

Breedband en de Local Loop: Innovatie - Acceleratie - Domesticatie



Marieke L. Fijnvandraat

Juni 2003

Breedband en de Local Loop: Innovatie - Acceleratie - Domesticatie

Marieke L. Fijnvandraat

Delft/ Schiphol, Juni 2003

Afstudeercommissie

TU Delft, faculteit TBM:
Prof.dr. R.W. Wagenaar
Dr. W.A.G.A. Bouwman
Dr.ir. H.H.M. Verheul

Stratix Consulting Group:
Ir. F.M.M. van Iersel
Dr.ir. R. de Graaf
Drs. M.J.E. van Lierop

Technische Universiteit Delft
Faculteit Techniek, Bestuur & Management

Stratix Consulting Group

Voorwoord

Aan het einde van de studie gekomen, rest nog slechts het schrijven der scriptie. Deze afstudeerscriptie vormt de laatste grote inspanning die ik verricht heb gedurende mijn studie aan de faculteit Techniek, Bestuur en Management van de TU Delft. Mijn onderzoek heb ik verricht bij Stratix Consulting Group.

Het gekozen onderzoeksveld kenmerkt zich door een hoge mate van complexiteit op zowel technisch als bestuurskundig gebied en voldoet daarmee prima aan de naam die deze studie nog droeg toen ik deze in 1997 begon: Technische Bestuurskunde.

Graag wil ik alle leden van mijn afstudeercommissie hartelijk bedanken, met name mijn eerste begeleiders Harry Bouwman, Marion van Lierop en Rob de Graaf. Hun begeleiding, adviezen en opbouwende kritieken hebben het mogelijk gemaakt mijn afstudeerperiode tot een goed einde te brengen. In het bijzonder gaat mijn dank uit naar Harry, die mij gedurende mijn afstudeertijd naast een interessante bijdrage aan mijn collectie wetenschappelijke literatuur ook een brede schouder ter beschikking heeft gesteld.

Verder wil ik Rudi Bekkers, Christian Berghout, Paul Brand en Hendrik Rood bedanken voor het verifiëren van mijn technische analyses. Ook gaat mijn dank uit naar alle Stratix medewerkers voor hun zeer nuttige bijdragen en gezelligheid op kantoor. Tot slot wil ik Christian bedanken voor al zijn hulp en steun gedurende mijn gehele afstudeerperiode.

Ik hoop dat u dit rapport met belangstelling zult lezen.

Marieke Fijnvandraat

Delft, 3 juni 2003

Samenvatting

Het aantal diensten dat via internet wordt aangeboden is de laatste jaren snel toegenomen. Internet wordt steeds meer gebruikt om omvangrijke beeld- en geluidsbestanden te versturen. Deskundigen en onderzoekers zijn het met elkaar eens dat de groei van het online gebruik op termijn te groot is om nog afgehandeld te kunnen worden door de huidige aansluitnetwerken in hun huidige vorm. Een doorgaande groeiende behoefte aan bandbreedte leidt op termijn tot een tekort aan transmissiecapaciteit.

Zwaarwegende economische belangen hebben vanaf 2000 in Nederland tot politieke sense of urgency voor een snelle uitrol van breedband geleid. De overheid ziet de uitrol van een toekomstvast breedbandig toegangsnetwerk als een belangrijke voorwaarde voor een gezonde economische en maatschappelijke ontwikkeling van Nederland. In het verlengde hiervan is eind 2001 de 'Expertgroep Breedband' in het leven geroepen om advies aan het kabinet uit te brengen over de uitrol van breedband in Nederland. De focus van de Expertgroep Breedband ligt op realisatie van breedband via een glasvezelinfrastructuur naar het huis. De uitrol op grote schaal van glasvezel naar 90 procent van alle gezinnen en kleinere bedrijven zal grof geschat € 5,4 - 7,7 miljard vergen. In verschillende Nederlandse steden lopen pilotprojecten om te onderzoeken hoe en onder welke voorwaarden marktpartijen gestimuleerd worden om versneld breedband (internet) tegen aanvaardbare kosten onder ieders handbereik te krijgen. Deze zijn niet overal naar wens verlopen.

Hoewel er binnen Nederland, gezien de groeiende vraag naar ADSL en kabelinternet, een redelijk snelle ontwikkeling plaatsvindt in de vraag naar meer bandbreedte, gaat deze naar perceptie van hoofdzakelijk de overheid niet snel genoeg.¹ Een snellere uitrol van breedband vereist van de overheid dat zij kunstmatig ingrijpt in de markt, met name in de vorm van grote (financiële) stimulering. Dit roept, kort na de liberalisering van de telecommunicatiemarkt, vraagtekens op. Zonder investeringen en andere incentives van de overheid, gebeurt er echter vrij weinig op de breedbandmarkt. Wanneer we kijken naar de uitrol van glasvezelnetten in Nederland, dan is er dus inderdaad sprake van een stagnerende marktontwikkeling. Dit komt voort uit het feit, dat de markt nog niet toe is aan en dat de huidige marktomstandigheden niet geschikt zijn voor een dergelijke revolutionaire aanpak.

