel, Van Wunnik Energy Consultancy Plus, Kipperman Consultancy & Mediation, ECN--- C-02-078, Petten
- [385] Jelinski, L.W., Graedel, T.E., Laudise, R.A., McCall, D.W., Patel, C.K.N. (1992) 'Industrial Ecology. Concepts and approaches', proceedings National Academy of Science, volume 89, VS
- [386] Jeong, H., Tobor, B., Albert, R., Oltvai, Z.N., Barabási, L. (2000) 'The Large-Scale Organization of Metabolic Networks', Nature nr. 407
- [387] Jeunesse, V. (2000) 'Waste sorting in France', Environnement et Technique, Journal Hors Serie, Paris, Frankrijk
- [388] Joffe, G. (2001) 'A network of networks' of terror', in: Mohamad Bazzi, www.newspday.com 16/09/01
- [389] Johansson, M. (2001) 'Urine Separation. Closing the Nutrient Cycle. Final report on the R&D project Source-Separated Human Urine – a future source of fertilizer for agriculture in the Stockholm region?', AB Stockholmshelm and HSB National Federation, Sweden
- [390] Jong, J. de (1993a) 'Een spel van water en land', intreedrede Faculteit der Civiele Techniek, Technische Universiteit Delft
- [391] Jong, J. de, Schilfgaarde, P. van, Kathmann, R.M., Wolff, H.W. de (1993b) 'Inrichtingsinstrumenten voor stedelijke gebieden', Collegedictaat Ge88 Deel 1, Sectie Plonologische en Juridische Geodesie, Faculteit der Geodesie, Delft University of Technology, Delft
- [392] Jong, J. de, Leentvaar, J., Saeijs, H.L.F. (1997a) 'Integral waterbeheer', dictaat LUW/TUD/Erasmus, Rotterdam
- [393] Jong, T.M. de (1988) 'Inleiding milieuplanning', intreedrede, Faculteit der Bouwkunde, Technische Universiteit Delft
- [394] Jong T.M. de, Leeuwen C.G. van, Vermeulen C. (1992) Technische Ecologie en Milieuplanning; TU Delft, Faculteit Bouwkunde, Delft
- [395] Jong, T.M. de (1996a) 'Duurzaamheid, architectonische en stedenbouwkundige kwaliteit', Delft University of Technology, Faculty of Architecture, Delft
- [396] Jong, T.M. de (1996b) 'The existing Environmental perception inhibits considerations of effective solutions to the ecological crisis', in: The Architectural Annual '95-'96', Delft University of Technology, Faculty of Architecture, 010 Publishers, Delft/Rotterdam
- [397] Jong, T.M. de (1997b) 'Populatie en habitat van mensen', 2e druk, Technische ecologie & milieuplanning, Faculteit der Bouwkunde, Technische Universiteit Delft
- [398] Jong, T.M. de & Cuperus, D.J.M. (eds.) (2000) 'Onderzoeksmethodologie voor bouwkundig ontwerp', Delft University of Technology, Delftse Universitaire Pers, Delft
- [399] Jong, T.M. de (2001) 'In

- het licht van de zon is ons energie-verbruik te verwaarlozen', lecture for the DUT – ODO (Education in Sustainable Development) projectgroup, Delft University of Technology, 27th december, Delft
- [400] Jong, T.M. de (ed.), Moens, M.J., Akker, C. van den, Steenberg, C.M. (2004) 'Sun wind water earth life and living; legends for design', Delft University of Technology (TUD), Faculty of Architecture, Delft
- [401] Jonge, T. De (1998) 'Ecologische woonwijk in wording', BEL nieuwsbrief nr. 2, oktober 1998, Culemborg
- [402] Jönsson, H. (2005) 'Swedish experience with seperate collection of urine', PAO cursusmap 'Brongescheiden inzameling en behandeling van stedelijk afvalwater', Wageningen/Delft 17 en 18 november 2005
-
- K**
- [403] Kaiser, M. (1996) 'Individuele behandeling van afvalwater bij de waterwoning', afstudeerstudie, Delft/Amsterdam
- [404] Kaminski, G (1986) 'Ordnung und Variabilität im Alltagsgeschehen', in: NAWO (2001) 'Nachhaltige Entwicklung des Wohnbestandes in sächsischen Gross- und Mittelstädten; Endbericht, Dresden, Duitsland
- [405] Kamp, J. van der (1990) 'De ecologie van gezondheid in een stad', NIROV conferentie 'Netwerk Gezonde Steden in Nederland', aug. 1990, Eindhoven
- [406] Kaptein, M. (1998) 'Het meervoudig perspectief van EVA', Profiel EVA-Lanxmeer, nr. 1, zomer 1998, Culemborg
- [407] Kaptein, M. (2001) 'Permacultuur in de gebouwde omgeving', gespreksdocument, Culemborg
- [408] Kaptein, M. (2003) 'Het EVA Centrum voor Integratie Ecologie en maatschappelijke vernieuwing in de wijk EVA Lanxmeer te Culemborg', bijlage I Aanvraag projectsubsidie "Leren voor Duurzaamheid", Culemborg
- [409] Kaptein, M. (2005) 'Achtergrondvisie en missie EVA Centrum & EVA Hotel voor Integratie Ecologie en maatschappelijke innovatie', Stichting EVA Centrum, mei 2005, Culemborg
- [410] Kareken, J. & Wallace, N. (1976) 'Portfolio Autarky: A Welfare Analysis', Staff Report 9, available on-line: <http://minneapolisfed.org/research/sr/sr9.html>
- [411] KEMA Nederland (1997) 'From Source to Service; an invitation to a new and integrated energy and environment policy' KEMA
- [412] Kemp, R. & Rotmans, J. (2001) 'The Management of the Co-Evolution of Technical, Environmental and Social Systems, proceedings International conference Towards Environmental Innovation Systems, Garmisch Partenkirchen, Duitsland
- [413] Kennedy, D. & Haas, D. (1996) 'Zukunftweisender ökologischer Siedlungsbau in Europa', Hannover, Duitsland
- [414] Kennedy, D. (1999) 'Masterclass Duurzame samenleving', EVA Lanxmeer
- [415] Kennedy, M. & Kennedy, D. (1997) 'Designing ecological settlements', European Academy of the Urban Environment, Dietrich Reimer Verlag, Berlin, Duitsland
- [416] Kerr, R.A. (1998) 'The next oil crises looms large- and perhaps close', Science, aug. 21, p. 1128-1131
- [417] Kerssemakers, M. (2003) 'Warmtevragepatroon van woonwijken. Een onderzoek naar de kenmerken en het patroon van de warmtevraag', doctoraalstudie, Faculteit der Civiele Techniek, Delft University of Technology, Delft
- [418] Kesler, B., Siemens, R., Vlist, M. Van der (eds.) (1988) 'Een tuin belicht. Planvorming in het spanningsveld van participatie en vormgeving', Landelijke Vereniging Centraal Wonen, Utrecht/Wageningen
- [419] Kets, A., Boonekamp, P.G.M., Jelsma, J. (2002) 'Afstemmen van vraag en aanbod door middel van gedragsmatig verschuiven. Een onderzoek naar de mogelijkheden voor afstemming van het elektriciteitsvraagpatroon van een huishouden op het electriciteitsaanbod van een microwarmtekrachtinstallatie', Energieonderzoek Centrum Nederland, ECN C—02-004
- [420] Khandekar (2005) 'Masterplan Stationsomgeving Culemborg', Khandekar Stadsontwerp en Landschapsarchitecten BV, Benthuisen/Zwolle
- [421] Kilian, R.M., Loos, R.M.M. van der, Thuijls, C.H. (1996) 'Voor nu en later, altijd water! Gebruik van regenwater en hergebruik van gezuiverd afvalwater in het huishouden door toepassing van kleinschalige technologieën', Coördinatiepunt Projectonderwijs, Landbouw Universiteit, Wageningen
- [422] Kirkpatrick, S. (2000) 'Small is still beautiful', book review 'Small is beautiful: Economics as if People Mattered', Resurgence no.203
- [423] KIWA (2003a)
- 'Beleidsonderbouwende monitoring huishoudwater', Hoofdlijnenrapport, Hoofdrapport, Bijlagenrapport, Ministerie VROM, Den Haag
- [424] KIWA (2003b) 'Quick scan collectieve regenwatersystemen', Ministerie VROM, Den Haag
- [425] Klapwijk, A., Rensink, J.H., Spanjers, H. (1998) 'Biologische waterzuivering; Onderdeel aërobe zuivering'; Vakgroep Milieutechnologie Landbouw Universiteit Wageningen
- [426] Klapwijk, A. (1991) Artikel 'Waterkwaliteitsbeheer: tussen 'end-of-pipe' en procesgeïntegreerde technologie'; in: A.P.J. Mol, G. Spaargaren, A. Klapwijk; 'Technology en milieubeheer, Tussen sanering en ecologische modernisering', Sdu Uitgeverij Koninginnegracht, 's Gravenhage
- [427] Kleinknecht, A.H. (1998) 'Mythen in de polder', intreedere Faculteit Techniek, Bestuur en Management, Technische Universiteit Delft
- [428] Kloos, J.P. (1985) 'Architectuur, een gewetenszaak', Staatsuitgeverij
- [429] Knights, C. (1996) 'Economic and social issues', in: Jenks, M., Gurton, E., Williams, K. (eds.) 'The Compact City: A Sustainable Urban Form?', E&FN Spon, London, UK
- [430] Knot, M. & Vergragt, Ph. (1999) 'Huishoudens in een duurzame toekomst: het SusHouse project', '02 Magazine Tijdschrift over Duurzaam Ontwerpen', vol.7, nr.2, pp.2-4
- [431] Köberle, E. (1999) 'Desulfurization of biogas', Biogas Forum, in: Sider, D. Et al (2004) 'Lokale afvalverwerking met biogasproductie in Lanxmeer. Een case study', Core Int., Lochem

- [432] Kochav, S. (1995) 'Israël, splendour of the holy land', White Star S.r.l., Vercelli, Itlay
- [433] Kockelkoren, P. (1990) 'Boven de groene zoden; een filosofische benadering van milieu, wetenschap en techniek', Uitgeverij Jan van Arkel, Utrecht
- [434] Koevoet, J.B.L. (1998) 'Energie en techniek: Gastartikie belooft minder CO2 door lokale energievoorziening', EnergieConsulent, Jaargang 2 6/7, juli '98
- [435] Kohler, N. (2003) 'Presentation', Intelcity Workshop (under auspices of the University of Salford, UK), Siena, Italy
- [436] König, H. & Erlacher, P. (2000) 'Baubiologische Elektroinstallation: elektrische Felder und Strahlung erkennen, messen und vermeiden', Ökobuch Faktum, Freiburg, Duitsland
- [437] Koopmans, G. (1979) 'Nieuwe Steden? Tussen krankzinnigheid en normaliteit. Een inventaris van denkbeelden over stedelijkheid, nieuwe steden en bestuurlijke organisatie in de periode 1946-1957', in: Rooilijn. Mededelingen van het planologisch en demografisch instituut 1979, nr. 4 (pag. 11-22), 's Gravenhage
- [438] Koornneef, W. (2002) 'Decentrale hernieuwbare energieopwekking in de gebouwde omgeving', afstudeerrapport, Faculteit der Bouwkunde, Technische Universiteit Delft
- [439] Kop, J.H. (1993) 'Gezondheidstechniek, een duurzame uitdaging', afscheidsrede, 1 december '93, Faculteit der Civiele Techniek, Technische Universiteit Delft, Delft
- [440] Korthals, M. et al (1989) 'Wetenschapsleer; Filosofisch en maatschappelijk perspectief op de natuur- en sociaal-culturele wetenschappen'; Boom Meppel, Amsterdam
- [441] Korthals, M. (1994) 'Duurzaamheid en democratie', Bussum
- [442] Korthals Altes, W.K. (1998) 'Grondbeleid als marktinterventie', intreedere Faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen, Technische Universiteit Delft
- [443] Kouffeld, R.W.J. (1999) 'Energievoorziening en No-regret beleid', Faculteit Ontwerp, Constructie en Productie Werktuigbouwkunde en Maritieme techniek, Technische Universiteit Delft, Delft
- [444] Kowalczyk, A. Dorsthorst, B. te (2001) 'From grave to cradle, reincarnation of building materials', proceeding, Wellington, New Zealand
- [445] Kraemer, P.E. (1974) 'Hoe overleven we de toekomst-na-de-club-van Rome?', in; Wendingen 29 (1974)10, p.518-528
- [446] Krebs, C.J. (1994) 'Ecology. The experimental analysis of distribution and abundance', New York, VS
- [447] Kreuger, F.H. (1995) 'Als mijn sterke arm 't wil', afscheidsrede, Faculteit der Electrotechniek, Technische Universiteit Delft, Delftse Universitaire Pers, Delft
- [448] Krier, L. (1984) 'Houses, Palaces, Cities', pp.70-71, reference in: Frey, H.W. 'The search for a sustainable city. An account of current debate and research', Department of Architecture and Building Science, University of Strathclyde, Scotland, Key-note presentation on PLEA 2004, The 21st Conference on Passive and Low Energy Architecture, Eindhoven University of Technology, Eindhoven
- [449] Krippendorff (1986) 'Open systems', Dictionary of Cybernetics, unpublished, dated feb.2, 1986, available on-line: http://pespmc1.vub.ac.be/ASC/OPEN_SYSTEME.html
- [450] Kristinsson, J. & Noord, J. de (1993) 'Infrastructuur, vooronderzoek', sectie Milieu Technisch Ontwerpen (MTO), vakgroep Bouwtechnologie, Faculteit der Bouwkunde, Technische Universiteit Delft
- [451] Kristinsson, J., Bartels, M.J.G., Brinksmä, F. (1994) 'Glastuinbouw met seizoenwarmte-opslag van afvalwarmte van de Eemsmoedcentrale', Ontwikkelingsmaatschappij Glastuinbouw Eemswarmte b.v., Groningen
- [452] Kristinsson, J., Dobbelseen, A.A.J.F. van den, Timmeren, A. van (1995a) 'DOSIS; omschrijving onderzoeksparasol MTO/BT', Faculteit der Bouwkunde, Technische Universiteit Delft, The Netherlands
- [453] Kristinsson, J., Dobbelseen, A.A.J.F. van den, Timmeren, A. van (1995b) 'Van blokkades naar potenties; duurzame ontwikkeling in 3 dimensies: Drachten + DOSS + DOSIS', Faculteit der Bouwkunde, Technische Universiteit Delft, Delft
- [454] Kristinsson, J. (1995c) 'Stedebouwkundige aspecten', PAO-Cursus "Gezondheidstechniek en Milieutechnologie", Milieuvriendelijke oplossingen voor ont- en afwatering van stedelijke gebieden, Faculteit der Civiele Techniek, 07/02/95
- [455] Kristinsson, J., Dobbelseen, A.A.J.F. van den, Timmeren, A. van (1996) 'Tweede Waterworkshop', DOSIS, MTO/BT, Faculteit der Bouwkunde, Technische Universiteit Delft, Delft
- [456] Kristinsson, J., Reitsemakristinsson, R., Dobbelseen, A.A.J.F. van den, Timmeren, A. van (1997a) 'Inleiding Integraal Ontwerpen'; Faculteit der Bouwkunde, Technische Universiteit Delft, Delft
- [457] Kristinsson, J. (1997b) 'Exergie woning', prijsvraag inzending Exergie
- [458] Kristinsson, J. (2002a) 'De kersentuin, Leidschenrijn', mondelinge informatie aangaande het geplande waterzuiveringssysteem
- [459] Kristinsson, J. (2002b) 'Integraal Ontwerpen, -vitale architectuur-', Aenas, Boxtel
- [460] Kroh, W. (2000) 'ECOSAN opportunities', Ecosan (ecological sanitation) conferentie 'Closing the loop in wastewater management and sanitation', key-note lecture, 30-31 october, Bonn, Duitsland
- [461] Kroon, P. (2002) 'De Nederlandse import van duurzame electriciteit. Een verkenning van de huidige situatie', Energieonderzoek Centrum Nederland, ECN C—02-063, Petten
- [462] Kroonenberg, H.H. van den & Siers, F.J. (1992) 'Methodisch ontwerpen: ontwerpmethoden, voorbeelden, cases en oefeningen', Educaboek, Culemborg
- [463] Kropotkin (1999) 'Field, Factories and Workshops', Transaction Publishers, VS
- [464] Krugman, P. (1991) 'Geography and Trade', Cambridge, MIT Press, in: Saxenian, A. (1994) 'The Limits of Autarky: Regional Networks and Industrial Adaptation in Silicon Valley and Route 128', HUD Roudtable on Regionalism,