Maar ook andere factoren liggen ten grondslag aan deze stagnatie. Onzekerheid op verschillende fronten, een achterblijvende vraagkant, het slechte economische klimaat en de kwestieuze rol van de overheid dragen bij aan de complexe situatie waarbinnen deze actoren op dit moment moeten manoeuvreren. Deze complexe situatie leidt tot het uitstellen van beslissingen, waardoor de markt zich vooral kenmerkt door actoren die op elkaar wachten met het zetten van de eerste ontwikkelingsstap. Daarnaast is er sprake van doelverschuiving. Het doel van de overheid om kennis en inzicht te verwerven om de meest geschikte manier om *breedbanddiensten* naar het huis te kunnen realiseren, verschuift richting de realisatie van *glasvezel* naar ieder huis. Nederland dreigt hierdoor belangrijke kansen mis te lopen.

Een dergelijk project vergt te veel geld en risico van bedrijven die op dit moment een risicowerende houding en geen kapitaal hebben. Wanneer de markt daarbij onzeker is en de economische situatie verslechtert, willen partijen alleen investeren wanneer een return-on-investment (ROI) binnen 2 à 3 jaar gegarandeerd is en het risico minimaal. De aanleg van een glasvezelnetwerk vergt zeer hoge investeringen met een ROI van circa 20 jaar, waardoor de kans op initiatief en realisatie van de markt gering is. Er is op dit moment m.a.w. geen 'momentum' om grootschalige en risicovolle investeringen te doen die een lange ROI en veel onzekerheid met zich meebrengen. Binnen de huidige marktomstandigheden zijn die varianten aantrekkelijker die veel kleinere, gespreide investeringen vergen en zodoende een lagere financiële drempel opwerpen. Deze varianten kunnen in een later stadium worden opgeschaald en geleidelijk meegroeien met de vraag naar meer bandbreedte.

¹ Kabinetsstandpunt breedband als vervolg op het advies van de Expertgroep Breedband van mei 2002

Er bestaan naast glasvezelconstructie echter nog verschillende andere manieren om breedband op het niveau van de local loop te realiseren. Deze mogelijkheden zijn te verdelen in vier groepen: conventionele geleide media; conventionele ongeleide media; nieuwe geleide media en nieuwe ongeleide media. Een aantal van deze technologieën vereist revolutionaire aanpassingen en hiermee enorme investeringen in de huidige netwerken, waardoor deze technologieën voor marktpartijen minder aantrekkelijk zijn om op dit moment te ontwikkelen. De technologieën die onder deze categorie vallen zijn configuraties met Maxi-Ster (coax), EPON, APON en Optisch Ethernet (glasvezel). Er zijn verschillende evolutionaire mogelijkheden voor breedband, waaronder verschillende draadloze configuraties en geleidelijke opschaling van de huidige kopernetwerken. Deze methoden sluiten beter aan bij de huidige marktsituatie, waardoor minder overheidsinterventie noodzakelijk is en vergen minder investeringsrisico en bieden een redelijke mate van flexibiliteit.

Er bestaat een aantal wetenschappelijke theorieën die aan elkaar gerelateerd zijn en inzicht kunnen bieden in het huidige ontwikkelingsproces van breedbandinnovaties in Nederland. Dit zijn de technology adoption life cycle van Rogers, de mediakeuzetheorie van Van de Wijngaert, de innovatietheorie van Bouwman et al. en de kritieke massatheorieën van Markus en Oliver et al. Deze theorieën vormen gezamenlijk de basis voor het innovatie-acceleratie-domesticatie (IAD) model. Dit model beschrijft de ontwikkeling van een interactief medium in drie stadia.

Ieder interactief medium doorloopt (een deel van) een proces in de tijd dat loopt vanaf het moment van uitvinding (innovatie) tot en met het moment dat zij is opgenomen in het dagelijks leven van burgers (domesticatie). Op het moment dat een persoon besluit een innovatie aan te schaffen, is er sprake van adoptie. Er bestaan zes voorwaarden waaronder adoptie en gebruik van een nieuw medium tot stand komen. Deze vormen tezamen het 6-Drempelmodel. De zes drempels worden gevormd door geschiktheid van het medium, fysieke-, technische-, financiële, cognitieve- en affectieve toegankelijkheid. De eerste vijf drempels vormen voorwaarden voor adoptie van een medium.

Maar niet alleen adoptie van een innovatie is van belang. Er is pas sprake van affectieve toegankelijkheid wanneer een grote groep mensen binnen de maatschappij in het dagelijks leven *ook daadwerkelijk gebruik van het geadopteerde medium maakt*. Hiervoor is adoptie vereist door een groep mensen met een omvang waarbij het commercieel mogelijk is om het product op de markt tegen redelijke prijs aan te bieden. Deze groep mensen wordt de 'kritieke massa' genoemd. Wanneer de kritieke massa is bereikt, leidt dit tot acceleratie van adoptiegroei en gebruik van het medium, waardoor affectieve toegankelijkheid of domesticatie kan ontstaan. Fysieke- en cognitieve toegankelijkheid zijn randvoorwaarden voor het bereiken van de kritieke massa. Als deze drempels genomen zijn, kan acceleratie optreden. Financiële –en technische toegankelijkheid zijn drempels die de randvoorwaarden kunnen beïnvloeden.

In Nederland worden, met het initiëren en subsidiëren van verschillende projecten om breedbandige infrastructuur aan te leggen, hoofdzakelijk sturingsinstrumenten ingezet om de fysieke toegankelijkheid te verhogen. Aangezien ook cognitieve toegankelijkheid een randvoorwaarde voor het bereiken van de kritieke massa is, zullen ook sturingsinstrumenten ingezet moeten worden om de cognitieve toegankelijkheid te verhogen, om het acceleratiepunt van breedband te kunnen bereiken.