- Social Science Research Council, available on-line: http://www.sims.berkeley.edu/~anno/papers/limits_autarky.html
- [465] Kuenzli, P., Lengkeek, A. (2004) 'Urban Jazz – Pleidooi voor de zelfgebouwde stad', Uitgeverij 010, Rotterdam
- [466] Kuik, G.A.M. van (1998) 'Wind verdient beter', intreerede 12 juni '98, Faculteit der Civiele Techniek en Geowetenschappen, Technische Universiteit Delft, Delft
- [467] Kuhn, T.S. (1970) 'The structure of scientific revolutions', 2e druk, University of Chicago Press, Chicago. VS
- [468] Kuijpers, J. (2004) 'Opleiding pijpleiding', NRC Wetenschap en onderwijs, 3 januari 2004
- [469] Kujawa-Roeleveld, K. (2000) 'Decentrale sanitatie en hergebruik op gebouwniveau', Voortgangsverslag EET Kiemproject (Kiem98115). Literatuurstudie en primair ontwerp van een anaërobe vergistingsreactor, Vakgroep Milieutechnologie, Wageningen Universiteit en Research Centrum, Wageningen.
- [470] Kujawa-Roeleveld, K. (2001) 'Types, characteristics and quantities of domestic solid waste', in: 'Decentralised Sanitation and Reuse: concepts, systems and implementation', Integrated Environmental Technology Series, IWA-publishing London, UK
- [471] Kujawa-Roeleveld, K., Elmitwalli, T., Gaillard, A., Leeuwen, M. Van, and Zeeman, G. (2003). Co-digestion of concentrated black water and kitchen refuse in an accumulation system within the DESAR (decentralized sanitation and reuse) concept. *Water Science and Technology*, 48 (4), pp.121-128
- [472] K. Kujawa-Roeleveld, Elmitwalli, T., Leeuwen, van, M., Tawfik, A., Mes, de, T. and Zeeman, G. (2003) Anaerobic digestion and physiological waste and kitchen refuse towards resource management in the DESAR concept. *Proceedings of the 2nd IWA/GTZ international symposium on ecological sanitation*, Lübeck, Duitsland
- [473] Kujawa-Roeleveld, K., Fernandes, T., Wiryawan, Y., Tawfik, A., Visser, M., Zeeman, G. (2004) 'Performance and perspectives of UASB septic tank for treatment of concentrated black water within DESAR concept', *Proceedings of the 10th IWA Anaerobic Digestion Congress*, Montreal, Canada
- [474] Künneke, R.W., Bouwmans, L., Kling, W.L., Poelje, H. van, Slootweg, J.G., Stout, H.D., Vries, L.J. de, Wolters, M. (2001) 'Innovatie in energienetwerken', Faculteit Techniek, Bestuur en Management i.s.m. Delfts Interfacultair Onderzoekscentrum (DIOC) 'Design and Management of Infrastructures', Technische Universiteit Delft, Delft
- [475] Kurstjens, M.J.H. (1998) 'Ecologie en Architectuur: kantoren', Petten
- [476] Kuypers, P. (1979) 'De architect en het opbouwwerk', in: *Plan 10* (1979) 10, p.4-9
- [477] Kwaadsteniet, P.I.M., Jonkhof, J.F., Tjallingii, S.P. (2000) 'Lenen(de) stadswateren. Werken aan water in de stad', Stichting Toegespast Onderzoek Waterbeheer (STOWA), Utrecht
-
- L**
- [478] LAGroup (2002) 'Ontwikkeling EVA Centrum & Hotel', ontwikkelingsworkshops EVA Centrum met Hotel, Amsterdam
- [479] Lalleman, T. (2002) 'Earthship in nederland', OWAZE (Stichting Ontwikkeling van Woonstijlen met Afvalmateriaal en met Zonne-energie volgens Earthshipconcepten), Rotterdam
- [480] Lambrechts, A.C.W. & Kwaadsteniet, P.I.M. de (1992) 'Integrale waterbeheersplannen, een stap voorwaarts', in: Roijackers, R.M.M. et al (1992) 'Integraal waterbeheer in de praktijk gebracht', p.59-66, CHO-TNO, Delft
- [481] Lammers, C.J. (1978) 'Democratisering: evolutie of revolutie?', in: *Sociologische Gids* 18(1978)1, p.4-17
- [482] Lange, J. & Otterpohl, R. (2000) 'Abwasser. Handbuch zu einer zukunftsfähigen wasserwirtschaft', Pfohren, Mallbeton Verlag, Duitsland
- [483] Larsen, T.A. & Gujer, W. (1996a) 'Separate management of anthropogenic nutrient solutions (human urine)', *Water Science & Technology*, Volume. 34, nr.3-4
- [484] Larsen, T. & Gujer, W. (1996b) 'The concept of sustainable urban water management', *Wat.Sci. Tech.*, volume 35 (3-4)
- [485] Latora, V. & Marchiori, M. (2001) 'Efficient behavior of small world networks', <http://xxx.lanl.gov/cond-mat/0101396>
- [486] Latzko, D.G.H. (1987) 'Energie in de samenleving, deel I', Faculteit der Werktuigbouwkunde en Maritieme Techniek, Technische Universiteit Delft, Delft
- [487] Lavalou, A (1992) 'Une limite du Parc Citroën', in: *Architecture d'aujourd'hui*, nr. 283, p.84-91, Frankrijk
- [488] Leeuw, A.C.J. de (1992) 'De levensvatbare organisatie: organiseren voor complexiteit', in: Alkemade, A.N.J. van (1992) 'Inspelen op complexiteit. Mens, techniek, informatie en organisatie', Stichting Toekomstbeeld der Techniek, Samson Bedrijfsinformatie, Alphen aan de Rijn
- [489] Leeuwen, C.G. van (1973) 'Ekologie'. Faculteit der Bouwkunde, Technische universiteit Delft, Delft
- [490] Leeuwen, C.G. van (1981) 'From ecosystem to Ecocodev. In: Tjallingii, S. P. & Veer, A.A. de (eds.), *Perspectives in Landscape Ecology; proceedings Int. Congress, Society for Landscape Ecology*, Veldhoven, Pudoc, Wageningen
- [491] Leeuwen, H. van (1980) 'Ecologie van het wonen', VUGA boekerij, 's Gravenhage
- [492] Leeuwen, J.J.W. & Meijer, H.A. (1996) 'Duurzame Stedelijke Waterkringloop. Illustratieproces', DTO Werkdocument W1, Interimrapportage, Delft
- [493] Leeuwen, J. van, Heijligers, J.J.A., Balvers, E., Timmeren, A. van (2001) 'ECUdorp. Van Ruigoord naar Almende. Concept Vlekkenplan', V.o.f. De Verandering i.s.m. DIOC DGO 'De Ecologische stad', Technische Universiteit Delft
- [494] Legemaate, I. (1996) 'La Arquitectura Que Viene', doctoraalstudie Technische Universiteit Delft, Faculteit Bouwkunde i.s.m. E.U.P.B., Delft/The Netherlands Barcelona, Spain
- [495] Leijendekker, M. (2004) 'De stellingen van Benjamin Barber', *Opinie & Debat*, NRC Handelsblad, 18 december 2004
- [496] Lens, P., Zeeman, G., Lettinga, G. (2001) 'Decentralised

- Sanitation and Reuse: concepts, systems and implementation', Integrated Environmental Technology Series, IWA-publishing London, UK
- [497] Lettinga, G., Hulshof Pol, L.W., Zeeman, G. (1998) 'Lecture noters Biological Wastewater treatment. Part I anaerobic dans-theater treatment', Landbouw Universiteit Wageningen, afdeling Milieutechnologie, Wageningen
- [498] Lettinga, G. (2001) 'Environmental protection technologies for sustainable development', in: P. Lens, G. Zeeman & G. Lettinga; 2001: 'Decentralised Sanitation and Reuse: concepts, systems and implementation', Integrated Environmental Technology Series, IWA-publishing, London, UK
- [499] Lettinga, G. (2002) 'Rioleringskunde op z'n westers', NRC Handelsblad, maandag 28 oktober 2002
- [500] Lévi-Strauss, C. (1966) 'The Savage Mind', The Nature of Human Society Series, London; quote in: NAWO (2001)
- [501] Lewis, O. & Goulding, J. (1996) 'Over European directory of Sustainable and energy efficient building', James & James ltd, London, UK
- [502] Liere, J. van & Heertje, A. (1997) 'Van Megawatt naar Ecowatt. Een nieuwe visie op energiebeleid', KEMA, Arnhem
- [503] Linde, K.D. van der (2002) 'Het LAP. Voldoende garantie voor meer energie uit afval?', in: Rijntens, H. Ed. (2002) 'Het landelijk afvalbeheersplan', documentatiemap studiemiddag, Gouda
- [504] Linden, B. van der (2003) 'Sprakverwarring; Maatschappelijk verantwoord ondernemen als communicatietheoretisch probleem', Afstudeerscriptie Bedrijfskunde, Katholieke Universiteit Nijmegen / Nijmegen School of Management
- [505] Lindeijer, E.W., Kampen, M. van, Fraanje, P.J., Dobben, H.F., Nabuurs, G.J., Schouwenberg, E.P.A.G., Prins, A.H., Dankers, N., Leopold, M.F. (1998) 'Biodiversity and Life Support Indicators for Land Use Impacts in LCA', Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft
- [506] Lindström, R. (1965) 'A simple process for composting small quantities of community waste', in: 'Compost Science; Journal of waste recycling' (1965), Rodale press, p.30-32, Emmaus, PA, VS
- [507] Lipkow, A. (2001) 'Untersuchung von Stadtstrukturdaten in den Städten Leipzig, Zittau und Freiburg zur Ermittlung von Orientierungswerten zur Infrastruktur ausstattung, NAWO-Bulletin nr.3.5, Dresden, Duitsland
- [508] Lloyd-Jones, T. (2004) 'Urban design for Sustainability', reference in: Frey, H.W. 'The search for a sustainable city. An account of current debate and research', Department of Architecture and Building Science, University of Strathclyde, Scotland, Key-note presentation on PLEA 2004, The 21st Conference on Passive and Low Energy Architecture, Eindhoven University of Technology, Eindhoven
- [509] Loon, P.P. van (1998) 'Interorganisational design: A New Approach to Team Design in Architecture and Urban Planning', dissertation, Publicatiebureau Bouwkunde, Delft University of Technology, Faculty of Architecture, Delft
- [510] Wilsenach, J.A., Loosdrecht, M.C.M. van (2002) 'Separate collection and treatment of urine and new potentials for wastewater treatment', STOWA, Utrecht.
- [511] Lovelock, J. (1980) 'Gaia, de natuur als organisme'; orig. title: 'A new look at life on Earth' (1979), Bruna uitgevers, Utrecht
- [512] Lovelock, J. (1995) 'The Ages of Gaia: A biography of our living earth', Thames and Hudson, ISBN 0-500-27846-6
- [513] Lovins, A.B. (1977) 'Zachte of harde technologie', in: A.B. Lovins; 1977: 'Energie-strategie: De weg die wij niet volgen?;', nota 8, Amsterdam, Vereniging Milieudefensie, p.19-27
- [514] Lovins, A.B. (1996) 'Analyse van A.Gadgil', Lawrence Berkeley Laboratory, Expert workshop 'Visies op infrastructuur en duurzaamheid', Rotterdam, april 1996
- [515] Low Carbon Network (2004) 'Earthship Brighton', Stanmer Parc, Brighton, UK, <http://www.lowcarbon.co.uk>
- [516] Lubchenco, J. (1998) 'Entering the Century of the Environment: A New Social Contract for Science', Science no.279; 491-496
- [517] Lubchenco, J. (2002) 'Planeet Aarde; 7 onderzoekers bekijken tien jaar na Rio de gezondheid van onze planeet'; Jane Lubchenco, marien ecologic, National Geographic, september 2002, p.91/100
- [518] Luijtelaar, H. van & Dirkszager, A.H. (2002) 'Klimaatontwikkeling en riolering. Quickscan', H2O no.3
- [519] Luising, A.A.E. (2000a) 'Integratie van decentrale sanitatiesystemen in gebouwen. Literatuuronderzoek naar decentrale sanitatiesystemen', afstudeerdeelverslag 1e peiling, Technische Universiteit Delft, Faculteit der Bouwkunde, MilieuTechnisch Ontwerpen i.r.t. BouwTechnologie, Delft
- [520] Luising, A.A.E. (2000b) 'Integratie van decentrale sanitatiesystemen in gebouwen', afstudeerdeelverslag, Technische Universiteit Delft, Faculteit der Bouwkunde, MilieuTechnisch Ontwerpen i.r.t. BouwTechnologie, Delft
- [521] Luiten, E.F. & Josselin-De Jong, F. De (2000) 'Van tuinstad tot stadstuin', in: 'Breeze of Air', p.9-20, Stichting AIR, Rotterdam
- [522] Luttervelt, P. van, Harland, P., Staats, H.J., Stoffers, M. (1995) 'Het Eco Team Programma', in: 'Handboek Milieucommunicatie', Samson Press Bedrijfsinformatie, Alphen aan den Rijn
- [523] Lutzenhiser, L. (1993) 'Social and behavioral aspects of energy use', Annual Review Energy Environment
- [524] Lynch, J. (1969) 'Spain under the Hapsburgs', in: Anderson, J.E., Douglas Marcouiller, S.J. (2001) 'Anarchy and Autarky: Endogenous Predation as a Barrier to Trade', Boston College Working Papers, in: Economics 383, Boston College Department of Economics, <http://netec.mcc.ac.uk/WoPEc/data/Papers/bocbococ383.html>

M

- [525] MacKinnon, D. (2003) 'The Ark', in: 'Waste Management in the '70s', alleen beschikbaar on-line: <http://www.gov.pe.ca/infopei/onelisting.php3?number=43939>
- [526] Malkina-Pykh, I.G. & Pykh, Y.A. (2003) 'Sustainable water

- resources management', Wit Press, Southampton, UK
- [527] Man, R. de (1987) 'Energy forecasting and the organization of the policy process', Eburon, Leiden
- [528] Manish Tiwari, D. (2000) 'Rainwaterharvesting – Standing the test of draught', down to earth, vol. 8, Centre for Science and environment, Delhi, India
- [529] Manzini, E. & Jégou, F. (1999) 'Design Orienting Scenario: Building Format', ref. in: Quist, J.N., Vergragt, Ph.J., Young, C.W. (2000) 'Demand Side Innovation Towards Sustainability Using Stakeholder Workshops', Technology Assessment Group, Delft University of Technology, CROMTECH, Manchester School of Management, UMIST, UK
- [530] Marks, R.W. (1966) 'The dynamion world of Buckminster Fuller', New York, VS
- [531] Marshall, A. (1920) 'Industry and Trade'; in: Saxenian, A. (1994) 'The Limits of Autarky: Regional Networks and Industrial Adaptation in Silicon Valley and Route 128', HUD Roudtable on Regionalism, Social Science Research Council, available on-line: http://www.sims.berkeley.edu/~anno/papers/limits_autarky.html
- [532] Martens, W. (2003) 'Wie transintentional ist das moderne Wirtschaftssystem?', in: Greshoff, R., Kneer, G., Schimank, U. (red.) (2003) 'Die transintentionalität des Sozialen', Westdeutscher Verlag, Wiesbaden, Duitsland
- [533] Matton, T., Timmermans, W., Tjallingii, S.P. (1995) 'Waterpalet. Veelkleurige waterprojecten in stad en omgeving', NPSE- werkgroep 'stadsecologie en water', Uitgeverij Westering, Baarn
- [534] Matton, T. (1996) 'Milieu-effecten van geconcentreerd bouwen', SOM-12, Technische Universiteit Delft, Faculteit der Bouwkunde, Delft
- [535] Maturana, H.R. & Varela, F.J. (1992) 'The Tree of Knowledge, the biological roots of human understanding', in: Röling, N. (2000) 'Gateway to the global garden; Beta/Gamma Science for Dealing with Ecological Rationality', Eighth Annual Hopper Lecture, University of Guelph, Canada
- [536] Mau, B., Leonard, J. (2005) 'Massive Change and the Institute without Boundaries', Phaidon, London, UK
- [537] Mavor, A.H. (2000) 'China's Living Water Garden', Yes Magazine, Positive Futures Network, winter 1999/2000, ook beschikbaar on-line: <http://www.yesmagazine.org/12Climatechange/mavor.htm>
- [538] Max-Neef, M.A. (1991) 'Human scale development. Conception, application and further reflections', New York, VS
- [539] Mayntz, R. & Scharpf, F. (1995) 'Der Ansatz des akteur-zentrierten Institutionalismus', in: Mayntz, R., Scharpf, F. (1995) 'Gesellschaftliche Selbstregulung und politische Steuerung', Schriften des Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung, Köln, Bd. 23, Frankfurt am Main, Duitsland
- [540] McBean, E.A., Rovers, F.A., Farquhar, G.J. (1995) 'Solid Waste Engineering and Design', Prentice Hall, New Jersey, Verenigde Staten
- [541] McCann, K., Hastings, A., Huxel, G. (1998) 'Weak Trophic Interactions and the Balance of Nature', Nature nr. 395
- [542] McCarthy (2003) 'Engines of Autarky', alleen beschikbaar on-line: <http://www.mccarthy.cx/WorldSystem/autarky.htm>
- [543] McDonach, K. & Yaneske, P.P. (2002) 'Environmental management systems and sustainable development', The Environmentalist, vol.22, pp217-226, Academic Publishers, Kluwer
- [544] McDonough, W., Braungart, M. (2003) 'Towards a sustaining architecture for the 21st century: the promise of cradle-to-cradle design', Sustainable building and contractloos UNEP Industry and Environment, issue 01-2003
- [545] McDonough, W. (2002) 'Cradle to cradle. Remaking the way we make things', North Point Press, New York, VS
- [546] McHarg (1976) 'Biological Alternatives to Water Pollution', in: 'To Heal the Earth', Part IV. Revealing the Genius of the Place.
- [547] McKenzie, D. & Wajcman, J. (1985) 'The social shaping of technology', Milton Keynes, Open University Press, London, Verenigd Koninkrijk
- [548] Meadows, D.H. & Meadows, D.L. (1972) 'The limits to Growth', New York, VS
- [549] Meadows, D.H. et al (1973) 'De grenzen aan de groei', Rapport van de Club van Rome, Het Spectrum, Utrecht
- [550] Meadows, D., Randers, J., Meadows, D (2005) 'Limits to growth: the 30-year update', Earthscan, London, UK
- [551] Meeuws, T.J. (2003) 'Kies quangoostroom, kies je eigen storing. Stroom bij Eneco niet meer zeker. Even kwetsbaar als Californië', NRC Handels blad Binnenland 4/7/11 januari 2003
- [552] Meijer, B.M.A. (2002a) 'De verborgen watertuin; een decentraal waterzuiveringssysteem als sociaal, ruimtelijk en milieutechnisch middel om de wijk 'het Noordereiland', in de compacte stad Rotterdam, duurzaam te herstructureren, doctoraalverslag Technische Universiteit Delft, Faculteit Bouwkunde, Delft
- [553] Meijer, J. (2002b) 'Waterrekening loopt in tien jaar flink op', interview ir. Jules
- [221] Meijer, VEMW, Telegraaf 21 november 2002
- [554] Meijkamp, R.G. (2000) 'Changing consumer behaviour through Eco-efficient Services', Design for Sustainability Research Programme publication no.3, Delft University of Technology
- [555] Mels, A. & Zeeman, G. (2003) 'Practical examples of DESAR concepts in urban areas in the Netherlands', 2nd International Symposium on Ecological Sanitation EcoSan'03, Lübeck, Duitsland
- [556] Mels, A. (ed.), Kujawa, K., Wilsenach, J., Palsma, B., Zeeman, G., Loosdrecht, M. van (2004a) 'Afwalwaterketen ontketend. Perspectieven voor afvalwatertransport en zuivering in de 21e eeuw', position paper. STOWA/DESAH, Delft/Wageningen
- [557] Mels, A., Zeeman, G., Bisschops, I. (2004b) 'Brongerichte inzameling en lokale behandeling van afvalwater – Inventarisatie van projecten in Nederland, Duitsland en Scandinavië', Lettinga Associates Foundation (LeAF)/ Nederlandse Waterschappen (STOWA), concept december'04, Wageningen
- [558] Mels, A. (2005) 'Toepassing van gescheiden inzameling en behandeling in gerealiseerde woningbouwprojecten in Nederland

- en Duitsland', PAO cursusmap 'Brongescheiden inzameling en behandeling van stedelijk afvalwater', Wageningen/Delft 17 en 18 november 2005
- [559] Menkveld, M., Scheepers, M.J.J., Jeeninga, H. (2002a) 'Flexibele energie-infrastructuur in woningen', Energieonderzoek Centrum Nederland, ECN C—02-014, Petten
- [560] Menkveld, M. (2002b) 'Duurzame energie en ruimte. De potentiële bijdrage van duurzame energie aan CO₂-reductie in Nederland', Energieonderzoek Centrum Nederland, ECN C—02-058, Petten
- [561] Merton, R. (1957) 'Social Theory and Social Structure', Glencoe, Free Press, in: Röling, N. (2000) 'Gateway to the global garden; Beta/Gamma Science for Dealing with Ecological Rationality', Eighth Annual Hopper Lecture, University of Guelph, Canada
- [562] Mes, T.D. (2005) 'Verwijdering van hormonen en medicijnresten uit geconcentreerde stromen; nadruk op gedrag van oestrogenen in desah concepten', PAO cursusmap 'Brongescheiden inzameling en behandeling van stedelijk afvalwater', Wageningen/Delft 17 en 18 november 2005
- [563] Meyer, H. (2003) 'Ontwerpen voor de stad. Een publieke zaak', intreedre d.d. 6 september 2002, SUN, Amsterdam
- [564] Milgram, S. (1967) 'The small world problem', *Psychology today* nr. 1
- [565] Ministerie EZ (2001) 'Energie en Samenleving in 2050 – Nederland in Wereldbeelden', Projectgroep Lange Termijn Visie Energie Voorziening (LTVE), Ministerie van Economische Zaken, Den Haag
- [566] Ministerie VROM (1988/1989) 'Vierde Nota over de Ruimtelijke Ordening', (deel a t/m deel d), SDU, Den Haag
- [567] Ministerie VROM (1990) 'Vierde Nota over de Ruimtelijke Ordening Extra', SDU, Den Haag
- [568] Ministerie VROM (1995) 'Plan van Aanpak Duurzaam Bouwen, investeren in de toekomst', Ministerie van Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieu, Sdu Uitgeverij, Den Haag
- [569] Ministerie VROM (1996) 'Vierde Nota over de Ruimtelijke Ordening Extra, Actualisering, deel 1 Partiele Herziening', SDU, Den Haag
- [570] Ministerie VROM (1997a) 'Tweede Plan van Aanpak Duurzaam Bouwen', Ministerie van Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieu, Sdu Uitgeverij, Den Haag
- [571] Ministerie VROM (1997b) 'Langertermijnperspectief Duurzaam Bouwen', Ministerie van Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieu, Sdu Uitgeverij, Den Haag
- [572] Ministerie VROM (1999) 'Factor 20, trendbreuk of schaal-sprong. Rapportage expertmeeting duurzaam bouwen', Nationaal Dubo Centrum, Ministerie van VROM, Aeneas uitgeverij, april '99, Best
- [573] Ministerie VROM (2001) 'Ruimte maken, ruimte delen. Vijfde Nota over de ruimtelijke ordening 2000/2020', Rijksplanologische dienst, Ministerie van Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Centrale directie Communicatie, SDU Uitgevers, Den Haag
- [574] Ministerie VROM, LNV, V&W, EZ (2004) 'Nota Ruimte, Ruimte voor ontwikkelingen', Den Haag
- [575] Ministerie VROM (2003) 'Het landelijk afvalbeheersplan', Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu, Den Haag
- [576] Ministerie VROM (2004) 'Mensen, Wensen, Wonen; Wonen in de 21e eeuw', Nota Wonen, Ministerie van VROM, mei 2004, Den Haag
- [577] Mirollo, R.E. & Strogatz, S. (1990) 'Synchronization of pulse-coupled biological oscillators', *SIAM Journal of applied mathematics* nr.50
- [578] Mobbs, M. (1998) 'Sustainable House. Living for our future', University of Otago Press, Dunedin, New Zealand
- [579] Moet, D. (2004) 'Autarkie. Zelfvoorzienende woonwerklandschappen', Park, Haarlem
- [580] Moet, D., Boeije, L., Plas, R. van der, Vossen, A., Wetten, J. van (2005) 'Autarkische buurderij een duurzame zijweg. Verkenning van mogelijkheden en kansen', Park / Arcadis / Attika Architecten, AV3d, Haarlem
- [581] Mowes, G. (1997) 'Solar, defensief of beides', artikel in *Detail*, nr. 3, Duitsland
- [582] Mollison, B. (1990) 'Permaculture. A designers manual', Island press, Tagari, Tjalgum, Australië
- [583] Mols, B. (2003) 'De Waterstof revolutie', *Natuurwetenschap & Techniek*, no.10
- [584] Mooij, R. & Tang, P. (2003) 'Four Futures of Europe', Centraal PlanBureau (CPB), s' Gravenhage
- [585] Moore, C.W. (1994) 'Water + Architecture', Thames and Hudson, London, UK
- [586] Morris, A.E.J. (1987) 'History of Urban Form. Before the Industrial Revolution', Hohn Wiley & Sons, Harlow, Longman, New York, VS
- [587] Morris, D. (2003) 'Blackout: Repeating Energy History', In: Paine, T. 'Energy Solutions Reader'; ook beschikbaar on-line: <http://www.tompaine.com/feature2.cfm/ID/8646>
- [588] Müller, C.F. (1982) 'Mensch und Pflanze: Beiträge zum Projekt LOG ID, Leben mit Pflanzen (Fundamente alternativer Architektur', Fricke Verlag, ISBN 3788071931, Duitsland
- [589] MVRDV (1998) 'FARMAX. Excursions on Density', 010 Publishers, Rotterdam
-
- N
- [590] Nationaal Dubocentrum (1999) 'Nationaal Pakket Duurzame Stedenbouw', Nationaal Dubo Centrum, Utrecht
- [591] NARUC (2002) 'Statement of Purpose. Public Notice of Proposed Rulemaking (NOPR)', National Association of Regulatory Utility Commissioners (NARUC), Ad Hoc Committee on Critical Infrastructure, Washington D.C., VS
- [592] NARUC (2003a) 'Critical Infrastructure Protection for the Electricity Sector', National Association of Regulatory Utility Commissioners (NARUC), North American Electric Reliability Council, Washington D.C., VS
- [593] NAWO (2001) 'Nachhaltige Entwicklung des Wohnungsbestandes in sächsischen Gross- und Mittelstädten; Entwicklungsszenarien ausge-

- wähler Wohngebiete unter resourcen- und nutzungsorientierten Aspekten', Endbericht, Institut für ökologische Raumentwicklung e.V. (IÖR), TU Dresden, Uni Leipzig, Umweltforschungsteam Leipzig (UFZ) & Hochschule Zittau/Görlitz, Dresden, Duitsland
- [594] Nelson, R.R. & Winter, S.G. (1977) 'In search for a useful theory of innovation'; in: *Research policy* nr. 6
- [595] Nelson, R.R., & Winter, S.G. (1982) 'An evolutionary theory of economic change'; Cambridge (Mass.): The Belknap Press of Harvard University Press, VS
- [596] Newton, P. (2000) 'Urban Form and Environmental Performance', in: Williams, K., Burton, E., Jenks, M. (2000) 'Achieving Sustainable Urban Form', F.N.Spon Publishers, London, UK
- [597] NGA (2002) 'Interstate Strategies for Transmission Planning and Expansion', National Governors Association's Task Force on Electricity Infrastructure (&NGA Natural Resources Committee), VS
- [598] Niemczynowicz, J. (1993) 'Ways to overcome barriers against applications of 'new technical paradigm' in cities', bijdrage aan de int. workshop: Hydropolis, Wageningen
- [599] Niemczynowicz, J. (2001) 'The urban sanitation dilemma', in: Lens, P. & Zeeman, G. & Lettinga, G. (2001) 'Decentralised Sanitation and Reuse: concepts, systems and implementation', Integrated Environmental Technology Series, IWA-publishing, London, UK
- [600] Nierenberg, D., Starke, L. (ed.) et al (2006) 'State of the world 2006. A worldwatch Institute Report on Progress Toward a Sustainable Society', Earthscan, London, UK
- [601] Nieuwenhuys, C. (1974) 'New Babylon', (met inleiding van J.L. Locher), Haags Gemeentemuseum, 's Gravenhage
- [602] NIROV (1990) 'De duurzame stad', congres van het platform stadsecologie, Arnhem 13-14 december '90
- [603] NIROV (1996) 'Duurzame Stedelijke Ontwikkeling. Naar een betere afstemming van ruimtelijke ordening en milieu in de praktijk', Nederlands Instituut voor Ruimtelijke Ordening en Volkshuisvesting i.s.m. Ministerie van VROM, verslag werkconferentie, Den Haag November 1995
- [604] NME (2003) 'Milieu & Economie. Overheid, onderzoek, bedrijfsleven', Nieuwsbrief Milieu & Economie, Jaargang 17, nummer 5
- [605] Nohria, N. & Eccles, R.G. (eds.) (1992) 'Networks and organizations: Structure, form and action', Harvard Business School Press, Boston; in: Saxenian, A. (1994) 'The Limits of Autarky: Regional Networks and Industrial Adaptation in Silicon Valley and Route 128', HUD Roudtable on Regionalism, Social Science Research Council, available on-line: http://www.sims.berkeley.edu/~anno/papers/limits_autarky.html
- [606] Noordhoek, F. et al (2004) 'Afvall', Jaarboek 2004, Uitgeverij Noordhoek bv, Utrecht
- [607] Noorman, K.J. & Schoot-Uiterkamp, T. (eds.) (1998) 'Green Households? Domestic Consumers, Environment and Sustainability', Earthscan, London, UK
- [608] Noort, J. van den (2000) 'Maili Blauw; 'Water naar de Zee. Geschiedenis van waterbedrijf Europoort 1874-1999', Rotterdam
- [609] NOVEM (1994) 'De eerste klap... Energie-efficiëntie en ruimtelijke ordening', Nederlandse Onderneming Voor Energie en Milieu i.s.m. WoonEnergie, Gouda
- [610] Nunes Amaral, L.A., Scala, A., Barthélémy, M., Stanley, H.E. (2000) 'Classes of behaviour of Small-World Networks', in: Buchanan (2002) 'Small World; uncovering nature's hidden networks', Phoenix/Orion Books, London, UK
- [611] Nuon TPC (2002) 'Electronische handboeken voor gasleidingen, LS-spanning, MS-spanning, waterleidingen, Duiven
- [612] Nuon (2005) foto's ILT Mahlerlaan Amsterdam; ter beschikking gesteld door medewerker nuon (M.Arets / C. den Hartog; Nuon, december 2005)
- [613] NWRW (1989) 'Eindrapportage en evaluatie van het onderzoek 1982-1989', Nationale Werkgroep Riolerings en Waterkwaliteit, Ministerie van VROM, 's Gravenhage
-
- [614] Ødegaard, H. (2000) 'Compact on-site treatment for communities'; voordracht op EURO Summer School, DESAR, Decentralised sanitation and reuse, Landbouw Universiteit Wageningen en Research Centrum, 06/02
- [615] Oirschot, D. van & Leeftang, S. (1994) 'Hoe het ook zonder riool kan', uitgave van 'De 12 Ambachten', Boxtel
- [616] Oldenbourg, R. (1983) 'Wasserversorgung im Antiken Rom', Frontinus-Gesellschaft e.V., Verlag Muenchen Wien, Austria
- [617] Opschoor, J.B. (1987) 'Duurzaamheid en verandering: over de ecologische inpasbaarheid van economische activiteiten', Amsterdam
- [618] Opschoor, J. B. (1989) 'Na ons geen zondvloed: voorwaarden voor een duurzaam milieugebruik', Kampen
- [619] Osch, B. van (1999) 'Vechten om vuilnis; marktwerking, schaalvergroting, internationalisering – ook de afvalbranche moet eraan geloven', Elsevier 5th june 1999 .
- [620] Osch, B.van (2004) 'Waar blijven de huizen?. Trage reactie op veranderende huizenmarkt en hoge grondprijzen zorgen ervoor dat er veel te weinig woningen worden gebouwd', Elevier 21 augustus
- [621] Oswald, F., Baccini, P. (2003) 'Netzstadt. Designing the Urban', Basel, Switzerland
- [622] Otterpohl, R., Grottker M., Lange, J. (1997) 'Sustainable water and waste management in urban areas', *Wat.Sci.Tech.*, volume 35 (9)
- [623] Otterpohl, R. Albold, A., Oldenburg, M. (1999) 'Source control in urban sanitation and waste management: 10 options with ressource management for different social and geographical conditions', *Water Science & Technology*, nr. 3-4
- [624] Otterpohl, R. (2000a) 'Design of highly efficient Source Control Sanitation and practical Experiences'; voordracht op Euro Summerschool DESAR, Wageningen Universiteit en Research Centrum, Wageningen
- [625] Otterpohl, R. (2000b) 'New developments of EcoSan in Germany and Europe', Ecosan (ecological sanitation) conferentie 'Closing the loop in wastewater management and sanitation', plenary

session 2, 30-31 oktober, Bonn, Duitsland

P

- [626] Paloheimo, R., LeCraw, R.A., Ives, Ch. (1999) 'Reusing treated domestic wastewater, the Healthy House System. In-house micro- systems which unburden the infrastructure; an answer to water management, infrastructure, and environmental problems?', proceedings SIWI, 1999, Helsinki, Finland
- [627] Palsma, A.J. (2005) 'Ontwikkelingen in de waterketen in historisch perspectief en de plaats van brongescheiden inzameling in de waterketen van de toekomst', PAO cursusmap 'Brongescheiden inzameling en behandeling van stedelijk afvalwater', Wageningen/Delft 17 en 18 november 2005
- [628] Panesar, A. & Lange, J. (2001) 'Innovative Sanitation Concept Shows Way Towards Sustainable Urban Development. Experiences from the model project "Wohnen & Arbeiten" in Freiburg, Germany', IWA 2nd Intern. Conf. on Ecological Sanitation, ook beschikbaar on-line: www.gtz.de/ecosan/download/Freiburg-Vauban-Apanesar.pdf en <http://www.vauban.de/wa>
- [629] Papanek, V. (1988) 'The green imperative; Natural design for the real world', London, UK
- [630] Park (2002) 'Autarkie.nl, gereedschapskist energie', Buro Park, Haarlem
- [631] Park (2002) 'Autarkie.nl, gereedschapskist water, Buro Park, Haarlem
- [632] Patel, P. & Pavitt, K. (1991) 'Large firms in the production of the world's technology: an important case of non-globalisation', in: *Journal of International Business Studies*, Volume 22
- [633] Pauwels, S. (1998) 'Sociale veiligheid voor Meerhoven', Eindhoven Technical University, in: Dorst, M. van (2005)
- [634] Peters, C. (2002) 'Technischer und wirtschaftlicher Vergleich innovativer abwasser- und energiekonzepte am Beispiel Lübeck Flintenbreite und Freiburg Vauban, Afstudeerverslag (hoofddocument + Anhang), Universiteit Hamburg, Duitsland
- [635] Pfeiffer, A.E. (1999) 'Anaerobic digestion, opportunities and solutions', Galway
- [636] Pfeiffer, C. (2000) 'Shelter. Function Summary', SusHouse project (Strategies towards the Sustainable Household), University of Hannover, Department of Marketing I, Hannover, Duitsland
- [637] Phillips, C. (1990) 'The Growth and "Composition of Trade in the Iberian Empires 1450-1750', in: Anderson, J.E., Douglas Marcouiller, S.J. (2001) 'Anarchy and Autarky: Endogenous Predation as a Barrier to Trade', Boston College Working Papers, in: *Economics* 383, Boston College Department of Economics, <http://netec.mcc.ac.uk/WoPEc/data/Papers/bocboceoc383.html>
- [638] Piano, R. (1992) 'Dedication text Peter Rice', in: Buchanan, P. Ed. (1992) 'Renzo Piano Building Workshop. Selected Projects', exhibition by The Architectural League of New York and the Italian Cultural Institute, VS
- [639] Piore, M. & Sabel, C. (1984) 'The second industrial devide: Possibilities for prosperity', in: Saxenian, A. (1994) 'The Limits of Autarky: Regional Networks and Industrial Adaptation in Silicon Valley and Route 128', HUD Roudtable on Regionalism, Social Science Research Council, available on-line: http://www.sims.berkeley.edu/~anno/papers/limits_autarky.html
- [640] Pirenne, H. (1990) 'Geschiedenis van Europa: Van de invallen der Germanen tot de zestiende eeuw', L.J. Veens Uitgeversmij., Amsterdam
- [641] Pirsig, R.M. (1991) 'Lila, een onderzoek naar zeden', Uitgeverij Bert Bakker, Amsterdam (p.439)
- [642] Ploeger, T. (2000) 'Verslag Duurzame Technieken voor de woningbouw'; doctoraalverslag, Technische Universiteit Delft, faculteit Bouwkunde, vakgroep Bouwtechnologie, Delft
- [643] Plug, P.J., Krommenhoek, R.C., Wal, B. van der, Timmermans, R.M., Jansen, A., Steensel, D.A. van, Appelman, F.A. (2002) 'De Markt over de Markt. Ervaringen en opvattingen inzake marktordeningen in netwerksectoren', & bijlage: 'Sectorverslagen', Berenschot i.o.v. Ministerie van Economische Zaken, 02ME11, Den Haag
- [644] Poel, A., Vries, G. De, Cruchten, G.P.M. van, Bouten, E.P.M.G. (2002) 'Geïntegreerd ontwerpen van duurzame gebouwen – Een nieuwe aanpak met perspectief', EBM-consult BV / Novem, Arnhem
- [645] Polman, W. (2002) afgebroken phd studie naar de schaal van Vinexwijken, Faculteit der Bouwkunde, Technische Universiteit Delft, Delft
- [646] Ponting, C. (1994) 'Een groene geschiedenis van de wereld', uit het engels vertaald door R. van de Weijer en S. Wagenaar, Forum, Amsterdam
- [647] Poppelaars, A.J.G. (2002) 'Afvalscheiding: samen de stap zetten', in: Rijnten, H. Ed. (2002) 'Het landelijk afvalbeheersplan', documentatiemap studiemiddag, Gouda
- [648] Porter, M. (1990) 'The competitive advantage of nations', The Free Press, New York; in: Saxenian, A. (1994) 'The Limits of Autarky: Regional Networks and Industrial Adaptation in Silicon Valley and Route 128', HUD Roudtable on Regionalism, Social Science Research Council, available on-line: http://www.sims.berkeley.edu/~anno/papers/limits_autarky.html
- [649] Potman, H.P. (1998) 'Het nut van geconditioneerde marktwerking', Bestuurskunde Themanummer Afvalbeleid bestuurskundig beschouwd, jaargang 7, nr.5
- [650] Pötz, H., Kaptejn, M. (1995) 'Stichting E.V.A. Ecologisch Centrum voor Educatie, Voorlichting en Advies', E.V.A. brochure, Delft/Culemborg
- [651] Powel, W. (1987) 'Neither Market Nor Hierarchy: Network forms of organization; in: Saxenian, A. (1994) 'The Limits of Autarky: Regional Networks and Industrial Adaptation in Silicon Valley and Route 128', HUD Roudtable on Regionalism, Social Science Research Council, available on-line: http://www.sims.berkeley.edu/~anno/papers/limits_autarky.html
- [652] Powell, R. (1999) 'Rethinking the skyscraper. The complete architecture of Ken Yeang', Thames & Hudson, London, Verenigd Koninkrijk
- [653] PRC (2003) 'Workshop EVA Centrum, Culemborg', rapportage

- Brainstorm EVA Centrum d.d. 20 oktober 2003, Culemborg
- [654] Pres. Decision Directive 63 (1998) 'The Clinton Administration's Policy on Critical Infrastructure Protection, White House, Washington D.C., www.cybercrime.gov/white_pr.htm
- [655] Priemus, H., Nijkamp, P., Dieleman, F. (2000) 'Meervoudig Ruimtegebruik. Stimulansen en Belemmeringen', Delft University Press, Delft
- [656] Principia (2000) 'Autarky', <http://pespmc1.vub.ac.be/ASC/AUTARKY.html>
- [657] Provincie Gelderland (2005) 'Vliegwielen naar duurzaamheid; A driving force for sustainability', E.U. Innovative Actions Programme 2003-2004 'Stimulansen voor een duurzame kenniseconomie', Action line 1, Project 4, Brussels/Arnhem
- [658] PWC (2002) 'Movers and Shapers. Utilities – Europe 2002', PricewaterhouseCoopers, Annual survey, www.pwc.com
- [659] PWC (2004a) 'De nieuwe afvalmarkt: grenzeloze mogelijkheden?', Afvalseminar 2004, PricewaterhouseCoopers
-
- Q**
- [660] Qunjel, E. & Zeiler, W. (2003) 'Babylon Voorbij. Opweg naar een lerende bouwkolom', Samenvatting onderzoek integraal ontwerpen, Technische Universiteit Delft, Faculteit Bouwkunde, OBOM Onderzoeksgroep, Technische Universiteit Eindhoven, i.s.m. T.V.V.L. en BNA
- [661] Quist, W. (1999a) 'VCW referatendag', discussie n.a.v. een gevraagde verscherping van het programma van eisen, TU Delft, Delft
- [662] Quist, J.N., Knot, J.M., Wel, M. van der, Vergragt, Ph.J. (1999b) 'Strategies for Sustainable Households', proceedings 2nd Symposium on Sustainable Household Consumption 'Household Metabolism: from concept to application', june 3-4 1999, pp175-186, Groningen
- [663] Quist, J.N., Vergragt, Ph.J., Young, C.W. (2000) 'Demand Side Innovation Towards Sustainability Using Stakeholder Workshops', Technology Assessment Group, Delft University of Technology, CROMTECH, Manchester School of Management, UMIST, Verenigd Koninkrijk
- [664] Quist, J.N. (2002a) 'Kraker renoveert leidingen zuinig', *Cobouw* 217, 21 november 2002
- [665] Quist, J.N. (2002b) 'Slechte stroom' en infrastructuur vergroten vraag naar noodstroom', *Cobouw* 215, 19 november 2002
-
- R**
- [666] Ragin, C.C. (1994) 'Constructing Social Research: The Unity and Diversity of Method', Pine Forge Press, Thousand Oaks, California, VS
- [667] Raha, S., Ghose, A.K., Allen, N.W. (1999) 'Industrial Ecology. Analogy, or the mechanics core of sustainability', *Green Business Opportunities*, volume 5 (2)
- [668] Rakelmann, U.V. (2003) 'Further development of urban wastewater disposal systems in conurbation', 2nd International Symposium on Ecological Sanitation EcoSan'03, Lübeck, Duitsland
- [669] Reckerzügl, M. & Bringezu, S. (1998) 'Vergleichende materialintensitäts-analyse verschiedener abwasserbehandlungssysteme', *Gwf-Wasser/Abwasser*, Heft nr. 11, Duitsland
- [670] Reh, W., Frieling, D., Weeber, C., Barbieri, U., Coenen, J., Schrijnen, J. (2003) 'Delta Darlings', uittreereds, Faculteit der Bouwkunde, Technische Universiteit Delft, Delft
- [671] Rense, R. (2002) 'Afval verbranden in de grensregio's: nog even geduld', in: Rijnten, H. Ed. (2002) 'Het landelijk afvalbeheersplan', documentatiemap studiemiddag, Gouda
- [672] Reuser, B. & Schenk, M. (1998) 'Het gelaagde land', prijsvraaginzending voor de EO Wijers Prijsvraag 'De toekomst van Nederland, 2e prijs, Delft/Rotterdam
- [673] Repetto, R. (1986) 'World Enough and Time', pp. 15/16, Yale University Press, New Haven, CT, VS
- [674] Reynolds, M.E. (1990a) 'Earthship. How to build your own', Solar Survival press, Taos, New Mexico, VS
- [675] Reynolds, M.E. (1990b) 'Earthship. Systems and components', Solar Survival press, Taos, New Mexico, VS
- [676] Reynolds, M.E. (1993) 'Earthship. Evolution beyond economics', Solar Survival press, Taos, New Mexico, VS
- [677] Reynolds, M.E. (2000) 'Comfort in any Climate', Solar Survival press, Taos, New Mexico, VS
- [678] Rifkin, J. (2002) 'The Hydrogen Economy', Penguin Putnam, in de duitse vertaling verwerkt 'Die H2-Revolution. Mit neuer energie für eine gerechte Weltwirtschaft', Campus Verlag, Frankfurt/New York, VS
- [679] Rijenga, S. (1992) 'Bouwmaterialen en milieu. Kiezen voor een duurzaam grondstoffengebruik in de bouw'
- [680] Rioned (2000) 'Het riool in cijfers 1998/1999'
- [681] Rioned (2001) 'Schoon uit het riool: af- en niet aankoppelen in de praktijk'
- [682] Risselada, M. (2002) 'Architecture in the Netherlands, a history of planning and building in the Netherlands. 1900-2000', Delft University of Technology, Faculty of Architecture, Nai publishers, Rotterdam
- [683] RIVM, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne (1988) 'Zorgen voor morgen', in: F. Langeweg, 'Nationale milieuverkenningen, 1985-2010', Alphen aan den Rijn
- [684] Rijkswaterstaat, Directoraat generaal (1996) 'Achtergrondnota "Toekomst voor Water" Watersysteemverkenningen, Ministerie van Verkeer & Waterstaat, Den Haag
- [685] Rijkswaterstaat (1996) Nota 'Toekomst voor Water in het kort, diagnose en prognose', Watersysteemverkenningen, Ministerie van Verkeer & Waterstaat, Den Haag
- [686] Riza (1994) 'Duurzame stedelijke waterkringloop', Verkenkende studie DTO water, Witteveen en Bos Raadgevende adviseurs, Interdepartamenteel onderzoeksprogramma Duurzame Technologische Ontwikkeling, Delft
- [687] RMNO (1990) 'Duurzame ontwikkeling, een verkenning van de consequenties voor wetenschapsbeoefening en onderzoek', Raad voor Milieu- en Natuuronderzoek, Publicatie nummer 50, Rijswijk
- [688] RMNO (2000) 'Institutionele