Het grote aantal factoren dat van invloed is op de zes drempels duidt op een grote complexiteit van de problematiek. Om de drempels daadwerkelijk te verlagen en de aanbodkant te stimuleren, moeten deze factoren in de gewenste richting gestuurd worden. Dat gebeurt door de inzet van sturingsinstrumenten. Sturingsinstrumenten zijn (machts)middelen die een actor kan inzetten om een proces te sturen. Bij het ontwikkelingsproces van breedband op de local loop zijn veel verschillende actoren betrokken. Niet allemaal oefenen zij een even grote invloed uit op het verloop van dit proces. Actoren beschikken allen over hun eigen doelen, middelen en belangen. Tevens hebben zij vaak uiteenlopende probleempercepties, waardoor een oplossing voor het probleem vaak niet eenduidig is. Aangezien de actoren individueel niet in staat om grootschalige effecten teweeg te brengen, is het noodzakelijk dat verschillende actoren collectief de factoren in de gewenste richting gaan sturen.

Inhoudsopgave

Voorwoord	iii
Samenvatting	v
Lijst van afkortingen	xi
Hoofdstuk 1 Inleiding	1
1.1 Definities	1
1.2 Afbakeningen	2
1.3 Situering van het probleem	3
1.3.1 Groeiende behoefte aan bandbreedte leidt op termijn tot een tekort aan transmissiecapaciteit	3
1.3.2 Zwaarwegende economische belangen leiden tot politieke sense of urgency	3
1.3.3 De huidige ontwikkeling van breedband in Nederland	5
1.3.4 Een snellere ontwikkeling vergt kunstmatig ingrijpen in de markt	5
1.4 Probleemstelling	6
1.4.1 Doel van het onderzoek	7
1.5 Resultaat en relevantie van het onderzoek	7
1.5.1 Resultaat van het onderzoek	7
1.5.2 Relevantie	7
1.6 Publiek	9
1.7 Methoden en technieken	9
1.7.1 De keuze tussen verschillende methoden van probleemoplossen	9
1.7.2 Technieken	10
1.8 Opbouw van het rapport	11
Hoofdstuk 2 Probleemanalyse	13
2.1 Inleiding	13
2.2 Onzekerheden voor marktpartijen inzake de ontwikkeling van breedband leiden tot een afwachtende houding	13
2.3 De markt heeft vooralsnog geen behoefte aan zeer veel bandbreedte	15
2.4 Een slecht economisch klimaat weerhoudt partijen van risicovolle lange termijn investeringen	16
2.5 De rol van de overheid binnen de ontwikkeling van breedband is kwestieus	17
2.6 Doelverschuiving: de focus verschuift van doel naar middel	19
2.7 Wettelijke beperkingen inzake overheidsinterventie	19
2.8 Samenvatting en conclusie	21
Hoofdstuk 3 De integratie van wetenschappelijke theorieën	23
3.1 Technologische innovaties	23
3.1.1 Het begrip 'innovatie'	23
3.1.2 De groeicyclus van interactieve media	23
3.1.3 De relatie tussen adoptiesnelheid (S-curve) en versnelling (Bell-curve)	24
3.1.4 Universele toegang: collectieve toegang komt voort uit individuele adoptie	24
3.1.5 De technology adoption life cycle	25
3.1.6 Diffusie van een innovatie	25
3.1.7 De kloof tussen early adopters en early majority	26

3.1.8	De kritieke massa theorie: van innovatie naar acceleratie	27
3.1.9	Operationele toegang	28
3.2	Mediakeuzetheorieën: Het 6-Drempelmodel	29
3.2.1	De keuze voor een medium	29
3.2.2	Geschiktheid van het medium	29
3.2.3	Het begrip toegankelijkheid	30
3.2.4	Toegankelijkheid in de literatuur	30
3.2.5	Fysieke toegankelijkheid	31
3.2.6	Technische toegankelijkheid	31
3.2.7	Financiële toegankelijkheid	32
3.2.8	Cognitieve toegankelijkheid	32
3.2.9	Affectieve toegankelijkheid	33
3.2.10	Het doorlopen van het 6-Drempelmodel: van innovatie tot domesticatie	33
3.2.11	Adoptie versus gebruik	33
3.3	De onderlinge relaties tussen de wetenschappelijke modellen	33
3.3.1	De samenhang tussen het 6-Drempelmodel en de technology adoption life cycle	34
3.3.2	De samenhang tussen het 6-Drempelmodel en de kritieke massatheorie van Markus	34
3.3.3	De samenhang tussen het 6-Drempelmodel en de kritieke massatheorie van Oliver et al.	35
3.3.4	De interdependentie tussen de zes drempels binnen het 6-Drempelmodel	35
3.3.5	Individuele versus collectieve keuzevorming	36
3.4	Het IAD-model: Innovatie, Acceleratie, Domesticatie	37
3.4.1	Voortgang van het IAD-model in Nederland	39
3.5	De mythe van de 'killer applicatie'	39
3.6	Procesmodellering	40
3.7	Samenvatting en conclusie	41
Hoofdstuk 4	Breedbandtransmissiemedi a en -technologieën	42
4.1	Evolutionair versus revolutionair	43
4.2	Waarde toekennen aan de mogelijkheid tot risicospreiding en terugkoppeling	43
4.2.1	De omvang van het risico	44
4.2.2	Risicospreiding	44
4.2.3	Flexibiliteit: meeveranderen met de omgeving	44
4.2.4	De real options theory	44
4.3	Technologieverkenningen	45
4.4	Transmissiemedia	48
	Geleide Transmissiemedi a	48
I	Conventionele technologieën voor geleide transmissiemedi a	48
4.5	Het telefoonnet: Koper Twisted Pair	48
4.5.1	VDSL	50
4.5.2	EFMC en Etherloop	51
4.5.3	Samenvatting	55
4.5.4	Afwegingen kopertechnieken	55
4.6	Het CATV netwerk: Hybrid Fiber Coax (HFC)	56
4.6.1	Upgraden van de CMTS (Cable Modem Termination System): CMTS+	58
4.6.2	Narad Networks	59
4.6.3	Maxi-Sternet	61
4.6.4	Alternatieve methoden	63
4.6.5	Samenvatting	63