- veranderingen in de nutssectoren: kansen voor natuur en milieu', Raad voor Milieu- en Natuuronderzoek, Publicatie nummer 146, Rijswijk
- [689] Roaf, S., Walker, V., Butler, E. (1999) '21AD: Water', *Architectural Digest of the 21st Century*, Oxford Brookes University / Thames Water, Oxford, United Kingdom
- [690] Roaf, S., Fuentes, M., Gupta, R. (2003) 'Ecohouse2: A Design Guide', Architectural Press, Oxford, UK
- [691] Roaf, S. & Viljoen, A. (2004) 'Landuse, Density, and Urban Design', Oxford Brookes Polytechnic University, Oxford, Verenigd Koninkrijk
- [692] Rogers, R. (1997) 'Cities for a small planet', Faber and faber, London, UK
- [693] Rogers, R., Urban Task Force (1999) 'Towards an urban renaissance', E & FN Spon Publishers, London, UK
- [694] Röling, L.C. (1961) 'Enige opmerkingen naar aanleiding van de "Openbaringen van Constant"', *Delftse school I-IO* (3), Delft
- [695] Röling, L.C. (ed.) (1995) 'De betekenis', in: 'Buisman, S., Don, M., Geisler, K., Munster, J. van, Röling, L.C. ed. (1995) 'Tekens van licht & warmte', *Catalogus tentoonstelling Boterhal Hoorn*, 3/9-8/10 1995
- [696] Röling, L.C. (1996) 'Hightech als voorwaarde voor een beter milieu', paper Milieu discussie Dag, Faculteit der Bouwkunde, Technische Universiteit Delft
- [697] Röling, L.C. (1998) 'The experiment of sustainability', in: 'Designing sustainability', RSDC (Research School for Design and Computation, TU Delft, Faculty of Architecture, Delft
- [698] Röling, L.C. (2000a) 'De Randstad van 2030', in: 'Canters, K. (ed.) 'environmentAL design. Bouwstenen voor een duurzaam gebouwde omgeving', Technische Universiteit Delft, Delft
- [699] Röling, L.C. (2001) 'Energietekort en levensgeluk', Redactioneel, *De Academische Boekengids*, nummer 28 / augustus, Amsterdam University Press, Amsterdam
- [700] Röling, L.C. (2002b) 'De kunst van de ingenieur & de verantwoordelijkheid van de architect, met daartussen Een gezicht op Delft', Salomé, Amsterdam University Press, Amsterdam
- [701] Röling, L.C. (2003) 'Buckminster Fuller', in: *Cultureel woordenboek*, uitgave 2003
- [702] Röling, L.C., Timmeren, A. van (2005) 'Close with comfort', printversie van lezing congres Sustainable Building '05, Tokyo, 29 september 2005, Japan
- [703] Röling, N. (1970) 'Adaptations in Development: a Conceptual Guide for the Study on Non-Innovative Responses of Peasant Farmers', *Economic Development and Cultural Change*, no.19 (1)
- [704] Röling, N. (2000b) 'Gateway to the global garden; Beta/Gamma Science for Dealing with Ecological Rationality', Eighth Annual Hopper Lecture, University of Guelph, Canada
- [705] Rooy, M. van (1992) 'De eerste architect die niet kon tekenen. Gropius en het Bauhaus', *Cultureel Supplement, NRC Handelsblad*, 10/1 p.6
- [706] Rozendaal, S. (2005) 'De groene droom. Energie', Elsevier, jaargang 61, Vol.4, januari 2005
- [707] Rudlin, D. & Dodd, N. (2003) 'Neighborhood Sustainability', *Architectureweek* nr.1; Page E.2.2; ook beschikbaar on-line: http://architectureweek.com/2003/0101/environment_2-1.html & http://architectureweek.com/2003/0101/environment_2-2.html
- [708] Ruigrok, W. van & Tulder, R. (1995) 'Misverstand globalisering', in: *Economisch Statische Berichten*, Nr. 80, p.1130-1143
- [709] Ruis, M.J. (1996) 'Visies of Infrastructuur en Duurzaamheid; Inventarisatie van onderzoeksvragen', Erasmus Studiecentrum voor milieukunde, Erasmus Universiteit, Rotterdam
- [710] RVW (1992) 'Geef water de ruimte', Advies ten behoeve van de Derde Nota Waterhuishouding, Raad voor Verkeer en Water, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 's Gravenhage
- [711] RVW (1996) 'Samen over Water, Advies ten behoeve van de Vierde Nota Waterhuishouding', Raad voor Verkeer en Water, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 's Gravenhage
- S
- [712] Sagoff, M. (1988) 'The Economy of the Earth. Philosophy, Law and the Environment', Cambridge, UK
- [713] Salisbury, F.G., Gitelson, J.I., Lisovsky, G.M. (1997) 'Bios-3: Siberian Experiments in Bioregenerative Life-Support', *BioScience*, Vol.47 Nr. 9
- [714] Salisbury, P.G. (2003) 'The Autonomous House. A component of a Global Dwelling Service', alleen beschikbaar on-line: <http://reality.sculptors.com/~salsbury/House/> en <http://reality.sculptors.com/gds.html>
- [715] Sandberg, G & Leeflang, S. (1996) 'Riool vervangende technieken', uitgave van 'De 12 Ambachten', Boxtel
- [716] Sassen, S. (2004) 'The Global City: New York, London, Tokyo', Princeton University Press, Oxford, UK
- [717] Saxenian, A. (1994) 'The Limits of Autarky: Regional Networks and Industrial Adaptation in Silicon Valley and Route 128', HUD Roudtable on Regionalism, Social Science Research Council, available on-line: http://www.sims.berkeley.edu/~anno/papers/limits_autarky.html
- [718] SBR (1996) 'Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen Woningbouw (Nieuwbouw en Beheer)', Stichting Bouw Research (SBR), Rotterdam
- [719] SBR (1998) 'Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen Utiliteitsbouw (Nieuwbouw en Beheer)', Stichting Bouw Research (SBR), Rotterdam
- [720] Schaminée, A.J. (1999) 'Duurzaam Stedelijk Waterbeheer. In de Delftse wijk Poptahof', afstudeerverslag HAS Den Bosch, afdeling Milieutechnologie, i.s.m. DIOC DGO 'De Ecologische Stad', Technische Universiteit Delft, Den Bosch/Delft
- [721] Scheepers, M.J.J. & Beus, J. de (2002) 'Te weinig investeren in nieuwe elektriciteitscentrales vergroot risico's op stroomuitval', *Energieonderzoek Centrum Nederland*, ECN RX—03-004, Petten
- [722] Scheffer, C.L. (1993) 'Tijd', afscheidsrede, Faculteit der Technische Wiskunde en Informatica, Technische Universiteit

- Delft, Delft
- [723] Schertenleib, R. (2000) 'The Bellagio principles and a household centered approach in environmental sanitation', Ecosan (ecological sanitation) conferentie 'Closing the loop in wastewater management and sanitation', plenary session 2, october, Bonn, Duitsland
- [724] Schmid, P. (1982) (heruitgave 1990): 'Biologische Architectuur'
- [725] Schmid, P. (1986) 'Biologische Baukonstruktion. Wege zu einer integralen Bau- und Ausbautechnik. Atlas einer human-ökologischen Baukonstruktionslehre, Rudolf Müller, Köln, Duitsland
- [726] Schneidmadl, J. (1999a) 'Ökologischer Vergleich von Abwassersysteme. Afstudeerverslag Universiteit Karlsruhe, Duitsland
- [727] Schneidmadl, J., Hillenbrand, Th., Böhm, Lange, J. (1999b) 'Vergleich der Stoffflüsse von Abwasserkonzepten mit und ohne Teilstrombehandlung, 'Wasser & Boden vol.51/11, Duitsland
- [728] Scholtens, A.C.J. (2002) 'Incidentenplan Riolering', proceeding conferentie 'De toekomst van het Nederlandse rioolstelsel. Actuele ontwikkelingen in plan en praktijk', Elsevier congressen
- [729] Schot, J. (1991) 'Maatschappelijke sturing van technische ontwikkeling; Constructive Technology Assessment als hedendaags Luddisme', WMW Publicatie 9, Faculteit Wijsbegeerte en Maatschappijwetenschappen, Technische Universiteit Delft, Delft
- [730] Schot, J. & Rip, A. (1996) 'The Past and Future of Constructive Technology Assessment' Technology Forecasting and Social Change, vol.54, pp.251-268
- [731] Schrijnen, J.M. (2005) 'Land en stad. De creatie van een opgave', Delft University of Technology (TUD), Delft
- [732] Schulz, H. & Eder, B. (2001) 'Biogas-Praxis; Grundlagen, Planung, Anlagenbau, Beispiele', Ökobuch, Freiburg, Duitsland
- [733] Schumacher, E.F. (1973) 'Hou het klein. Een economische studie waarbij de mens weer meetelt', Amboboeken; vertaling van : 'Small is beautiful', Blond & Briggs, London, UK
- [734] Schumacher, E.F. (1979) 'Hoe kleiner hoe beter', Amboboeken, Baarn; vertaling van : 'Good work', Harper & Row, Publishers, New York, VS
- [735] Schutte-Postma, L. (1998) 'Milieu & Recht', Faculteit der Bouwkunde, Technische Universiteit Delft, Delft
- [736] Seebregts, A.J. & Weeda, M. (2002) 'Energie-infrastructuur van de toekomst. Een inventarisatie op basis van recente verkenningen en studies voor Nederland', Energieonderzoek Centrum Nederland, ECN C—02-027, Petten
- [737] Segeren, W.A. & Hengeveld, H. (s.d.) 'Bouwrijpmaken van terreinen, Den Haag
- [738] Seitz, V. (2001) 'Vrijstaat onder dak. Daar achter de heuvel ligt het nieuwe dorp...', afstudeerproject, Faculteit der Bouwkunde, Technische Universiteit Delft, Delft
- [739] Seitz, V., Dorst, M. van, Heijligers, M. (2003) 'ECU-Dorp Almere; stedenbouwkundig en milieutechnisch concept', DIOC De ecologische stad, Technische Universiteit Delft, Delft
- [740] SEV / NOVEM / DuboCentrum (1999) 'Vademecum Water: drinkwater- en warmwaterbesparing'
- [741] SEV / NOVEM / DuboCentrum (2000) 'Duurzaam watergebruik: wat leren de voorbeeldprojecten ons?'
- [742] Shell (2001) 'Energy Needs, Choices and Possibilities – Scenarios to 2050', Shell International, London, Vernigd Koninkrijk
- [743] Sidler, H.F.A. (1998) 'Vergisting bioafval op wijkniveau. Een verkenning'; CORE International, Lochem
- [744] Sidler, H.F.A., Velsen, A.F.M. van, Gaalen, F. van, Bijman, Th. (2004) 'Lokale afvalverwerking met biogasproductie in Lanxmeer. Een case studie', CORE International, Lochem
- [745] Sidler, H.F.A. (2000) 'Vergisten Bioafval op Wijkniveau', CORE Int.
- [746] Siebers, J. (2000) 'Het EVA-Lanxmeer Netwerk, BEL Info, Extra editie nr.1, februari 2000, Culemborg
- [747] Siemensma, M. (2000a) 'De ontwikkeling van decentrale sanitatie en hergebruik in een woonwijk', doctoraalverslag; Wageningen Universiteit; nummer 00-033, Wageningen
- [748] Siemensma, M. (2000b) 'Interviews met relevante actoren van het DESAH systeem te Lanxmeer en met bewoners van de wijk Lanxmeer te Culemborg', Wageningen Universiteit en Research center, Wageningen
- [749] Sierksma, R. (1988) 'Wetenschapsoverzicht. Deel I', Vakgroep Geschiedenis, media, theorie, Faculteit der Bouwkunde, Technische Universiteit Delft
- [750] Sieverts, T. (2003) 'Cities without Cities: an Interpretation of the Zwischenstadt', London, UK
- [751] Silvester, S & Vries, G. De (1999) 'Woonsatisfactie, bewonersgedrag en bewonerswensen bij Voorbeeldprojecten Duurzaam Bouwen, V&L Consultants i.s.m. T.U. Delft, Delft
- [752] Sit, V. (1988) 'Chinese Cities: the growth of teh metropolis since 1949', Oxford University Press, UK
- [753] Skendrovic, V. (1995) 'Development of an autonomous building legislation', SVIBOR, Ministry of Science and technology, Construction Management & Economics Department, Zagreb, Croatia.
- [754] Slessor, C. (1997) 'Sustainable Architecture and High-technology; Eco-Tech', Thames and Hudson, London, UK
- [755] Slob, A.E.L., Bouman, M.J., Haan, M. de, Blok, K., Vringer, K. (1996) 'Trendanalyse Consumptie en Milieu', Ministerie van VROM, Den Haag
- [756] Smit, J. (2000) 'Urban agriculture and biodiversity', Urban agriculture magazine 1(1): p.11-12
- [757] Smit, J. (1979) 'Eelectriciteit sopwekking met behulp van wind-energie, Cursus ECN, Petten
- [758] Smit, J.J. (1997) 'De levensduur van de elektrische infrastructuur; Hooggespannen verwachtingen', Faculteit der Elektrotechniek, Technische Universiteit Delft, Delftse Universitaire Pers, Delft
- [759] Smook, R.A.F. (1995) 'Integratie op procesniveau: Planning, ontwerp, bouwen en beheer', in: 'Kwaliteit door Integratie; Innovaties op het grensvlak van land en water. Watersystemen in het stedelijk gebied; drager van duurzame stedenbouw?', Erasmus Universiteit

- Rotterdam
- [760] Snerse, C. (2005) 'Optimalisatie is meer dan een sommetje. Uitgangspunten bij Optimalisatie Afvalwatersysteem Studie', Dossier: Riolering, Land+Water, nr. 9, jaargang 45
- [761] Solé, R. & Montoya, J. (2000) 'Complexity and fragility in Ecological Networks', in: Buchanan, P. (2002) 'Small world; uncovering nature's hidden networks', Phoenix/Orion Books, London, UK
- [762] Soleri, P. (1981) 'The omega seed. An Eschatological Hypothesis', Anchor Books, New York. VS
- [763] Spaandonk, J.W.M. van (1977) 'Klein kan mooi zijn, maar ook levensgevaarlijk', in: De Ingenieur, 15/12
- [764] Spaandonk, J.W.M. van (1978) 'De heer Van Spaandonk antwoordt', in: De Ingenieur, 2/2
- [765] Speth, J.G. (1990) 'Can the world be saved?', in: Ecological economics vol.1 (p.289-304)
- [766] Spirn, A.W. (1998) 'The language of landscape', Yale University Press, VS
- [767] Stadtplanungsamt Hannover (1990) 'Sanierung Nordstadt, Ökologisch orientierte Modernisierung Rehbockstrasse 26/28 Hannover', Projektdokumentatie, Abteilung für Sanierungen, i.s.m. Presse- und Informationsamt, in: Projektdokumentatiegids Excursie naar Noord- en midden Duitsland, onder redactie van Pötz, Bleuzé en Vlok, Technische Universiteit Delft, oktober 1990
- [768] Staman, J. & Vos, R. de (2006) 'Energiedebat wordt nu eindelijk scherp gevoerd', de Volkskrant, Forum, 2 maart 2006
- [769] Steinmann, H. & Scherer, A.G. (2000) 'Corporate ethics and management theory', in: Linden, B. van der (2003) 'Sprakverwarring; Maatschappelijk verantwoord ondernemen als communicatietheoretisch probleem', Afstudeerscriptie Bedrijfskunde, Katholieke Universiteit Nijmegen / Nijmegen School of Management
- [770] Stevels, A.L.N. (1996) 'Absoluut en Relatief', intree-rede, Faculteit van het Industrieel Ontwerpen, Technische Universiteit Delft, Delft
- [771] Stichting EVA Centrum (2003a) 'Plan van aanpak Activiteiten en ontwikkeling EVA Centrum', Lereren voor Duurzaamheid 2002, Programma Innovatieve Acties Gelderland, Culemborg
- [772] Stichting EVA Centrum (2003b) 'Interactief multidisciplinair ontwikkelingsproces EVA-Centrum voor Integrale Ecologie en maatschappelijke vernieuwing', Projectvoorstel SMOM regeling Ministerie van VROM, Culemborg/Den Haag
- [773] Stichting EVA Centrum (2003c) 'Plan van Aanpak Activiteiten en ontwikkeling EVA Centrum', Projectvoorstel Subsidieregeling Europese programma's Gelderland, Innovatieve Acties Programma, IAP 2004.148, Culemborg
- [774] Stichting EVA Centrum (2005) 'Programma van Eisen EVA Centrum met Hotel', Culemborg
- [775] Strategy Academy (2003) 'European Energy Companies. An industry in search of its futur', Rotterdam
- [776] Suddle, S.I. & Waarts, P.H. (2003) 'The risk of safety – an integration of psychological and mathematical approaches, Risk Decision and Policy, October 2003
- [777] Sunikka, M. (2001) 'Policies and regulators for sustainable building. A comparative study of five European countries', Housing and Urban Policy Studies 19, Delft University Press (DUP) Science, OTB Research Institute for Housing, Urban and Mobility Studies, Delft University of Technology, Delft
- [778] Suranovic, S.M. (2003) 'International Trade Theory and Policy Lecture Notes', <http://internationalecon.com/v1.0/ch5/5c030.html>
- [779] SusHouse (2001) SusHouse: 'Scenarios Slide Show and Research Reports', SusHouse Project Team, CD-Rom, 2001, CROMTEC, Centre for Research in Organisations, Management and Technical Change; UMIST: Manchester School of Management, UK
- [780] Swedenviro (2001) 'Market survey – extremely low flush toilets', Swedenviro report no.1;2001; in: Fröhlich, A.P., Kraume, I., Lesouëf, A., Oldenburg, M. (2003) 'Separate discharge and treatment of urine, faeces and greywater. Pilot project', World Water & Environmental Resources Congress 2003, Philadelphia, VS
-
- T
- [781] Tainter, J.A. (1988) 'The Collapse of Complex Societies'. Cambridge University Press. Cambridge, UK
- [782] Tansey, G. & Worsley, T. (1995) 'The Food System. A Guide', Earthscan, London, UK
- [783] Tao te King (1962) 'Lao Tse. Tao te King', vertaling E.J. Welz, Kroonder, Bussum
- [784] Tau Teh Tsjing (1963) 'Lau-Tze', vertaling J. Blok N Kluwer, Deventer
- [785] Taverne, E. (1986a) 'Tussen meterkast en geiser; bouwen in de jaren van de schaarste-economie 1945-1955', in: A.Tzonis, L.Oorschot; 1986: 'Moderne-Antimoderne architectuur na 1945', Faculteit Bouwkunde, Technische Universiteit Delft
- [786] Taverne, E. (1986b) 'Architects without architecture Architectuurdiscussie in Nederland 1940-1980', in: A.Tzonis, L.Oorschot; 1986: 'Moderne-Antimoderne architectuur na 1945', Faculteit Bouwkunde, Technische Universiteit Delft
- [787] Taylor, B.B. (1982) 'A perspective on Autonomous Building in Senegal', in: Taylor, B.B., ed. (1982) 'The Changing Rural Habitat', Vol. I: Case Studies, Concept Media/The Aga Khan Award for Architecture, Singapore
- [788] Teisman, G.R. (1992) 'Complexe besluitvorming, een polycentrisch perspectief op besluitvorming over ruimtelijke investeringen', Rotterdam
- [789] Teisman, G.R. & Hartog, F.H. (1993) 'De kunst van complexe besluitvorming', Stedebouw en Volkshuisvesting, nr.1, p.4-10
- [790] Teisman, G.R. & Verhey, T. (1996) 'Draagvlakvorming bij technisch complexe projecten', In: J. de Bruijn, P. de Jong, A. Korsten, W. van Zanten: 'Grote projecten. Besluitvorming en Management', Alphen a.d. Rijn
- [791] Teisman, G.R. (2005) 'Publiek management op de grens van chaos

- en orde', Delft
- [792] Terpstra, drs. P.M.J. (1997) 'Duurzame waterbenutting', in: 'DTO Sleutel Water; Modellen van een duurzame waterketen', Ten Hagen Stam, Den Haag
- [793] Thijn, E. van (1979) 'Macht en mentaliteit', in: *Socialisme en Democratie* 36, p.98-112
- [794] Thompson, M., Ellis, R., Wildawsky, A. (1989) 'Cultural Theory'. Westview Press, Boulder; in: Vries, B. de & Goudsblom, J. (2002b) 'Mappae Mundi. Humans and their Habitats in a Long-Term Socio-Ecological Perspective. Myths, Maps and Models', RIVM, Amsterdam University Press, Amsterdam
- [795] Tieman, J.R.G. (2003) 'Naar een nuttige toepassing van het begrip afvalstof', *Europese Monografieën* no.72, Kluwer
- [796] Tilman, D. & Downing, J.A. (1994) 'Biodiversity and Stability in Grasslands', *Nature* nr. 367
- [797] Tilman, H. (1997) 'Van woning tot stad, variatie woonmilieus begint bij differentiatie', *De Architect*, vol.11 november 1997, Ten Hagen Stam, Den Haag
- [798] Tilman, H. (1999) 'Nieuwe verhoudingen tussen overheid en markt', *De Architect*, vol.2, februari 1999, Ten Hagen Stam, Den Haag
- [799] Timmeren, A. van (1999a) 'High-tech, low-tech, no-tech; architectonische interpretaties van Duurzaam Bouwen', versie 2.02, monografieën milieu 44, Faculteit der Bouwkunde, Technische Universiteit Delft
- [800] Timmeren, A. van (1999b) 'Stad & Land als architectonische opgave; de arrogantie van de architectuur', in: *Planologische discussiedagen 1999*, thema: Stad/land, Stichting Planologische Discussiedagen, Delft
- [801] Timmeren, A. van (1999c) 'Duurzame stedelijke (her)structurering met behulp van een Sustainable Implant. Ontwerpend onderzoek naar conditie-creërende architectuur', in: Canters et al (1999) 'Op weg naar de Ecologische Stad. Dioc Duurzaam Gebouwde Omgeving 1997-1998', DIOC, TU Delft, Uitgeverij Aeneas, Best
- [802] Timmeren, A. van & Tawil, E.D. (1999d) 'E.V.A. Centrum Lanxmeer / Culemborg', brochure schetsontwerp, Atelier 2T, Haarlem
- [803] Timmeren, A. van (2000a) 'Geef afkoppelen en zelfvoorziening meer ruimte. Lichte stedenbouw kan alleen naast de compacte stad', *Duurzaam Bouwen* nr.7, Aeneas Best
- [804] Timmeren, A. van (2000b) 'Enquete & stromenanalyse Decentrale afvalinzameling in Retourette c.q. Recycle Shop Tynaarlo en Haarlem', interne deelverslaglegging enquete en stromenanalyse, Delft/Haarlem
- [805] Timmeren, A. van & Kristinsson, J. (2001) 'Urban Lightness & Reduction of Infrastructure. The First Step in Sustainable Building', PLEA2001, Int.Conference on Passive and Low Energy in Architecture, Florianopolis, Brasil
- [806] Timmeren, A. van (2002a) 'Decentralised waste collection and separation in city districts; separating waste flows & increasing visibility of sustainable refuse collection solutions near users', proceedings Sustainable Building 2002, Oslo, Norway
- [807] Timmeren, A. van (2002b) 'The scale of Autarky; self sufficiency through integrated design of decentralised natural technologies in city districts and buildingclusters', proceedings Sustainable Building 2002, Oslo, Norway
- [808] Timmeren, A. van, Tawil, E.D. (2002c) 'EVA Workshop. Programma van Eisen EVA Centrum & Hotel met bibliotheek. Ruimtelijke verkenning PvE voor het EVA Centrum voor Integrale Ecologie en maatschappelijke vernieuwing', Atelier 2T i.s.m. LA Group Amsterdam, i.o.v. Stichting EVA, Haarlem/Culemborg
- [809] Timmeren, A. van; Röling, L.C.; Kristinsson, J. (2003a) 'Development and planning of sustainable- and autarkic urban areas', *The sustainable world, proceedings Sustainable Planning & Development SPD'03*, Skiathos, Greece, WIT Press, Southampton, Verenigd Koninkrijk
- [810] Timmeren, A. van & Röling, L.C. (2003b) 'Social aspects of autarkic concepts', proceedings Passive and Low Energy in Architecture PLEA'03, Santiago de Chile, Chile
- [811] Timmeren, A. van; Seitz, V.; Heijligers, J.J.A.; Dorst, M. van (2003c) Case 'New-Ruigoord', Almere, proceedings Passive and Low Energy in Architecture PLEA'03, Santiago de Chile, Chile
- [812] Timmeren, A. van, Kristinsson, J., Röling, L.C. (2004a) 'Existing infrastructures: a restriction for real sustainable development', in: 'The Sustainable City III; Urban Regeneration and Sustainability, Wessex Institute of Technology, WIT Press, Southampton, Verenigd Koninkrijk
- [813] Timmeren, A. van, Eble, J., Verhaagen, H., Kaptein, M. (2004b) 'The 'Park of the 21st Century'; agriculture in the city', in: 'The Sustainable City III; Urban Regeneration and Sustainability, Wessex Institute of Technology, WIT Press, Southampton, UK
- [814] Timmeren, A. van, Boelman, E.C., Koornneef, W. (2004c) 'Decentralised energy production in the built environment', International Conference on Passive and Low Energy in Architecture PLEA 2004, Eindhoven
- [815] Timmeren, A. van, Kristinsson, J., Röling, L.C. (2004d) 'Interconnection of clustered decentralised networks; a precondition for real sustainable development', International Conference on Passive and Low Energy in Architecture PLEA 2004, Eindhoven
- [816] Timmeren, A. van, Kristinsson, J., Röling, L.C. (2004e) 'Sustainable Implant and EVA Centre, Culemborg; a hub for Sustainable Development', International Conference on Passive and Low Energy in Architecture PLEA 2004, Eindhoven
- [817] Timmeren, A. van, Tawil, E.D. (2005a) 'Urban and regional typologie in relations to self-sufficiency aiming strategies by multiple use of public space', *Sustainable Planning II, Volume II*, Wessex Institute of Technology, WIT Press, Southampton, UK
- [818] Timmeren, A. van, Graaf, P.A. de, Vries, G. de (2005b) 'Spatial conditions for the integration of combined decentralised energy generation and waste(water)management in city districts', *Sustainable Planning II, Volume I*, Wessex Institute

- of Technology, WIT Press, Southampton, UK
- [819] Timmeren, A. van, Sidler, D. (2005c) 'Decentralised generation of energy and interconnection with treatment of waste and wastewater flows in an urban context', proceedings CISBAT CSFF Conference, École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Lausanne, Switzerland
- [820] Timmeren, A. van, Kristinsson, J., Röling, L.C. (2005d) 'The interrelationship of sustainability and resilience- & vulnerability of networks, related to the critica flows in society; a future deadlock?', proceedings International Conference Sustainable Building (SB05), Tokyo, Japan
- [821] Timmeren, A. van, Röling, L.C. (2005e) 'Introducing Urban Agriculture concept in Urban Planning: The Park of the 21st Century', award winning paper in: proceedings International Conference Sustainable Building (SB05), Tokyo, Japan
- [822] Timmeren, A. van, Hasselaar, B.L.H., Graaf, P. de (2005f) 'Inpassing van decentrale sanitatieconcepten in de gebouwde omgeving', PAO cursusmap 'Brongescheiden inzameling en behandeling van stedelijk afvalwater', Wageningen/Delft 17 en 18 november 2005
- [823] Timmeren, A. van, Kristinsson, J., Röling, L.C. (2005g) 'Building (&) Autarky – Autarkic building project in the past and present', 22th annual conference on Passive and Low Energy Architecture (PLEA 2005), 13-16 november 2005, Beirut, Lebanon
- [824] Timmeren, A. van, Tawil, E.D. (2006a) 'Brochure Conceptueel ontwerp EVA Centrum Lanxmeer, Culemborg', Atelier 2T Architecten, Haarlem
- [825] Tjallingii, S.P. & Reh, W. (1989) 'Landschap en milieu, ontwerpgrondslagen voor gebouw en stad. Faculteit Bouwkunde, Technische Universiteit Delft, Delft
- [826] Tjallingii, S.P. (1990) 'De natuur en de leer. Over de omgang met planten en dieren in de stad', startnotitie t.b.v. het congres Stadsecologie, NIROV, Eindhoven
- [827] Tjallingii, S.P. (1996) 'Ecological conditions; strategies and structures in environmental planning'. IBN Scientific Contributions 2. IBN-DLO, Wageningen
- [828] Tjallingii, S.P. (2004) 'De bijdrage van projecten aan duurzame ontwikkeling. Een vragenkader', intern discussiestuk SOM/MTO- A & MTO-B, Delft University of Technology (DUT), Faculty of Architecture, Delft
- [829] Todd, N.J. & Todd, J. (1994) 'From eco-cities to Living Machines. Principles of Ecological Design', North Atlantic books, Berkeley, California, VS
- [830] Todd J. & Josephson, B. (1996) 'The design of living technologies for waste treatment, Ecological engineering, nr. 6
- [831] Toffler, A. (1984) 'The third Wave'
- [832] Townshend, P. (1996) 'Commissioning Guide for the Toronto Healthy Houses Water Systems', Canada Mortgage and Housing Corporation (CMHC) CR File no. 6740-5 i.s.m. Blue Heron Environment Technology, Ontario, Canada
- [833] Turpijn, W. & Veenema, R. (1978) 'Bewonersparticipatie', Vakgroep Bouwen en Wonen, Sociologisch Instituut, Utrecht
- [834] Tweede Kamer (1990) 'Economie met open grenzen; Gebiedsgericht Milieubeleid; actieplan', nrs. 1-2, SDU-uitgeverij 's Gravenhage, 1990-1991
- [835] Tzonis, A. & Lefaivre, L. (1986a) 'In de naam van het volk. De ontwikkeling van de populistische beweging in de naoorlogse ontwerptheorie', in: A.Tzonis, L.Oorschot; 'Moderne-Antimoderne architectuur na 1945. Bewegingen, theorieën, methoden, projecten', TH Delft, Bk087, sectie theorie.
- [836] Tzonis, A. & Lefaivre, L. (1986b) 'De narcistische fase in de architectuur', in: A.Tzonis, L.Oorschot; 'Moderne-Antimoderne architectuur na 1945. Bewegingen, theorieën, methoden, projecten', TH Delft, Bk087, sectie theorie, Delft University of Technology, Delft
- [837] Tzonis, A. & Lefaivre, L. (1986c) 'Het naoorlogse regionalisme en de toekomst van het kritisch regionalisme', in: A.Tzonis, L.Oorschot; 'Moderne-Antimoderne architectuur na 1945. Bewegingen, theorieën, methoden, projecten', TH Delft, Bk087, sectie theorie., Delft University of Technology, Delft
- U
- [838] Udo de Haes, H.A. (1993) 'Methoden voor levenscyclus-analyse', in 'De ingenieur, nummer 2, pp30/31
- [839] Uitenbogerd, D.E., Brouwer, N.M., Groot-Marcus, J.P. (1998), 'Domestic energy saving potentials for food and textiles', ref. in: Quist, J., Knot, M., Wel, M.van der, Vergragt, Ph.J. (1999) 'Strategies for Sustainable Households', proceedings 2nd Symposium on Sustainable Household Consumption 'Household Metabolism: from concept to application', june 3-4 1999, pp175-186, Groningen
- [840] Ulph, A. (1996) 'Environmental Policy and International Trade when Governments and Producers Act Strategically', Journal of Environmental Economics and Management, Vol.30
- [841] UN (1992) 'Agenda 21', United Nations, <http://www.un.org/esa/sustdev/agenda21/>
- [842] UNCHS (1996) 'Habitat Agenda', United Nations Centre for Human Settlements (Habitat), <http://www.unchcs.org/unchcs-english/hagenda/>
- [843] UNDP (1996) 'Urban Agriculture', in: Girardet, H. (1999), 'Creating Sustainable Cities', Schumacher briefings 2, Green books Ltd., Devon, UK
- [844] UNFCCC (1997) 'The convention and Kyoto Protocol', United Nations Framework Convention on Climate Change, <http://www.unfccc.de/resource/convkp.html>
- [845] URBED (2003) 'Autonomous Urban Development. Background and scoping', URBED (Urban and Economic Development Group) / ALTENER European Commission Renewable Energy Programme Contract 99-286; ook beschikbaar on-line: <http://www.york.ac.uk/inst/chp/hsa/papers/rudlin.pdf>
- [846] Urhahn, G.B. & Bobic, M. (2000) 'A Pattern Image. A typological tool for quality in urban planning', 2nd edition, original version 1994, THOTH Publishers, Bussum
- [847] USEA (2002) 'National Energy Security. Post 9/11',

United States Energy Association, Washington D.C., VS

[848] Uytterlinde, M.A. & Jeeninga, H. (2000) 'Leefstijl en huishoudelijk energieverbruik. Een kwalitatief onderzoek naar de relaties tussen leefstijl en energieverbruik bij bewoners van energiezuinige woningen', Energieonderzoek Centrum Nederland, ECN-C—00-083, Petten

V

[849] Vale, B. & Vale, R. (1991) 'Green Architecture; Design for a sustainable future', Thames and Hudson, London/New York, VS / UK

[850] Vale, B. & Vale, R. (1998) 'Building a Sustainable Future, Homes For an Autonomous Community', Department of the Environment, Transport and the Regions' Energy Efficiency Best Practice programme, GIR 53, UK

[851] Vale, B. & Vale, R. (2000) 'The Autonomous House. A model for suburban sustainability', proceedings Catalyst 1997, Canberra, Canada

[852] Vale, B. & Vale, R. (2000) 'The new autonomous house', Thames and Hudson, New York. VS

[853] Vale, R. (n.d.) website met technische gegevens Hockerton Housing Project: <http://www.greenhouse.gov.au/yourhome/technical/fs77b.htm>

[854] Valk, A. van der & Musterd, S. (1998) 'Leefbare steden en een duurzame omgeving, Van Gorcum, Assen

[855] Valk, A. van der & Faludi, A. (1992) 'Growth regions and the future of Dutch planning doctrine', in: Breheny, M.J. (ed.) 'Sustainable Development and Urban Form', Pion, London, UK

[856] Van Dale (1995) 'Groot Woordenboek der Nederlandse Taal', 12e druk in de nieuwe spelling, Utrecht/Antwerpen

[857] Van Hall (2001) 'Individuele behandeling van Afvalwater; Handboek 2001/2002', Van Hall Business Center, Leeuwarden

[858] Vauban (2005) 'Passivhaus 'Wohn und Arbeiten'', online: [www.http://www.passivhaus-vauban.de/](http://www.passivhaus-vauban.de/)

[859] VDEN (1948) 'De ontwikkeling onzer Electriciteitsvoorziening 1880-1938', Arnhem

[860] Veen, E. van der (2002) 'Afval als onvermoede bron van energie', Dagblad van het Noorden, oktober 2002

[861] Veenhoven, R. (2000) 'Leefbaarheid, betekenissen en meetmethodes', Erasmus Universiteit Rotterdam, Rotterdam

[862] Veenstra, A., Maren, E.N. van, Coetenier, F. (2000) 'Struinatuur –ideeën voor een natuurlijker recreatieomgeving', Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Directie Noordwest

[863] Veenstra, W. & Schoonman, J. (2004) 'Schone toekomst door waterstofeconomie', de Telegraaf 17 april 2003

[864] Veld, R. in 't (1996) 'Spelen met vuur. Over hybride organisaties', Den Haag, 1995; ref. In: Baas, J.H. de (1998) 'Hectiek en vereenvoudiging van besturingscontext. Afvalbeleid in Nederland naar een nieuwe ronde', Bestuurskunde Themanummer Afvalbeleid bestuurskundig beschouwd, jaargang 7, nr.5

[865] Vellinga, P. (1999) figure 'The time scale and geographic scale of societal responses to the issue of environment', in: Kemp, R. & Rotmans, J. (2001) 'The Management of the Co-Evolution of Technical, Environmental and Social Systems, proceedings International conference Towards Environmental Innovation Systems, Garmisch-Partenkirchen, Duitsland

[866] Ven, F.H.M. van de (1990) 'Hydrofiel – hydrofoob. De waterhuishouding in de hedendaagse stad', congres Stadsecologie, NIROV, Eindhoven

[867] Ven, F.H.M. van den (1995) 'De maten van water; integratie van waterbeheer op verschillende schaalniveaus', in: 'Kwaliteit door Integratie; Innovaties op het grensvlak van land en water. Watersystemen in het stedelijk gebied; drager van duurzame stedebouw?', Erasmus Universiteit Rotterdam

[868] Verbeek, M. (2002) 'Afkoppelen van regenwater door gemeenten', proceeding conferentie 'De toekomst van het Nederlandse rioolstelsel. Actuele ontwikkelingen in plan en praktijk', Elsevier congressen

[869] Verbong, G. et al (2001) 'Een

kwestie van lange adem, de geschiedenis van duurzame energie in Nederland', Aeneas, Best

[870] Vercruyssen, E.V.W. (1966) 'Het Ontwerpen van een Sociologisch Onderzoek'

[871] Vergragt, Ph.J. (1988) 'The Social Shaping of Industrial Innovations', Social Studies of Science 18