4.6.6	Afwegingen	64
II	Nieuwe technologieën voor geleide transmissiemedia	66
4.7	Glasvezel	66
4.7.1	Samenvatting	70
4.7.2	Afwegingen	70
	Ongeleide transmissiemedia	73
III	Conventionele technologieën voor ongeleide transmissiemedia	74
4.8	Generieke aspecten van ongeleide radioverbindingen	74
4.8.1	WLAN en Wi-Fi	77
4.8.2	Microgolfsystemen: LMDS	80
4.8.3	Microgolfsystemen: MMDS	82
4.8.4	HiperAccess	83
4.8.5	Millimetergolf (MMW) systemen	84
4.8.6	Samenvatting	85
4.8.7	Afwegingen	86
IV	Nieuwe technologieën voor ongeleide transmissiemedia	88
4.9	Optische straalverbindingen en hybride systemen	88
4.9.1	Infrarood en laser	88
4.9.2	Hybride systemen: Hybride FSO-Radio (HFR)	90
4.9.3	Samenvatting	92
4.10	Afwegingen	93
4.11	Transmissiepaden naar een breedbandig netwerk	94
4.12	De keuze tussen FttH en alternatieve transmissiemedia	97
4.12.1	Koper Twisted Pair versus FttH	97
4.12.2	Coax versus FttH	97
4.12.3	Straalverbindingen versus FttH	98
4.13	Conclusies	99
4.13.1	Conclusies voor de belangrijkste criteria	99
4.13.2	Conclusies voor transmissiepaden	101
Hoofdstuk 5	De invloed van factoren op toegankelijkheid, geschiktheid en adoptie	103
5.1	Inleiding	103
5.2	Drempel 1: Geschiktheid van het medium	105
5.3	Drempel 2: Fysieke Toegankelijkheid	106
5.4	Drempel 3: Technische Toegankelijkheid	108
5.5	Drempel 4: Financiële Toegankelijkheid	109
5.6	Drempel 5: Cognitieve Toegankelijkheid	110
5.7	Drempel 6: Affectieve Toegankelijkheid	111
5.8	Significante factoren voor de adoptiesnelheid	113
5.8.1	Het relatieve voordeel ten opzichte van het voorlopende product	113
5.8.2	Compatibiliteit	113
5.8.3	Complexiteit	114
5.8.4	Experimenteerbaarheid	114
5.8.5	Observeerbaarheid	114
5.9	Samenvatting en conclusies	115
5.9.1	Samenvatting	115
5.9.2	Conclusies	116

Hoofdstuk 6	Actoren en hun beschikbare instrumenten	117
6.1	Inleiding	117
6.1.1	Actoranalyse	117
6.1.2	Sturing vereist een doel	117
6.2	Sturingsinstrumenten	117
6.3	Sturingsinstrumenten van de overheid	118
6.4	De effecten van sturing	120
6.4.1	Positieve effecten van sturing	120
6.4.2	Ongewenste neveneffecten van sturing	120
6.5	De overheid	122
6.5.1	Sturingsinstrumenten	123
6.6	Infrastructuurproviders	128
6.6.1	Sturingsinstrumenten	128
6.7	Dienstenproviders	130
6.7.1	Sturingsinstrumenten	130
6.8	Gebundelde vragers	133
6.8.1	Sturingsinstrumenten	133
6.9	Inzet en effecten van sturingsinstrumenten in de praktijk	134
6.10	Maatschappelijke en geografische verschillen tussen Azië en Nederland vereisen de inzet van een verschillend instrumentarium	135
6.11	Modelleren van het sturingsproces	138
6.11.1	Sturen binnen een actornetwerk vereist samenwerking tussen actoren	139
6.11.2	Naar een onderzoeksmodel	139
6.12	Samenvatting en conclusies	139
Hoofdstuk 7	Conclusie, discussie en aanbevelingen	142
7.1	Conclusies	142
7.2	Discussie	147
7.2.1	Beperkingen van het onderzoek	147
7.2.2	Aanzet tot vervolgonderzoek	148
7.3	Aanbevelingen	149
Literatuurlijst		152
	Geraadpleegde internetpagina's	156
Bijlagen		157
Bijlage I	Telecommunicatiebegrippen	159
Bijlage II	Actoranalyse	171
Bijlage III	Beschrijving van factoren die het 6-Drempelmodel beïnvloeden	174
Bijlage IV	Finaal Model van Kuypers	200
Bijlage V	Causale Relatie Diagrammen	203
Bijlage VI	Causale relaties en sturingsinstrumenten	213
Bijlage VII	Beslisbomen	219
Bijlage VIII	Systematische vergelijking van technologieën met scorecards en SMART modellen	225