[872] Vergragt, Ph.J. & Groenewegen, P. (1989) 'New technological developments and technology assesment: a plea for an integrated approach', Project Appraisal 4, Technische Universiteit Delft

[873] Vergragt, Ph.J. (1992) 'Naar een Ecologische Technologie', intreerede, Technology Assessment en Duurzaamheid, Faculteit der Wijsbegeerte en Technische Maatschappijwetenschappen, Technische Universiteit Delft, Delft

[874] Vergragt, Ph.J. & Jansen, L.J.A. (1993) 'Sustainable Technology Development: the making of a long-term oriented technology programme', DTO (Duurzame Technologische Ontwikkeling) Project voorstel 8: no.3 pp.134-140; reference in: Bras-Klapwijk, R.M., Knot, J.M. (2000) 'Environmental Assessment of Future-Scenario's in the Sushouse Project. Illustrated for clothing care', paper Technology Assessment Groep, Delft University of Technology; ook beschikbaar online: www.sushouse.tudelft.nl, Delft

[875] Vergragt, Ph.J. (1999) 'Leapfrogging to Sustainable Households', Proceedings, 8th Greening of Industry Conference 'Ways of Knowing/Ways of acting', 7 July 1999, Chapel Hill, North Carolina, VS

[876] Verheul, H. & Vergragt, Ph.J. (1995) 'Social Experiments in the Development of Environmental Technology: A Bottom-up Perspective', Technology Analysis & Strategic Management, Vol.7, no.3, pp.315-326

[877] Verkooyen, A.H.M. (1996) 'Het beeld van beter', intreerede, Faculteit der Werktuigbouwkunde en Maritieme Techniek, Technische Universiteit Delft, Delftse Universitaire Pers, Delft

[878] Verkuylen, J.W. (1996) 'De ruimtelijke ordening moet de beperkingen die zij heft onder ogen zien', in: Berkel, F. van (1996) 'Nederland

- 2030, Verkenning Ruimtelijke Perspectieven', deesselse Regionale economische ontwikkelingen in international perspectief, NIROV ism VROM/RPD en DVEB, Den Haag (Tilburg/Zwolle)
- [879] Verlinden, J. & Rooijers, F.J. (1997) 'Illustratieproject duurzaam wijkvernieuwing Blijdorp/Bergpolder', CE (Centrum voor energiebesparing en schone technologie) i.s.m. Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs, Delft .
- [880] Vermeersch, E. (1990) 'Weg van het WTK Complex: onze toekomstige samenleving', in: CLTM, 1990, pp17/40
- [881] Verschuren, P. & Doorewaard, H. (1995) 'Het ontwerpen van een onderzoek', Lemma, Utrecht
- [882] Verschuuren, S. & Hemel, Z. (2002) 'De creatieve regio. Tussen toeval en tekenafel', Masterclass Stedebouw MHAL regio
- [883] Versluis, K. (2004) 'Heerlijk, helder, kraanwater', Intermediair vol.47, 18 november
- [884] Verstraete, W. (2000) 'Potentials of anaerobic treatment of domestic sewage under temperate climate conditions', voordracht Euro Summer School, DESAR, Decentralised sanitation and reuse, Landbouw Universiteit Wageningen & Research Centrum Wageningen, Wageningen
- [885] VEWIN Waterleidingstatistiek (1996)
- [886] Viljoen, A. (1997) 'The Total Environmental Impact of Low Energy Dwellings', European Directory of Sustainable and Energy Efficient Building, James & James, London, UK
- [887] Viljoen, A. & Tardiveau, A. (1998) 'Sustainable Cities and Landscape Patterns', proceedings Passive and Low Energy in Architecture PLEA'98, 1 – 3 June, Lisbon, Portugal
- [888] Viljoen, A. & Bohn, K. (2000) 'Intensification and the integration of productive landscape', Proceedings World Renewable Energy Conference, Berlin, Duitsland
- [889] Visser, A. (2000) 'Decentrale sanitatie en hergebruik op gebouw niveau. Ontwerpgrondslagen en economische haalbaarheid van decentrale behandelingssystemen van afvalstromen binnen grote gebouwen, derde concept 17 april 2000, Haskoning, referentienummer G2234.AO/R003/AVI/KS, Nijmegen
- [890] Vitousek, P.M., Mooney, H.A., Lubchenco, J., Melillo, J.M. (1997) 'Human Domination of Earth's Ecosystems', quote in Science 277, p.494-499
- [891] Vitruvius (s.d.) 'De Architectura'; vertaling T. Peters Athenaeum, Polak & Van Gennep (1997) 'Handboek Bouwkunde', Amsterdam
- [892] V&L Consultants (2004) 'Lokale afvalverwerking, lokale biogasproductie en lokale afvalzuivering in de wijk EVA-Lanxmeer te Culemborg', Projectvoorstel Besluit subsidies energieprogramma's (BSE) Duurzame Energie (DEN), 2020-04-13-24-017, Rotterdam
- [893] VNCL (1989) 'Op weg naar integraal kringloopbeheer', Rapport s.l.
- [894] Vogtländer, J.G. (2001) 'The model of the Eco-costs / Value Ratio. A new LCA based decision support tool', thesis Delft University of Technology, Design for Sustainability program Publication no.4, Druk, Tan Heck, Delft
- [895] Voogd, H. (1992) 'Facetten van de planologie', collegedictaat 1992-1993, Faculteit der Ruimtelijke Wetenschappen, Rijksuniversiteit Groningen
- [896] Voordt, D.J.M. van der & Wegen, H.B.R. van (1990) 'Sociaal Veilig Ontwerpen. Checklist ten Behoeve van het Ontwikkelen en Toetsen van (Plannen voor) de Gebouwde Omgeving', Publikatieburo Bouwkunde, Delft University of Technology
- [897] Voorhoeve, J.G. (2002) 'Doelmatiger Rioleringsbeheer, nu en in de toekomst', proceeding conferentie 'De toekomst van het Nederlandse rioolstelsel. Actuele ontwikkelingen in plan en praktijk', Elsevier congressen
- [898] Vries, A.H. de, (2002a) 'Actuele ontwikkelingen in het gemeentelijk rioleringsplan', proceeding conferentie 'De toekomst van het Nederlandse rioolstelsel. Actuele ontwikkelingen in plan en praktijk', Elsevier congressen
- [899] Vries, B. de & Goudsblom, J. (2002b) 'Mappae Mundi. Humans and their Habitats in a Long-Term Socio-Ecological Perspective. Myths, Maps and Models', RIVM, Amsterdam University Press, Amsterdam
- [900] Vries, G. de (2003) 'Lanxmeer te Culemborg – Bewonerservaringen', V&L Consultants, Provincie Gelderland / Gemeente Culemborg / Stichting Stuurgroep Experimenten Volkshuisvesting (SEV), Rotterdam
- [901] Vries, G. de (2005a) 'EVA Centrum. Conceptueel programma van eisen Water & Energie', rapportage ontwikkelingsworkshop Culemborg, V&L Consultants, Rotterdam
- [902] Vries, G. de, Timmeren, A. van (2005b) 'Aantekeningen bij de bijeenkomst Biogas-Living Machine EVA Lanxmeer', verslag werkbijeenkomst Biogas-Living Machine werkgroep in het kader van BSE/DEN, d.d. 08/03/05, Culemborg
- [903] Vries, G. de, Timmeren, A. van, Mazijk, R. Van (2005c) 'Aantekeningen. Bijeenkomst Oriëntatie rol stadsboer', verslaglegging in het kader van BSE/DEN project 2020-04-13-24-017, Culemborg/Rotterdam
- [904] Vries, G. De, Timmeren, A. van (2006a) 'Lokale afvalverwerking, lokale biogasproductie en lokale afvalwaterzuivering in de wijk EVA-Lanxmeer te Culemborg', Besluit subsidies energieprogramma's (BSE) uitvoeringsregeling BSE-2004, 2020-04-13-24-017, V&L Consultants i.s.m. Atelier 2T Architecten, Rotterdam/Haarlem
- [905] Vries, I. de & Heerema, P. (2003) 'De ruimtelijke kwaliteit van Verkeer en Waterstaat', in: NovaTerra, jaargang 3, no.1
- [906] Vrolijk, L., Gladys, H., Feenstra, S (2003) 'Wonen à la carte. Werken aan woonmilieus', Urhahn Urban Design bv, i.o.v. Ministerie van VROM, Directoraat Generaal Wonen, Uitgeverij THOTH, Bussum

W

- [907] WA (2004) 'Afvalverwerking in Nederland. Gegevens 2003', Werkgroep Afvalregistratie, juli 2004
- [908] Wackernagel, M. & Rees, W. (1996) 'Our ecological footprint. Reducing human impact on the earth', The new Catalyst, bioregional series, New society publishers,

- Gabriola Island, Canada
- [909] Watts, D.J. & Strogatz, S.H. (1998) 'Collective dynamics of small world networks', *Nature* 393, 440-442
- [910] WBS (2002) 'Grenzen aan de markt; privatisering en de hervorming van de publieke sector', Wiardi Beckman Stichting, Amsterdam
- [911] WCED (World Commission on Environment and Development) (1987) 'Our common future', Oxford University Press, pp4, New York, VS
- [912] Weber, S. & Wiesmeth, H. (2000) 'From Autarky to Free Trade: The Impact on Environment', Department of Economics, Southern Methodist University, Dallas / Techn.Universität Dresden, Fakultät Wirtschaftswissenschaften, Duitsland; ook beschikbaar on-line: http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=278241
- [913] Weeber, C. (1998) 'Het wilde wonen', Uitgeverij 010, Rotterdam
- [914] Weeber, C. (1999) 'Zwerfstedebouw', Cobouw december 1999
- [915] Weiszäcker, E.U. von & Lovins, A.B. (1996) 'Factor 4 Doppelter Wohlstand, halbierte Naturverbrauch, der neue bericht an den Club of Rome'; engelse uitgave: 'Factor Four. Doubling Wealth – Halving resource use, The new report to the Club of Rome', Earthscan Publications Ltd., London, UK
- [916] Wendland, C. & Oldenburg, M. (2003) 'Operation experiences with a source-separating project', 2nd International Symposium on Ecological Sanitation EcoSan'03, Lübeck, Duitsland
- [917] Werner, C. (2003) 'A holistic approach to material-flow-management in sanitation', Ecosan (ecological sanitation) conferentie 'Closing the loop in wastewater management and sanitation', plenary session 2, 30-31 oktober, Bonn, Duitsland
- [918] Wesseling, J.W., Menke, M.A., Groot, S. De, Luiten, J.P.A. (1992) 'Een stapsgewijze aanpak voor integraal waterbeheer', in: Roijackers, R.M.M., Verstraalen, P.J.T., Liere, L. Van (red.) 'Integraal waterbeheer in de praktijk gebracht, CHO-TNO, Delft
- [919] White, P.R., Franke, W., Hindle, P. (1995) 'Integrated Solid Waste Management. A Life cycle inventory', Blackie publishers, London, UK
- [920] Whitefield, P. (2003) 'Permakultur, Kurz & Bündig; Schritte in eine ökologische Zukunft', Organischer landbau Verlag, Xanten, Duitsland
- [921] Wiggers, J.B.M. (1990) 'De riolering bovengronds', intreedede, Faculteit der Civiele Techniek, Vakgroep Gezondheidstechniek en Waterbeheersing, Technische Universiteit Delft, Delft
- [922] Wiggers, J.B.M. (1991) 'Riolering, geschiedenis en techniek', *Natuur en techniek*, 59, 1, Cat.nr 910011-Siso 649
- [923] Wigley, M. (1998) 'Constant's New Babylon. The Hyper-Architecture Desire', Witte de With, Center for Contemporary art, 010 Publishers, Rotterdam
- [924] Wikipedia (2004) 'autarky' & 'Autonomous building', dictionary, <http://en.wikipedia.org/wiki/Autarky> en www.essentialresults.com/article/Autonomous_building
- [925] Wikipedia (2004b) 'Arcology', dictionary, <http://en.wikipedia.org/wiki/arcology>
- [926] Wilde, Th.S. de (2002) 'Meervoudig Ruimtegebruik en Spoorweginfrastructuur, Gebiedsontwikkeling en Voorbeeldprojecten', Holland Railconsult, Utrecht
- [927] Wilde, Th.S. de & Dobbeltstein, A.A.J.F. van den (2004) 'Space use optimisation and sustainability –environmental comparison of international cases', *Journal of Environmental Management*, vol.73, Elsevier Ltd., pp.91-101
- [928] Wilderer, P.A. & Schreff, D. (2000) 'Decentralized and centralized danstheater management: a challenge for technology developers', *Wat.Sci.Tech.* volume 41 (1)
- [929] Wilderer, P.A. (2001) 'Decentralized versus centralized wastewater management', in: P. Lens, G. Zeeman & G. Lettinga; 2001: 'Decentralised Sanitation and Reuse: concepts, systems and implementation', Integrated Environmental Technology Series, IWA-publishing London, UK
- [930] Wilhide, E. (2002) 'Eco. An essential sourcebook for environmentally friendly design and decoration', Quadrille Publishing Ltd., London, UK
- [931] Willemsen, A. & Rooy, M. de (1996) 'Diffuse bronnen 'feiten en getallen'', Stichting Reinwater
- [932] Willis, H. L. & Scott, W.G. (2000) 'Distributed Power Generation, planning and evaluation', Marcel Dekker, Inc., VS
- [933] Wilson, E.O. (2002) 'Planeet Aarde; 7 onderzoekers bekijken tien jaar na Rio de gezondheid van onze planeet'; E.O. Wilson, sociobioloog, National Geographic, september 2002, p.91/100
- [934] Wilson, P. (1994) 'Bouwen met doelmatige energiesystemen', NWR BouwRAI, Amsterdam
- [935] WIMEK (1996) 'Decentrale inzameling, behandeling en hergebruik van huishoudelijk afvalwater', Wageningen Instituut voor Milieu- en Klimaat onderzoek, Werkgroep Decentrale Sanitatie en Hergebruik (DESAN), Landbouw Universiteit, Wageningen
- [936] Winblad, U. (ed.) (1998) 'Ecological Sanitation', Sida, Novum Grafiska AB, Stockholm, Sweden
- [937] Winblad, U. (2000) 'Development of ECO-San Systems', Ecosan (ecological sanitation) conferentie 'Closing the loop in wastewater management and sanitation', plenary session 2, 30-31 oktober, Bonn, Duitsland
- [938] Winter, J. de (2001) 'Model watersysteem. Structurerende drager voor ontwikkelingen van ECU-dorp', doctoraalstudie Int. Agrarische Hogeschool Larenstein i.s.m. DIOC DGO 'De Ecologische Stad', Technische Universiteit Delft
- [939] Wisse, J.A. (1990) 'Ontwerp en beheer van de stedelijke atmosfeer', proceedings, congres 'stadsecologie', NIROV, Technische Universiteit Eindhoven
- [940] Wittwer, V. & Voss, K. (2001) 'Solar-Passivhaus 'Wohnen & Arbeiten' Freiburg, Vauban' (incl. 'Anhang'), Fraunhofer ISE, Gruppe Solares Bauen in Zusammenarbeit mit Solares bauen GmbH, TOS-1-0103-VK-02, Förderung Deutsche Bundesstiftung Umwelt, K.z. 12333, Freiburg
- [941] Wijers, G. (1996) 'Derde Energie Nota', Ministerie van Economische Zaken, ref. in: Itard, L. (1998) 'Energiestromen in Nederland: analyse, duur-

zaamheidsproblematiek en verbeteringsmogelijkheden', Delfts Interfacultair Onderzoeks Centrum (DIOC), Duurzaam Gebouwde Omgeving, OntwerpAtelier 'De Ecologische Stad', Delft University of Technology, Delft

[942] Wolff, A. (2000)

'Untersuchungen zur Co-Vergärung von Schwarzwasser und Bioabfall', in: Wendland, C. & Oldenburg, M. (2003) 'Operation experiences with a source-separating project', 2nd International Symposium on Ecological Sanitation EcoSan'03, Lübeck, Duitsland

[943] Wollerich, H. (2003) 'Zo kan het zijn in 2015. Energy valley', Dagblad vh Noorden 25/01/03, Groningen

[944] Wortmann, E.J.S.A.,

Kruseman, I.E.L. (2005) 'De Zonneterp – een grootschalig zon-project', InnovatieNetwerk Groene Ruimte en Agrocluster, Project Agropolis, InnovatieNetwerk, Utrecht

[945] Wright, F.L. (1954) 'The natural house', Horizon Press Inc., VS

[946] Wright, F.L. (1901) quote, in: O. Das; 1989: 'Ruimtelijke aspecten in het werk van Franck Lloyd Wright, Ruimtelijkheid in het ontwerp, Delft University of Technology, Faculty of Architecture, Delft

Y

[947] Yaneske, P. (2003) 'Visions of Sustainability', reference in: Frey, H.W. 'The search for a sustainable city. An account of current debate and research', Department of Architecture and Building Science, University of Strathclyde,

Scotland, Key-note presentation on PLEA 2004, The 21st Conference on Passive and Low Energy Architecture, Eindhoven University of Technology, Eindhoven

[948] Yao, Kris (1951) 'Oval room; two arc walls', leaflet Biennale '02 Venetië, referentie naar Hakka Roundhouse, Taiwan

[949] Ybema, J.R., Dril, A.W.N. van, Wijngaart, R. van den, Daniels, B. (2001) 'Referentieraming energie en CO2 2001-2010', Energieonderzoek Centrum Nederland, ECN C—02-010, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Petten

[950] Yeang, K. (1996) 'The skyscraper bioclimatically considered; a design primer', Academy Editions, London, UK

[951] Yeang, K. (1999) 'The green skyscraper . The basis for Designing Sustainable Intensive Buildings', Prestel, London/New York

[952] Yodzis, P. (1981) 'The stability of Real Ecosystems', Nature nr. 289

[953] Yodzis, P. (2000) 'Diffuse effects in food webs', Ecology, 81, 261-267

[954] Yook, S.H., Jeong, H., Barabási, A.L. (2001) 'Weighted Evolving Networks', the American Physical Society, Physical Review Letters, Vol.86, nr. 25.

[955] Young, C.W., Green, K., Anderson, K., Simms, J. (1999) 'Economic Assessment of Design Orienting Scenarios: Strategies towards the Sustainable Household', Proceedings, 8th Greening of Industry Conference 'Ways of Knowing/Ways of acting', 7 july 1999, North Carolina, VS

[956] Young, C.W., Quist, J., Toth,

K., Andeson, K., Green, K. (2001) 'Exploring sustainable futures through 'Design Orienting Scenarios'.

The case of shopping, cooking and eating', The Journal of Sustainable Product Design, vol.1, pp 117-129, Kluwer Academic Publishers

Z

[957] Zalm, A. van der (1998)

'Bouwkundige integratie en haalbaarheid van fotovoltatische systemen. Een verkenning van de (on)mogelijkheden van gebouwgeïntegreerde pv-systemen', doctoraalstudie, Delft University of Technology, Vakgroep BMVB, Delft

[958] Zang, V. (2005) 'Inzamelings- en transportsystemen voor brongescheiden inzameling', Roediger Vakuum und Haustechnik GmbH, PAO cursusmap 'Brongescheiden inzameling en behandeling van stedelijk afvalwater', Wageningen/Delft 17 en 18 november 2005

[959] Zeilmaker, R. (2004) 'Stroom jagen door zee', Wetenschapskatern Delta no. 12, Delft University of Technology

[960] Zeppelini, F. (2001) 'Green Industrialisation. Design of a Bio-Climatic Skyscraper by Renewing an Existing Abandon Structure in Sao Paulo, doctorate study Delft University of Technology, Faculty of Architecture, Delft

[961] Zoethout, T. (2002) 'Autarkisch woonconcept sterk in relatie met omgeving'; thema Duurzaam Bouwen; nummer 6; 05/04/02

[962] Zuidberg, A.C. (1981) 'Het Verzorgingsniveau van Huishoudens', SWOKA, Den Haag

Bronnen

figurenlijst

· Proloog Figuren:

- 0.1 Preventiebeleid en gebouwde omgeving – auteur
- 0.2 Formule milieubelasting bepaling – auteur
- 0.3 Milieubelasting reductie – auteur
- 0.4 Milieubelasting reductie – Taeke de Jong [Jong, 1996a]
- 0.5 Voorwaardelijkheid – Taeke de Jong [Jong, 1996a]
- 0.6 Cultuur – Natuur paradigma's – [vrij naar: Kockelkoren, 1990]
- 0.7 Energienetwerk binnen de 'Dymaxion Map' van Buckminster Fuller – [Baldwin, 1996]

· Hoofdstuk 1 Figuren:

- 1.1 Het watersysteem – [Wesseling, 1992]
- 1.2 Ons milieusysteem – [Kristinsson, 1997a]
- 1.3 Focus binnen de 'BCS'- ladder – [vrij naar: Stevels, 1996]
- 1.4 Onderzoeksprogramma DOSIS Duurzame Ontwikkeling van Stad en Infrastructuur – auteur / Jón Kristinsson / Andy van den Dobbelen
- 1.5 DOSIS schaalniveaus – auteur / Jón Kristinsson / Andy van den Dobbelen
- 1.6 Ecopolis driehoek: Stroom, Gebieden, Actoren – [Tjallingii, 1996]
- 1.7 Ecopolis prioriteiten – [Tjallingii, 1996]
- 1.8 Vijf kwaliteiten in de gebouwde omgeving – [Dorst, 2005]
- 1.9 Driehoek van strijdige doelstellingen – [Campbell, 1996]
- 1.10 Indelingen van de studie binnen de verblindende inzichten typologie paradigma verschuiving – [vrij naar: Miller, 1983/1985; Bawden, 1997; Röling, 2000b]
- 1.11 Paradigma verschuivingpatronen – [vrij naar Hengeveld, 1993]
- 1.12 De regulatieve cyclus van Van Strien – [Hertog & Sluis, 1995]
- 1.13 Opzet van een retroductief onderzoek – [Verschuren, 1995]
- 1.14 Divergentie en convergentie – [Cross, 1989]
- 1.15 Onderzoeksstructuur – auteur

· Hoofdstuk 2 Figuren:

- 2.1 Milieubelastingen – auteur
- 2.2 'Sustainable Building' vertalingen – [Aeneas, 2001]
- 2.3 De tijdshorizon – [Beek, 1993]
- 2.4 Manhattan als afgeschermd micro-klimaat – Buckminster Fuller
- 2.5 Milieubelastingen in relatie tot eco-device – [vrij naar: Leeuwen, 1973]
- 2.6 Structureringschema milieuaspecten [vrij naar: Hengeveld, 1993]
- 2.7 Milieugebruiksruimte – auteur
- 2.8 Topdown beslisboom voorbeeld omtrent energie extensivering – [Novem, 1994]

· Hoofdstuk 2 Tabellen:

- 2.1 Gangbare onderverdeling schaalniveaus – auteur
- 2.2 Onderverdeling schaalniveaus – auteur
- 2.3 Ruimtelijke schaalniveaus, gerelateerde oppervlakten en dichtheden – [Jong, 1996a]

· Hoofdstuk 3 Figuren:

- 3.1 Globale energiebalans van Nederland (peiljaar 1995, DIOC stromenanalyse en vergelijking) – auteur
- 3.2 Productie van energie uit hernieuwbare bronnen (2005) – [Projectbureau duurzame energie, 2005]
- 3.3 Ouderdom vermogenstransformatoren (1997) – [Smit, 1997]
- 3.4 Belangrijkste actoren in de energieketen – auteur
- 3.5 Hoofdnet elektriciteit Nederland – SEP, 2000
- 3.6 Schema elektriciteitsnet – auteur
- 3.7 Elektriciteitsnet varianten – auteur
- 3.8 Hoofdnet gasinfrastructuur Nederland – Gasunie, 2005
- 3.9 Schema aardgasnet – auteur
- 3.10 Schema warmwater netwerken – auteur
- 3.11 Swiss Roll Eco-label systeem – [WoonEnergie, 1991]
- 3.12 Voorkeursvolgorde voor de verwijdering van afval – [NMP, 1980; Kowalczyk, 1999]
- 3.13 Globale waterbalans van Nederland (mld. m³/jaar) – auteur

- 3.14 Vernieuwing rioleringsinfrastructuur – auteur
- 3.15 Riolstelsel varianten – auteur
- 3.16 Belangrijkste actoren (naar groep) in de afvalketen – auteur
- 3.17 Belangrijkste actoren (naar groep) in de (afval)waterketen – auteur
- 3.18 Schema drinkwaterketen – auteur
- 3.19 Schema onderdelen stedelijke waterketen – auteur
- 3.20 Schema afvalwaterketen – auteur

· Hoofdstuk 4 Figuren:

- 4.1 Mogelijke technische infrastructuur stadswijk – auteur
- 4.2 Opbouw milieukosten technische infrastructuur – auteur
- 4.3 Milieukosten systematiek 'statiegeld' – [Brosowski, 2002]
- 4.4 Ecological Footprint logo – [Wackernagel & Rees, 1996]
- 4.5 Woongebied Oosterhout-midden, Nijmegen – auteur
- 4.6 Woongebied Oosterhout-midden, Nijmegen. Aantallen woningtypen – [Brosowski, 2002]
- 4.7 Milieukostenverdeling. Uitbreidingswijk Oosterhout-midden, Nijmegen – [Brosowski, 2002]
- 4.8 Nadere milieukostenverdeling technische infrastructuur sub-netten (stadswijk) materiaal gerelateerd – [Brosowski, 2002]
- 4.9 Gemiddelde stofintensiteit per woningtypologie – [NAWO, 2001]

· Hoofdstuk 4 Tabellen:

- 4.1 Vergelijking geobjectiveerde berekening en subjectieve milieuprioriteiten – [Stevels, 1996]
- 4.2 Oriënteringswaarden voor woonoppervlakte netto woningbouwgebied betrokken stofintensiteit – [NAWO, 2001]
- 4.3 Alternatieve configuraties energievoorziening & verandering milieukosten Oosterhout-midden, Nijmegen – [Brosowski, 2002]

· Hoofdstuk 5 Figuren:

- 5.1 Milieutechnologie – R.E. Waterman
- 5.2 Tijdshorizon technologie ontwikkeling – auteur
- 5.3 C.A.T. Scenarios Toekomstige

- ontwikkeling i.r.t. milieubelasting – [Harper, 2000]
- 5.4 Cultuur karakterisering C.A.T. Scenarios – auteur
- 5.5 Afvoer van afvalwater: vroeger en nu – auteur
- 5.6 Bovengronds Hoogspanning elektriciteitsnet – auteur
- 5.7 Rioleringsoverstort op oppervlaktewater – auteur
- 5.8 Energiescenario Shell, ‘Spirit of the coming age’ – [Shell, 2001]
- 5.9 Technologische vooruitgang als 3e as naast sociale prioriteiten en globaliseringsgraad – [Bruggink, 2004]
- 5.10 Voorbeeld schaalvergroting en popularisering tegelijk; Marstal op het eiland Ærø (Dk); ca. 80% warmwater voorziening uit hernieuwbare bron – [Nordisk Folkecenter for Vedvarende Energi, 2005]
- 5.11 Voorbeeld veranderde omgang met water in de stad; Living Water Garden Project in Chengdu, China – [Mavor, 2000]
- 5.12 Grensoverschrijdende afvalregio’s – auteur
- **Hoofdstuk 5 Tabellen:**
- 5.1 Energiescenario Nederland EZ-95 Nederlands beleid – [Ecofys & UvU, 1997]
- **Hoofdstuk 6 Figuren:**
- 6.1 Suprastructuur en infrastructuur – [naar: Ruis, 1996]
- 6.2 Lagenmodel van energienetwerken – [Arnbak, 1999]
- 6.3 Transformator station Meeden (NI) Gesloten typologie – [Smit, 1997]
- 6.4 Open lucht distributie substation Zwolle – [Smit, 1997]
- 6.5 Amsterdam Zuid-As. Integrale LeidingTunnel (ILT) – [Nuon, 2005]
- 6.6 Schematische weergave elektriciteitsnetwerk – auteur
- 6.7 Verdeling leveringsgebied energiebedrijven (2005) – auteur
- 6.8 Botsing ‘moderne’ en conventionele infrastructuur Haarlem, hoek Raaks / Zijlvest – auteur
- 6.9 Plattegrond R.W.Z.I. in Amstelveen (voor 97.500 i.e.) – [Zuiveringschap Amstel- en Gooiland]
- 6.10 Doorsnede R.W.Z.I. in Amstelveen – [Zuiveringschap Amstel- en Gooiland]
- 6.11 Funderingswijze nieuwe riole- ring in Amsterdam (Museumplein) – [Dienst Riolerings en Waterhuishouding, Amsterdam]
- 6.12 Gemiddelde inhoud ‘vuilniszak’ in Nederland (1999) – [Euroforum/Samson, 2000]
- 6.13 Onderverdeling betaling afvalinzameling (particulieren) – [COELO, 2001]
- **Hoofdstuk 7 Figuren:**
- 7.1 Sandwichstrategie – [Tjallingii, 1996]
- 7.2 Karakteristieken van groot- en kleinschaligheid – auteur
- 7.3 Vergelijking investeringen in centrale infrastructuur en in energieopwekking / modulaire pv systemen – [Edinger & Kaul, 2000]
- 7.4 Voorbeeld van dagelijkse vraagcurves voor 2, 5, 20 en 100 huishoudens – [Willis & Scott, 2000]
- 7.5 Wijkgebouw / -kas als ‘Abfall Hof’ t.b.v. inzameling afvaldeelfracties, Hannover-Nordstadt, Duitsland – [Stadtplanungsamt Hanover]
- 7.6 Ingezamelde deelstromen, Hannover (gemiddeld) en Recyclingshof Nordstadt – [Stadtplanungsamt Hanover]
- **Hoofdstuk 8 Figuren:**
- 8.1 Reconstructies van steden in Mesopotamië – [Behling, 1996]
- 8.2 Hangende tuinen van Nebukadnessar, Babylon – onbekend
- 8.3 De ‘roundhouse’, China – [Yao, 1951]
- 8.4 Sedentaire nederzettingen in Afrika Voorbeelden – [Fraser, 1968, in Seitz, 2002]
- 8.5 Moshav ‘Nahalal’, Yezreël valley, Israël – [Kochav, 1995]
- 8.6 ‘Garden of Eden’ dome, met ‘Autonomous Package’ – Buckminster Fuller
- 8.7 Voorbeelden van de twee uitwerkingsrichtingen van autonomie op woningschaal – auteur / Bengt Warne (l.) en [Rogers, 1997] (r.)
- 8.8 Biosphere II project, Arizona, Verenigde Staten – [Columbia University]
- 8.9 ‘Clusters in the air’ – Arata Isozaki
- 8.10 Earthship project Brighton, Verenigd Koninkrijk Doorsnede – Alexia Luisling
- 8.11 Healthy House Project, Toronto, Canada. Doorsneden energie- en water(deel)systemen – Chris Ives
- 8.12 Healthy House Project, Toronto, Canada. Doorsneden energie- en water(deel)systemen – Chris Ives
- 8.13 Healthy House Project, Toronto, Canada. Verschillende schaalniveaus – auteur / Paul de Graaf
- 8.14 Sustainable House, Sydney, Australië. Schema afvalwatersysteem met leidingen – auteur / Paul de Graaf
- 8.15 Sustainable House, Sydney, Australië. Schema energie- en (afval)watersysteem – auteur
- 8.16 Sustainable House, Sydney, Australië. Verschillende schaalniveaus – auteur / Paul de Graaf
- 8.17 Autarkisch Huis, Hoek (Z.), Nederland. Aanzicht zuidgevel en plattegrond – Dennis Moet
- 8.18 Voorbeelden van woningen die autonomie van de energievoorziening nastreven – Büro Disch; Fraunhofer Institute
- 8.19 Arcosanti project, Arizona, Verenigde Staten – auteur
- 8.20 Hockerton Housing Project, Nottinghamshire, Engeland. Zuiveringsvijver met dijkwoningen en luchtfoto – Nick White (HHP)
- 8.21 Hockerton Housing Project, Nottinghamshire, Engeland. Verschillende schaalniveaus – auteur / Paul de Graaf
- 8.22 Hockerton Housing Project, Nottinghamshire, Engeland. Schematische doorsnede energiesysteem – Nick White (HHP)
- 8.23 Hockerton Housing Project, Nottinghamshire, Engeland. Schematische doorsnede watersysteem – Nick White (HHP)
- 8.24 Hockerton Housing Project, Nottinghamshire, Engeland. Schematische weergave energiesysteem – auteur
- 8.25 Hockerton Housing Project, Nottinghamshire, Engeland. Schema (afval)waterstromen en behandelingscomponenten – auteur
- 8.26 Voorbeelden Eco-Villages – Valerie Seitz
- 8.27 Alternatieve(n) nederzetting ‘Ruigoord’ – auteur / Marco Heijligers & Valerie Seitz

· **Hoofdstuk 9 Figuren:**

- 9.1 Introductie van lokaal hergebruik – auteur
- 9.2 Het ‘milieu circuit’ en de rol van DESAR projecten en ‘urban agriculture’ bij het realiseren van lokaal hergebruik [vrij naar: Kop, 1993]
- 9.3 Vauban project, Freiburg, Duitsland. Verschillende schaalniveaus – auteur / Paul de Graaf
- 9.4 Vauban project, Freiburg, Duitsland. Appartementenblok en installatieruimte in de kelder – Arne Panesar
- 9.5 Vauban project, Freiburg, Duitsland. Systemconfiguratie anaërobie vergistingsinstallatie – Arne Panesar
- 9.6 Vauban project, Freiburg, Duitsland. Afvalwatersysteem en infrastructuur – auteur / Paul de Graaf
- 9.7 Vauban project, Freiburg, Duitsland. Schema (afval)water systeem – auteur
- 9.8 Woonbuurt Flintenbreite, Lübeck, Duitsland. Verschillende schaalniveaus – auteur / Paul de Graaf
- 9.9 Woonbuurt Flintenbreite, Lübeck, Duitsland. Integrale leidingschacht en maquette – Alexia Luising
- 9.10 Woonbuurt Flintenbreite, Lübeck, Duitsland. Installaties in kelder onder het gemeenschapsgebouw – Alexia Luising
- 9.11 Woonbuurt Flintenbreite, Lübeck, Duitsland. Afvalwatersysteem en infrastructuur – auteur / Paul de Graaf
- 9.12 Woonbuurt Flintenbreite, Lübeck, Duitsland. Schema energie- en (afval)watersysteem – auteur
- 9.13 Stensund Volksuniversiteit, Folehaven, Denemarken. Zuivering geïntegreerd in/met wasserette en café – Paul de Graaf
- 9.14 Zuiveringskas in woonblok, Kolding, Denemarken. Schema opbouw afvalwaterbehandeling – Paul de Graaf
- 9.15 Zuiveringskas in woonblok, Kolding, Denemarken. Verschillende schaalniveaus – auteur / Paul de Graaf
- 9.16 Zuiveringskas in woonblok, Kolding, Denemarken. Afvalwatersysteem en infrastructuur in binnentuin – auteur / Paul de Graaf
- 9.17 Zuiveringskas in woonblok,

- Kolding, Denemarken. Schema (afval)water systeem – auteur
- 9.18 ‘De Waterfabriek’, Noorder Dierenpark, Emmen. (Afval)waterzuivering op basis van Living Machine concept – auteur
- 9.19 Living Machine, zuiveringsconcept. Processtappen – John Todd (Ocean Arks)
- 9.20 Woonbuurt ‘BedZED’, Londen, Verenigd Koninkrijk. Verschillende schaalniveaus – auteur / Paul de Graaf
- 9.21 Woonbuurt ‘BedZED’, Londen, Verenigd Koninkrijk. Afvalwatersysteem en infrastructuur en Living Machine – Paul de Graaf
- 9.22 Woonbuurt ‘BedZED’, Londen, Verenigd Koninkrijk. Schema (afval)water systeem – auteur
- 9.23 Zonneterp-concept, Innovatie platform Agrocluster. Woningen met tuinen in/naast tuinbouwkas – Jón Kristinsson [Wortmann et al., 2005]

· **Hoofdstuk 9 Tabellen:**

- 9.1 Referentieprojecten ingedeeld naar schaalniveau. Oplossingen (afval)water voorziening – auteur
- 9.2 Referentieprojecten ingedeeld naar schaalniveau. Oplossingen energievoorziening – auteur

· **Hoofdstuk 10 Figuren:**

- 10.1 Via procesinnovatie naar een beter milieu – R.E. Waterman
- 10.2 Ecologisch holisme naar William Rees – Jón Kristinsson
- 10.3 Tijd en (geografische) schaal in relatie tot exogeen ingevoerde ontwikkeling van technologie – [Vellinga & Herb, 1999]
- 10.4 Opbouw van samenleving volgens Brand – [Brand, 1999]
- 10.5 Transformatie cycli volgens Brandon – [Brandon, 2003, naar Kohler, 2003]
- 10.6 ORBIS ambitie-model – [Luscure, 2004]
- 10.7 Driehoeksverbindingen in complexe (sociale) systemen – auteur
- 10.8 Distributienetwerkstructuren – [vrij naar: Banavar et al., 1999]
- 10.9 Geclusterd netwerk en verbindingen – [overgenomen uit: Buchanan, 2002]
- 10.10 Organisatiestructuren – auteur
- 10.11 Voorbeeld van de verhouding tussen knopen en verbindingen (‘links’) binnen het internet – [overgenomen uit: Faloutsos et al., 1999]

- 10.12 Axioma structuren – [vrij naar: Alexander, 1966]
- 10.13 Boom-axioma voorbeelden stads(deel)structuren – [Alexander, 1966]
- 10.14 ‘Interconnector’ tussen de gasnetten van het Europese vaste land en het Verenigd Koninkrijk – [Bakker, 1997]

· **Hoofdstuk 10 Tabellen:**

- 10.1 Gevolgen c.q. aanpassingen cognitieve verandering – [Röling, 2000b]

· **Hoofdstuk 11 Figuren:**

- 11.1 Procesketen natuurlijk systeem i.r.t. beschikbare kennis, voorbeeld van waterbeheer – [vrij naar: Beek, 1993]
- 11.2 Stedelijke vorm modellen en relatie tot ommelanden – [Urhahn & Bobic, 2000]
- 11.3 Voorbeelden van milieubewuste ‘Eco-village’ en ‘Co-housing’ woonprojecten – [Seitz, 2002]
- 11.4 Zonering van de verschillende stedelijke milieus – [vrij naar: Urhahn & Bobic, 2000]
- 11.5 Afwisselende incrementele- en structurele verandering c.q. innovatie – [overgenomen uit: Bikker, 1995]

· **Hoofdstuk 11 Tabellen:**

- 11.1 Onderverdeling in verschillende woonmilieus en typen Ministerie van V.R.O.M. – [Vrolijk et al., 2003]
- 11.2 Milieutypen gerelateerd aan locatietypen en milieumogelijkheden – [vrij naar: Driessen, 1994; Berends, 1994; Urhahn & Bobic, 2000; Dooren & Harsema, 2000]

· **Hoofdstuk 12 Figuren:**

- 12.1 Zeszijdige ‘Function Matrix’ van milieutechnisch gezien potentieel gevaarlijke fasen – [Papanek, 1995]
- 12.2 ‘Silent Green’ nederzetting in Ruigoord – auteur

· **Hoofdstuk 13 Figuren:**

- 13.1 Afstemmen van belangen en behoeften van ‘stakeholders’ (belanghebbenden) – [Tjallingii, 1996]
- 13.2 ‘Actorenkaart’ gebouwde woonomgeving met aandacht voor ‘duurzaam bouwen’ – auteur / Kees Canters (DIOC)
- 13.3 Relatieschema overheid, bedrij-