Lijst van afkortingen

ADM	Add Drop Multiplexer
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
ANSI	American National Standards Institute
AON	Actief Optisch Netwerk
AOP	Abonnee Overname Punt
APON	ATM based Passive Optical Network
ATM	Asynchronous Transfer Mode
BIU	Broadband Interface Unit (Narad network)
CATV	Community Antenna Television
CDMA	Code Division Multiple Access
CMTS	Cable Modem Termination System
CPE	Customer Premises Equipment: eindgebruikersapparatuur
CSMA/CD	Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection
DCE	Data Circuit- terminating Equipment
DECT	Digital European Cordless Telecommunication
DLC	Digital Loop Carrier
DOCSIS	Data Over Cable Service Interface Specification
DSL	Digital Subscriber Line
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer
DTE	Data Terminal Equipment
DVB-C	Digital Video Broadcasting over Cable
DWDM	Dense Wavelength Division Multiplexing
EPON	Ethernet based Passive Optical Network
ETSI	European Telecommunication Standards Institute
FDM	Frequency Division Multiplexing
FDMA	Frequency Division Multiple Access
FSAN	Full Service Access Network
FSO	Free Space Optics

FttB	Fiber to the Building
FttC	Fiber To The Curb
FttD	Fiber to the Dormitory
FttH	Fiber To The Home
Fttl	Fiber to the Institute
FttO	Fiber To The Office
FWA	Fixed Wireless Access
HDTV	High Definition Television
HFC	Hybrid Fiber-Coax
HFR	Hybrid Fiber radio
HiperAccess	High Performance Radio Access
HiperLAN	High Performance Radio LAN
ICANN	Internet Corporation for Assigned Names and Numbers
ICT	Information and Communication Technology
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
IP	Internet Protocol
ISDN	Integrated Services Digital Network
ISO	International Standards Organisation
ISOC	Internet Society
ISP	Internet Service Provider
ITU	International Telecommunication Union
ITU-T	International Telecommunications Union - Telecommunications Sector
kbps	Kilobit (1024 bits) per seconde
LAN	Local Area Network
LED	Light Emitting Diode
LMDS	Local Multi-point Distribution System
LOS	Line Of Sight: directe zichtverbinding tussen antennes
MDTV	Multiple Digitale Televisie
MHz	MegaHertz

MIMO	Multiple Input Multiple Output
MKB	Midden- en Kleinbedrijf
MMDS	Multichannel Multipoint Distribution System
MMW	Millimeter Waves
MUX	Multiplexer
MVOD	Multiple Video On Demand
NAP	Network Access Point
NDS	Network Distribution Switch (in een Narad netwerk)
NRC	Nummercentrale
OE	Optisch Ethernet
OEC	Optical Electrical Converter
OLT	Optical Line Terminal
OMDF	Optical Main Distribution Frame
ONDS	Optical Network Distribution Switch (Narad Network)
ONU	Optical Network Unit
PABX	Private Automatic Branch eXchange: een telefooncentrale
PBX	Private Branch Exchange
PON	Passive Optical network
POP	Point Of Presence: Inbelpunt naar een ISP
POTS	Plain Old Telephone Service
PSTN	Public Switched Telephone Network
PtMP	Point-to-Multipoint
PtP	Point-to-Point
QoS	Quality of Service
ROI	Return On Investment
SAS	Service Access Switch (Narad netwerk)
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
SLA	Service Level Agreement
SONET	Synchronous Optical NETwork
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol

TD-CDMA	Time Division - Code Division Multiple Access
TDM	Time Division Multiplexing
TDMA	Time Division Multiple Access
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
UTP	Unshielded Twisted Pair
VDSL	Very-high data-rate DSL
VOD	Video On Demand
VoIP	Voice over IP
WAN	Wide Area Network
WDM	Wavelength Division Multiplexing
Wi-Fi	Wireless Fidelity
WLL	Wireless Local Loop
xDSL	Verzamelterm voor DSL technieken (zoals ADSL, HDSL, VDSL en SDSL)

Hoofdstuk 1 Inleiding

Een eigenschap van de telecommunicatiesector is dat veranderingen binnen deze sector zeer snel optreden. Een extra complicerende factor hierbij is, dat het gehanteerde vakjargon niet met gelijke snelheid mee ontwikkelt. Zo ontstaat het fenomeen dat dezelfde termen gebruikt worden voor verschillende technologieën. Dit is uiteraard een bron van verwarring. Om deze verwarring zo veel mogelijk weg te nemen, biedt dit rapport eerst een aantal definities van veelgebruikte termen en afbakeningen van de scope van het onderzoek. Hierna wordt nader ingegaan op de situering van het probleem.

1.1 Definities

▪ *Het begrip breedband*

Er bestaat geen consensus over het begrip 'breedband'. De definitie van deze term is aan continue verandering onderhevig. Dit is met name het gevolg van steeds nieuwe technische ontwikkelingen, waardoor steeds hogere bandbreedtes voor gebruik mogelijk worden. De kanalen met de hoogste bandbreedte worden dan als breedband aangeduid. In onderstaande tekst volgen enige definities van breedband die in de loop der jaren zijn opgesteld.