- ven en gebruikers/burgers – auteur
- 13.4 Project Autarkisch Waterwijk, Steiger eiland concept, Dennis Moet / Atelier 2r
- **Hoofdstuk 13 Tabellen:**
- 13.1 Participatieladder naar graad van inspraak – auteur
- **Hoofdstuk 15 Figuren:**
- 15.1 De positionering van de wijk Lanxmeer binnen Culemborg, en het stedenbouwkundig ontwerp – Joachim Eble / Hyco Verhaagen (Copijn Utrecht)
- 15.2 Binnenhoven met privé tuinen en naastgelegen mandelig gebied en de grijswater zuiveringsvijvers met naastgelegen mandelig gebied en zuiveringsvijvers – auteur
- 15.3 Centrale ‘zwartwater’ verzamel-punt van de wijk (links) en de kavel van het EVA Centrum – auteur
- 15.4 Maquette schetsontwerp EVA Centrum 1999 – auteur
- 15.5 Ontwikkelingsvariant Living Machine met biovergisting – auteur
- 15.6 Oplossingen voor het functioneren van een Sustainable Implant – auteur
- 15.7 Weergave definitieve kavel EVA Centrum (met annexen) – auteur
- 15.8 Inzamelings- en transportoptie 1, 2 en 3 – auteur [vrij naar Siemensma, 2000]
- 15.9 Inzamelings- en transportoptie 4 – auteur
- 15.10 Inzamelings- en transportoptie 5 – auteur
- 15.11 Inzamelings- en transportoptie 6 en 7 (verschil is de schaal van de lokale verwerking GW) – auteur
- 15.12 Inzamelings- en transportoptie 8 – auteur
- 15.13 Inzamelings- en transportoptie 9 – auteur
- 15.14 Alternatieve decentrale zuiveringsmethoden. Relatieschema inzameling – behandelingsvariant – auteur / Bas Hasselaar
- 15.15 DESAR te Lanxmeer; schematische weergave. Alternatief Compostfilter en Biorotor – auteur / Dick Sidler
- 15.16 DESAR te Lanxmeer; schematische weergave. Alternatief Living Machine – auteur
- 15.17 Compacte compostverwerker SF200 voor het ‘self-propelled’ omscheppen van compost in kleine ruimten – [Sandberger, 2006]
- 15.18 ‘Recycle shop’ c.q. ‘Retourrette’ te Haarlem, t.b.v. gescheiden inzameling afval deelfracties – auteur
- 15.19 Sustainable Implant EVA Lanxmeer, Culemborg Schema van deelcomponenten – auteur
- 15.20 Conceptuele schetsen plan EVA Centrum en S.I. Tussenfase eind 2003 – auteur
- 15.21 Conceptuele schetsen plan EVA Centrum en S.I. Tussenfase eind 2004 – auteur
- 15.22 Conceptueel plan EVA Centrum en S.I. Tussenfase begin 2004 – auteur
- 15.23 Conceptueel plan EVA Centrum en S.I. Tussenfase eind 2004 – auteur
- 15.24 Conceptueel plan EVA Centrum en S.I. Eindfase schetsontwerp, eind 2005 – auteur
- 15.25 Lanxmeer met EVA Centrum en S.I. Verschillende schaalniveaus – auteur / Paul de Graaf
- 15.26 Schetsontwerp EVA Centrum en S.I. Plattegrond Begane Grond – auteur
- 15.27 Schetsontwerp EVA Centrum (begin 2006) Maquetteforo voorlopig ontwerp – auteur
- 15.28 Schetsontwerp EVA Centrum (begin 2006) Doorsnede SI met conferentie/hotelvleugel – auteur
- 15.29 Schetsontwerp EVA Centrum (begin 2006) Dwarsdoorsnedes conferentie/hotelvleugel – auteur
- 15.30 Plattegronden en doorsnede Sustainable Implant – auteur
- 15.31 Ruimtelijke schets Sustainable Implant Basiscomponent I – auteur
- 15.32 Ruimtelijke schets Sustainable Implant Basiscomponent II – auteur
- **Hoofdstuk 15 Tabellen:**
- 15.1 Gebruiksoppervlakte systeemonderdelen S.I. – auteur

Bronnen

publicatielijst

· Hoofdstuk 3:

· Itard, L. & Timmeren, A. van (1999) 'Stromenanalyse Nederland, onderdeel Energie', deelanalyses presentatie, Delfts Interfacultair Onderzoeks Centrum Duurzaam Gebouwde Omgeving (DIOC-DGO) 'De Ecologische Stad', Technische Universiteit Delft

· Timmeren, A. van, Kristinsson, J., Rölöng, L.C. (2004a) 'Existing infrastructures: a restriction for real sustainable development', in: 'The Sustainable City III; Urban Regeneration and Sustainability, Wessex Institute of Technology, WIT Press, Southampton, Verenigd Koninkrijk

· Hoofdstuk 4:

· Brosowsky, M. (2002) 'Milieukostenanalyse van de technische infrastructuur van een stadswijk', afstudeerrapport, Faculteit der Civiele Techniek, Technische Universiteit Delft

· Timmeren, A. van (2002b) 'The scale of Autarky; self sufficiency through integrated design of decentralised natural technologies in city districts and buildingclusters', proceedings Sustainable Building 2002, Oslo, Norway

· Timmeren, A. van, Kristinsson, J., Rölöng, L.C. (2004a) 'Existing infrastructures: a restriction for real sustainable development', in: 'The Sustainable City III; Urban Regeneration and Sustainability, Wessex Institute of Technology, WIT Press, Southampton, Verenigd Koninkrijk

· Hoofdstuk 6:

· Timmeren, A. van (2002b) 'The scale of Autarky; self sufficiency through integrated design of decentralised natural technologies in city districts and buildingclusters', proceedings Sustainable Building 2002, Oslo, Norway

· Hoofdstuk 7:

· Friedeman, M., Timmeren, A. Van, Boelman, E., Schoonman, J. (2005) 'Concept for a DC-

low voltage house', chapter 8 in: Yang, J., Brandon, P.S., Sidwell, A.C. (eds.) 'Smart & Sustainable Built Environments', Blackwell Publishing, Oxford, Verenigd Koninkrijk

· Timmeren, A. van (2002a) 'Decentralised waste collection and separation in city districts; separating waste flows & increasing visibility of sustainable refuse collection solutions near users', proceedings Sustainable Building 2002, Oslo, Norway

· Timmeren, A. van (2002b) 'The scale of Autarky; self sufficiency through integrated design of decentralised natural technologies in city districts and buildingclusters', proceedings Sustainable Building 2002, Oslo, Norway

· Timmeren, A. van, Boelman, E.C., Koorneef, W. (2004c) 'Decentralised energy production in the built environment', International Conference on Passive and Low Energy in Architecture PLEA 2004, Eindhoven

· Hoofdstuk 8:

· Heijligers, J.J.A., Timmeren, A. van, Dorst, M.J. van, Balvers, E. (2000) 'Ruigoord Amsterdam. Naar een nieuw ecologisch-cultureel dorp', Atlantis, Jaargang 11, nr.5, Landschap/Groen/Recreatie/Ecologie, Technische Universiteit Delft

· Leeuwen, J. van, Heijligers, J.J.A., Balvers, E., Timmeren, A. van (2001) 'ECUdorp. Van Ruigoord naar Almende. Concept Vlekkenplan', V.o.f. De Verandering i.s.m. DIOC DGO 'De Ecologische stad', Technische Universiteit Delft

· Timmeren, A. van; Rölöng, L.C.; Kristinsson, J. (2003a) 'Development and planning of sustainable- and autarkic urban areas', The sustainable world, proceedings Sustainable Planning & Development SPD'03, Skiathos, Greece, WIT Press, Southampton, Verenigd Koninkrijk

· Timmeren, A. van (1999b) 'Stad & Land als architectonische opgave;

de arrogantie van de architectuur', in: Planologische discussiedagen 1999, thema: Stad/land, Stichting Planologische Discussiedagen, Delft

· Timmeren, A. van, Kristinsson, J., Rölöng, L.C. (2005g) 'Building (&) Autarky – Autarkic building project in the past and present', 22th annual conference on Passive and Low Energy Architecture (PLEA 2005), 13-16 november 2005, Beirut, Lebanon

· Hoofdstuk 9:

· Graaf, P.A. de, Timmeren, A. van (2005a) 'Implementation and design related conditions for sustainable solutions concerning integrated energy generation and waste(water) treatment in city districts', International Conference Sustainable Building (SB05), Tokyo, Japan

· Hasselaar, B.L.H., Graaf, P.A. de, Timmeren, A. van, Luising, A.L. (2006a) 'Ruimtelijke inpassing en implicaties van Desar systemen', Economie Ecologie Technologie (EET), Delft University of Technology (DUT) / Wageningen University and Research centre (WUR), Delft

· Hasselaar, B.L.H., Graaf, P.A. de, Timmeren, A. van, (2006b) 'Decentralised sanitation within the built environment casu quo integrated in living environments', The Architectural Annual 2005/2006, Delft University of Technology, Delft

· Rölöng, L.C. & Timmeren, A. van (2005) 'Close with comfort', printversie van lezing congres Sustainable Building '05, Tokyo, 29 september 2005, Japan

· Timmeren, A. van, Eble, J., Verhaagen, H., Kaptein, M. (2004b) 'The 'Park of the 21st Century'; agriculture in the city', in: 'The Sustainable City III; Urban Regeneration and Sustainability, Wessex Institute of Technology, WIT Press, Southampton, Verenigd Koninkrijk

· Timmeren, A. van, Rölöng, L.C. (2005e) 'Introducing Urban Agriculture concept in Urban

Planning: The Park of the 21st Century', award winning paper in: proceedings International Conference Sustainable Building (SB05), Tokyo, Japan

· Hoofdstuk 10

· Timmeren, A. van, Kristinsson, J., Röling, L.C. (2004d) 'Interconnection of clustered decentralised networks; a precondition for real sustainable development', International Conference on Passive and Low Energy in Architecture PLEA 2004, Eindhoven

· Timmeren, A. van, Kristinsson, J., Röling, L.C. (2005d) 'The inter-relationship of sustainability and resilience- & vulnerability of networks, related to the critica flows in society; a future deadlock?', proceedings International Conference Sustainable Building (SB05), Tokyo, Japan

· Hoofdstuk 11

· Balvers, E., Dorst, M.J. van, Heijligers, J.J.A., Timmeren, A. Van, Canters, K. (ed.) (2000) 'Ruigoord. Naar een nieuw ecologisch dorp', Delfts Interfacultair OnderzoeksCentrum Duurzaam Gebouwde Omgeving (DIOCDGO), Technische Universiteit Delft

· Timmeren, A. van (1999b) 'Stad & Land als architectonische opgave; de arrogantie van de architectuur', in: Planologische discussiedagen 1999, thema: Stad/land, Stichting Planologische Discussiedagen, Delft

· Timmeren, A. van; Röling, L.C.; Kristinsson, J. (2003a) 'Development and planning of sustainable- and autarkic urban areas', The sustainable world, proceedings Sustainable Planning & Development SPD'03, Skiathos, Greece, WIT Press, Southampton, Verenigd Koninkrijk

· Timmeren, A. van (2000a) 'Geef afkoppelen en zelfvoorziening meer ruimte. Lichte stedenbouw kan meer naast de compacte stad', Duurzaam Bouwen nr.7, Aeneas Best

· Timmeren, A. van & Kristinsson, J. (2001) 'Urban Lightness & Reduction of Infrastructure. The First Step in Sustainable Building', PLEA2001, Int.Conference on Passive and Low Energy in Architecture, Florianopolis, Brasil

· Timmeren, A. van, Tawil, E.D. (2005a) 'Urban and regional typologies in relations to self-sufficiency aiming strategies by multiple use of public space', Sustainable Planning II, Volume II, Wessex Institute of Technology, WIT Press, Southampton, UK

· Hoofdstuk 12

· Hasselaar, B.L.H., Timmeren, A. van (2005a) 'Environmental, social and spatial assessment criteria for integrated decentralised sanitation-energy systems in urban districts', International Conference Sustainable Building (SB05), Tokyo, Japan

· Timmeren, A. van, Graaf, P.A. de, Vries, G. de (2005b) 'Spatial conditons for the integration of combined decentralised energy generation and waste(water)management in city districts', Sustainable Planning II, Volume I, Wessex Institute of Technology, WIT Press, Southampton, Verenigd Koninkrijk

· Hoofdstuk 13

· Timmeren, A. van & Röling, L.C. (2003b) 'Social aspects of autarkic concepts', proceedings Passive and Low Energy in Architecture PLEA'03, Santiago de Chile, Chile

· Hoofdstuk 15

· Drabbe, J., Timmeren, A. van, Tawil, E.D. (2005c) 'EVA Centrum', conceptrapport Hospitality

Concepts (i.s.m. Atelier 2T architecten), i.o.v. Stichting EVA Centrum, Lochem

· Timmeren, A. van, Eble, J., Verhaagen, H., Kaptein, M. (2004b) 'The 'Park of the 21st Century'; agriculture in the city', in: 'The Sustainable City III; Urban Regeneration and Sustainability, Wessex Institute of Technology, WIT Press, Southampton, Verenigd Koninkrijk

· Timmeren, A. van, Kristinsson, J., Röling, L.C. (2004e) 'Sustainable Implant and EVA Centre, Culemborg; a hub for Sustainable Development', International Conference on Passive and Low Energy in Architecture PLEA 2004, Eindhoven-Heijligers, J.J.A., Timmeren, A. van, Dorst, M.J. van, Balvers, E. (2000) 'Ruigoord Amsterdam

· Timmeren, A. van, Sidler, D. (2005c) 'Decentralised generation of energy and interconnection with treatment of waste and wastewater flows in an urban context', proceedings CISBAT CSFF Conference, École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Lausanne, Switzerland

· Timmeren, A. van, Tawil, E.D. (2006a) 'Brochure Conceptueel ontwerp EVA Centrum Lanxmeer, Culemborg', Atelier 2T Architecten, Haarlem

· Vries, G. De, Timmeren, A. van (2006a) 'Lokale afvalverwerking, lokale biogasproductie en lokale afvalwaterzuivering in de wijk EVA-Lanxmeer te Culemborg', Besluit subsidies energieprogramma's (BSE) uitvoeringsregeling BSE-2004, 2020-04-13-24-017, V&L Consultants i.s.m. Atelier 2T Architecten, Rotterdam/Haarlem

Bronnen

participerende / gerelateerde onderzoekers

Onderzoekers (s.s.t.t.)

DIOC DGO:

- Esther Balvers
- Ellen van Bueren
- Jeroen Buis
- Kees Canters
- Machiel van Dorst
- Bart ter Dorsthorst
- Anja Dijkstra
- Kees Duijvestein
- Paul van Eijk
- Eit Hasker
- Marco Heijligers
- Saskia Hermans
- Laure Itard
- Maaïke Kaiser
- Ellen van Keeken
- Gerda Klunder
- Jón Kristinnson
- Wiek Röling
- Valerie Seitz
- Rudgers Smits
- Tinus Snijders
- André Teunissen
- Sybrand Tjallingii
- Martin Veentjer
- Mario Willems

DESAH EET:

- Paul de Graaf
- Bas Hasselaar
- Alexia Luisling
- Sybrand Tjallingii

DOSIS:

- Andy van den Dobbelsesteen
- Rob Roggema

emd:

- Machiel van Dorst
- Kees Duijvestein
- Marco Heijligers
- Valerie Seitz

Afstudeerders (s.s.t.t.)

TECHNISCHE UNIVERSITEIT DELFT,

FACULTEIT DER BOUWKUNDE:

- Rogier Bezuijen
(CD & E / MTO-B),
- Maaïke Friedeman
(DOSIS i.s.m.tud Faculteit der Technische Natuurwetenschappen, Delft Instituut voor Duurzame Energie),
- Eit Hasker
(emd / DIOC DGO),
- Bouke Kapteijn
(DOSIS),
- Wietse Koornneef
(DOSIS i.s.m.Gemeente Tilburg / BOOM),
- Inés Legemaate
(DOSIS i.s.m. e.u.p.b., Barcelona, España),
- Barbara Meier
(emd),
- Harald Mooij
(DOSIS i.s.m.Erasmus Universiteit Rotterdam),
- Elisa Pandolfi
(DOSIS i.s.m.Politénico di Milano, Italia),
- Tessa Ploeger
(DOSIS i.s.m.Gemeente Zoetermeer),
- Valerie Seitz
(emd / DIOC DGO),
- Coby Ufkes
(CD & E / MTO-B),
- Sander Verhoef
(CD & E / MTO-B),
- André van der Zalm
(DOSIS),
- Fabio Zeppelini
(DOSIS).

TECHNISCHE UNIVERSITEIT DELFT, FACULTEIT

CIVIELE TECHNIEK EN GEOWETENSCHAPPEN:

- Martina Brosowski,
- Matthijs Kerssemakers.

GREEN BUSINESS SCHOOL, HAS DEN BOSCH,

DEPARTMENT ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY:

- André Schaminée
(i.s.m. dioc dgo).

HOGESCHOOL LARENSTEIN; INT. LAND AND

WATER MANAGEMENT

- Joris de Winter
(i.s.m. dioc dgo).

Praktijk partners (s.s.t.t.)

- Martin Bonouvré
(Gemeente Culemborg);
- Jeroen Drabbe
(Hospitality Concepts).
- Joachim Eble
(Joachim Eble Architektur, Duitsland);
- Marleen Kaptein
(Stichting EVA, Stichting EVA Centrum);
- Dick Sidler
(CORE International, Lochem);
- Millie Tawil
(Atelier 2t / i-Kunst);
- Hyco Verhaagen
(Copijn Utrecht / Verhaagen Bramsche -Kalkriese, Duitsland);
- Ger de Vries
(Stichting EVA Lanxmeer / V&L Consultants);

Curriculum Vitae

Arjan van Timmeren

Arjan van Timmeren is geboren op 25 september 1969 te Groningen.

In 1994 is hij afgestudeerd aan de Faculteit Bouwkunde van de Technische Universiteit Delft, met eervolle vermelding, en verkozen tot 'Beste Afstudeerder 1994'.

Tijdens de studie en daarna heeft hij bij meerdere architectenbureaus gewerkt in binnen- en buitenland (Gunnar Daan Architectuur; Karelse Van der Meer Architecten; Renzo Piano in Genova, Italië; Jesus Arribas in Burgos, Spanje).

Vanaf 1997 werkt Arjan van Timmeren ook bij de Technische Universiteit Delft als wetenschappelijk medewerker bij de leerstoel Milieutechnisch Ontwerpen in relatie tot bouwtechnologie (MTO/B).

Binnen de TU-Delft heeft hij het DIOC DGO (Delfts Interfacultair OnderzoeksCentrum, 'Duurzaam Gebouwde Omgeving') mee helpen opzetten en inhoudelijk onderbouwen. Binnen dit DIOC heeft hij zitting genomen in het Ontwerpatelier 'De ecologische stad'. Daarnaast begeleidt hij afstudeerders en geeft hij colleges over de mogelijkheden van milieutechnisch ontwerpen voor de gebouwde omgeving. Onderwerpen die gepubliceerd zijn in diverse dictaten en syllabi (o.a. 'High-tech, Low-tech, No-tech; Architectonische interpretaties van Duurzaam Bouwen').

Naast onderwijs en praktijk is Arjan van Timmeren actief in meerdere adviescommissies (o.a. Advies Cie. Autarkie.nl; Interfacultaire Werkgroep Exergie; Advies Cie. Ecologisering Ruigoord; International Scientific Advisory Committee on "Harmonisation between Architecture and Nature", 'Eco-Architecture'; en International Scientific Advisory Committee on "The Management of Natural Resources, Sustainable Development and Ecological Hazards", 'Ravage of the Planet').

Samen met zijn partner Millie Tawil heeft hij in 1998 Atelier 2t opgericht. Een ontwerpen adviesbureau dat zich voornamelijk richt op duurzaam bouwen en innovatieve concepten. Vanaf 2000 spitst Arjan van Timmeren zich daarbij toe op het promotieonderzoek naar zelfvoorziening in de gebouwde omgeving, waarover hij veelvuldig heeft gepubliceerd in vakbladen en congress proceedings.

Meerdere prijzen en nominaties daartoe zijn in de loop van de jaren aan zijn werk toegekend (2e prijs Innovatieve Integratie Nieuwe Zonne-energieconcepten 1995; 2e prijs Essay Nederlands-Belgische Planologische Discussiedagen 1999; Eervolle vermelding "Best Young Researcher", 'Pridogine Awards', Sienna, Italië, 2004; "Best Paper Award", International Conference 'Sustainable Building', 2005, Tokyo, Japan).