- De officiële definitie van breedband, zoals geformuleerd door ITU-T:¹
"Qualifying a service or system requiring transmission channels capable of supporting rates greater than the primary rate". Primary rate is gedefinieerd als: "A user-network access arrangement that corresponds to the primary rates of 1544 Kbps (T1) and 2048 Kbps (E1=ISDN 30). The bit rate of the D-channel (signaling) for this type of access is 64 Kbps".
- De definitie in het marketinggedreven taalgebruik: 128 Kbps (ISDN A+B) tot 1.5 Mbps (ADSL).²
- Het Ministerie van Economische Zaken hanteert de definitie:
"Infrastructuur met een transmissiesnelheid van 10 Mbps of meer in de richting van de gebruiker".
- ISOC-NL, Gigaport en de Expertgroep Breedband definiëren breedband als volgt^{3,4}:
"Een breedbandig aansluitnetwerk ondersteunt tenminste een capaciteit van 10 Mbps sustained rate en symmetrisch per gebruiker".
- Een andere mogelijkheid om breedband te definiëren is door te kijken naar het ontwikkelingspotentieel van een infrastructuur. Men kijkt dan niet naar de mogelijke bandbreedte op dat moment maar naar het mogelijke groeipercentage van de bandbreedte over de infrastructuur. Een hoog ontwikkelingspotentieel duidt er dan op dat de infrastructuur bij een hoog groeipercentage in datasnelheid nog steeds geschikt is voor doorgifte en dus bruikbaar is voor lange termijn.

Uit bovenstaande onderling afwijkende definities valt te concluderen dat een eenduidige en door de tijd heen constante definitie niet bestaat; zij verschuift in de loop van de tijd. Er is in feite sprake van tijdelijke werkdefinities.

¹ <http://www.itu.int/sancho/definitionsAE.htm>

² Boer, de R. en. H. Rood, 2001

³ http://www.gigaport.nl/persinfo/ne_persinfo_breedbanddossier.htm

⁴ Commissie Andriessen, 2001

De in dit rapport beschouwde technieken worden ook onderworpen aan een werkdefinitie. Dit rapport hanteert voor breedband de volgende werkdefinitie:

Een breedbandig aansluitnetwerk ondersteunt tenminste een capaciteit van 10 Mbps in beide richtingen.

Dit rapport hanteert voor breedbanddiensten de volgende werkdefinitie: breedbanddiensten zijn te omschrijven als diensten die voor gebruik een aansluitnetwerk vereisen met een bitsnelheid van 10 Mbps in beide richtingen.

▪ *Aansluitnetten*

Dit rapport beperkt zich tot breedband over aansluitnetten. Onder het “aansluitnet” wordt het gedeelte van het netwerk verstaan dat loopt van het aansluitpunt bij de eindgebruiker tot de wijkcentrale, in het geval van een kabelnetwerk en de nummercentrale, in het geval van het telefonienetwerk. Andere termen voor aansluitnet zijn ‘local loop’, ‘first mile’ of ‘last mile’⁵. Deze termen worden in dit rapport door elkaar gebruikt.

Het achterliggende netwerk van het aansluitnet heet de ‘backbone’. Deze is vrijwel overal in Nederland van glasvezelkabel voorzien en is dus in staat om dataverkeer met zeer hoge snelheid te transporteren. Het aansluitnet daarentegen bestaat uit transmissiemedia die veel lagere bandbreedtes ondersteunen en vormt daardoor de flessenhals in het netwerk.

1.2 Afbakeningen

▪ *Netwerktechnologie*

Bij technische ontwikkelingen is onderscheid te maken naar de aard van de technologie zelf. Er zijn verschillende niveaus van technologie aanwijsbaar die belangrijk zijn, omdat zicht op ontwikkelingen op deze niveaus bijdraagt aan inzicht in welke richting mogelijke applicaties of eindgebruikers zich ontwikkelen. In dit onderzoek is primair aandacht besteed aan het niveau van netwerktechnologieën. Hierbij gaat de aandacht uit naar technieken die de capaciteit van het netwerk verhogen. Zo kunnen glasvezelnetwerken zeer veel informatie binnen zeer korte tijd overdragen. Door verschillende golflengten (kleuren) licht te gebruiken als aparte transmissiekanalen (WDM⁶) neemt de potentiële informatieoverdracht nog verder toe. Ook de capaciteit van andere dragers binnen netwerken, zoals koperen twisted pair en coaxkabel, wordt door nieuwe technieken vergroot.⁷

▪ *Geografische grens*

Hoewel de breedbandmarkt een groeiend internationaal karakter krijgt, beschouwt dit rapport hoofdzakelijk de Nederlandse situatie. Het rapport is gericht op het creëren van een duidelijker inzicht in de mogelijke ontwikkelingspaden voor breedbandige toegang op de Nederlandse markt om zo de drempels voor breedbandinitiatieven zoveel mogelijk weg te nemen. Ter vergelijking wordt zijdelings gekeken naar ontwikkelingen in het buitenland. Dit is echter gedaan om de Nederlandse situatie te vergelijken met die in overige landen en hieruit eventuele lering te trekken voor de Nederlandse ontwikkeling van breedbandinitiatieven.

⁵ First mile is vanuit de gebruiker gezien, last mile vanuit de operator

⁶ Wave Division Multiplexing

⁷ Bouwman, 2001

1.3 Situering van het probleem

Het aantal diensten dat via Internet wordt aangeboden is de laatste jaren snel toegenomen. Internet wordt steeds meer gebruikt om omvangrijke beeld- en geluidsbestanden te versturen. De toename van tijdbesteding en breedbandbehoefte laat zich goed meten op de 'Amsterdam Internet Exchange' waar nagenoeg al het internetverkeer in Nederland samenkomt. Het internetverkeer is in 2002 in minder dan een jaar bijna verdrievoudigd.⁸

1.3.1 Groeiende behoefte aan bandbreedte leidt op termijn tot een tekort aan transmissiecapaciteit

In het zakelijk marktsegment wordt een vervijfvoudiging van de behoefte aan breedband verwacht voor de periode 1998-2005.⁹ Gekoppeld aan de groei van het gebruik van Internet zal de behoefte aan bandbreedte ook groeien, omdat de eisen die gesteld worden aan elektronische communicatie steeds hoger zullen worden. Meer data sneller versturen en ontvangen staat daarbij centraal.¹⁰

Deskundigen en onderzoekers zijn het met elkaar eens dat de groei van het online gebruik op termijn te groot is om nog afgehandeld te kunnen worden door de huidige aansluitnetwerken in hun huidige vorm. Het ISOC zeg hierover: *"Zowel voor zakelijk gebruik als voor consumenten treedt naar verwachting een verschuiving op van asymmetrische diensten naar symmetrische diensten. Daarmee zal dan ook sterke behoefte ontstaan aan netwerken die grote symmetrische datastromen kunnen verwerken. Met de huidige xDSL en kabelmodems is dat niet mogelijk. Ondanks de kosten van de aanleg (die met name in het graafwerk zitten) zal de vraag naar bandbreedte de mogelijkheden van de huidige infrastructuur verregaand overtreffen."*¹¹ De huidige telefonie- en kabelnetwerken zullen binnen afzienbare tijd tegen hun capaciteitsgrenzen aanlopen en de toename van de capaciteitsvraag zal hierdoor leiden tot knelpunten in de huidige aansluitnetwerken.¹²

Hoewel niemand kan voorspellen wanneer het moment zich exact zal voordoen dat de groeiende vraag naar bandbreedte de snelheid en mogelijkheden van xDSL – en compressietechnieken – zal overstijgen, wijzen veel analyses en trends erop dat dit in ieder geval nog dit decennium zal zijn.¹³

1.3.2 Zwaarwegende economische belangen leiden tot politieke sense of urgency

In 2000 wordt de focus op breedband versterkt en de Rijksoverheid streeft ernaar dat Nederland voorop gaat lopen in Europa op het gebied van ICT in het algemeen en in het breedbanddomein in het bijzonder.¹⁴ In de nota 'De Digitale Delta: e-Europe voorbij' heeft de overheid haar ambitie duidelijk aangescherpt om versneld te komen tot een breedbandige infrastructuur.¹⁵ Voldoende symmetrische bandbreedte voor organisaties en eindgebruikers wordt van groot maatschappelijk en economisch belang geacht.¹⁶ De overheid ziet de uitrol van een toekomstvast breedbandig toegangsnetwerk als een belangrijke voorwaarde voor een gezonde economische en maatschappelijke ontwikkeling van Nederland. Ook op Europees niveau wordt breedband als noodzakelijke voorziening aangemerkt om economisch te kunnen concurreren met de rest van de wereld. Commissaris Erkki Liikanen noemt breedband als kernprioriteit voor het wetslagen van het e-Europe actieplan.

⁸ Expertgroep Breedband, 2002

⁹ Netwerken in cijfers, 2000

¹⁰ Dekkers et al., 2002

¹¹ <http://www.emerce.nl/archives/magazine/april2002/dossier/13770.html>

¹² Expertgroep Breedband, 2002

¹³ Fiber-to-the-home, de toekomst van Nederland, 2001

¹⁴ Zie onder meer de sleutelnota De Digitale Delta uit juni 1999 die de ambities van het kabinet op hoofdlijnen schetst en enkele vervolgnota's uit 2000 zoals Netwerken in de Delta, Kabel en consument: marktwerking en digitalisering en Voortgangsrappportage De Digitale Delta .

¹⁵ De Digitale Delta: e-Europe voorbij, 2000, p.10

¹⁶ Van der Vorst, 2001

In het verlengde hiervan is eind 2001 de 'Expertgroep Breedband' in het leven geroepen om advies aan het kabinet uit te brengen over de uitrol van breedband in Nederland. Het Kabinet heeft de Expertgroep Breedband de vraag gesteld of Nederland op dit terrein een koppositie in Europa kan innemen en bij een bevestigend antwoord aan te geven op welke wijze deze positie kan worden gerealiseerd. Nederland, zo meent het Kabinet, is dit gezien haar prominente rol in economisch en maatschappelijk opzicht aan zichzelf en aan de wereld verplicht.¹⁷ De Expertgroep Breedband heeft in haar adviesrapport "Nederland Breedbandland" duidelijke doelstellingen geformuleerd:

Tabel 1.1: Doelstellingen inzake breedband door de Expertgroep Breedband

Jaar	Aantal actieve breedband aansluitingen		Aantal huizen gepasseerd (niet per se actief)
	1 - 10 Mbps (met name xDSL en kabel)	10 Mbps of sneller (met name glasvezel)	10 Mbps of sneller (glasvezel)
2006/2007	1,25 miljoen	300.000	1,2 miljoen
2010	2 miljoen	1 miljoen	2,5 miljoen
2015	2 miljoen	3 miljoen	5 miljoen

Bron: Nederland Breedbandland, Expertgroep Breedband 30 mei 2002, p.25

De focus van de Expertgroep Breedband ligt op realisatie van breedband via een glasvezelinfrastructuur naar het huis. Een glasvezelnetwerk is echter niet op korte termijn uitgerold. De Expertgroep Breedband stelt zich voor dat een periode van tien jaar doorlooptijd realistisch is, ook met het oog op de bouw en aanlegcapaciteit in de markt. Wanneer men over tien jaar nog steeds in de behoefte aan bandbreedte wil kunnen voorzien, zal men dus nu reeds moeten beginnen met de aanleg van en investering in de infrastructuur. De breedbandmarkt in de toekomst zal afhankelijk zijn van het *tijdig* initiëren van aanleg van nieuwe netwerkinfrastructuren in de local loop.¹⁸ Tevens is het financieel gezien geen goedkoop project. De uitrol op grote schaal van glasvezel naar 90% van alle gezinnen en kleinere bedrijven zal grof geschat € 5,4-7,7 miljard vergen.¹⁹ Over de vraag wie dit moet gaan betalen lopen de meningen uiteen.

Om kennis op te doen over de verschillende mogelijkheden van breedbandtoegang, zowel qua aanlegstructuren als qua diensten, zijn op dit moment verschillende, door de overheid gesubsidieerde, experimenten gaande en wordt veel onderzoek verricht op het gebied van realisatie van breedband naar het huis. In verschillende Nederlandse steden lopen vanaf september 2002 pilotprojecten voor de duur van één jaar om te onderzoeken hoe en onder welke voorwaarden marktpartijen gestimuleerd worden om versneld breedbandtoegang tegen aanvaardbare kosten onder ieders handbereik te krijgen.²⁰ Ook op internationale schaal zijn reeds breedbandige (pilot) netwerken aangelegd. Voorbeelden zijn de Verenigde Staten met Next Generation Internet, Canada met Canarie, Zweden met Stokab, Singapore met Singapore ONE en Japan met het WIDE project.²¹ Hoewel de ervaringen in deze landen positief zijn, verlopen de Nederlandse pilots niet overal naar wens.

Henk Koning, directeur van Kenniswijk BV, is van mening, dat de aanleg van glasvezelaansluitingen stagneert doordat het telecommunicatieklimaat flink verslechterd is. Hieraan zou ook de trage start van het Kenniswijk-experiment te wijten zijn.²² Ook de stuurgroep Gigaport constateert eind 2002 dat het principe van marktwerking hevig stagneert, met als gevolg dat de meer landelijke gebieden voorlopig nog verstoken zullen blijven van breedbandinternet.²³

¹⁷ Expertgroep Breedband, 2002

¹⁸ idem

¹⁹ Commissie Andriessen, 2001

²⁰ <http://www.stedenlink.nl>; Besloten Startbijeenkomst leertraject breedbandproeven i.s.m. Stedenlink; 09-09-2002

²¹ Neggers, 2000

²² Persbericht: 'Kenniswijk stelt ambities bij- Glasvezelaansluitingen in Eindhovense regio lopen jaren vertraging op', 19-7-2002

²³ <http://www.webwereld.nl/nieuws/11492.phtml>

Uit het voorgaande is af te leiden, dat het uitblijven van de uitrol van breedband in Nederland door verschillende partijen als een probleem wordt ervaren. Hoewel deze partijen spreken over stagnatie van deze markt, is er zichtbaar het een en ander gaande. Alvorens een uitspraak te doen over stagnatie op de markt, worden daarom eerst de ontwikkeling in vraag en aanbod van bandbreedte in Nederland onder de loep genomen.

1.3.3 De huidige ontwikkeling van breedband in Nederland

Binnen Nederland vindt een snelle ontwikkeling plaats op het gebied van ADSL (en opvolgers ADSL2 en ADSL2+) en internettoegang over de kabel. Zo groeide het aantal ADSL aansluitingen in het eerste kwartaal van 2003 met 32,2%.²⁴ Uit penetratiecijfers over 2002 van Heliview blijkt dat er een substitutie plaatsvindt van conventionele technieken door ADSL en kabel. 55% van de huishoudens had eind 2002 echter nog toegang tot het Internet via een reguliere (analoge) telefoonlijn.²⁵ In vergelijking met andere Europese landen neemt Nederland een derde plaats in met 13,7% penetratie (van de huishoudens met Internet) van ADSL en kabel, achter België (20,2%) en Denemarken (18,2%).²⁶

Tabel 1.2: Penetratie van ADSL en kabelinternet in Nederland in verschillende jaren²⁷

Toegangstechniek	Medio 2001	Medio 2002	Begin 2003	Mei 2003
ADSL	65.000	205.000	350.000	500.000
Kabel	410.000	575.000	780.000	

De ontwikkeling van ADSL en kabelinternet zijn evolutionair, wat wil zeggen dat geringe aanpassingen in netwerken leiden tot hogere bandbreedtes voor de gebruikers. In landen waar breedbandpenetratie hoog is ontstaan nieuwe op breedband toegespitste toepassingen. Kabelinternet, ADSL en de evolutionaire opvolgers van deze techniek zijn derhalve laagdrempelige "enablers" om nieuwe toepassingen gebaseerd op breedbandtechnologie te realiseren. In landen als Zuid Korea en de Scandinavische landen wordt op deze manier aantoonbaar aan een voorsprong in het gebruik van ICT gewerkt.²⁸ Het aantal diensten dat de beschikbare bandbreedte van DSL volledig benut is nog zeer beperkt, wat betekent dat deze netwerken nog groeimogelijkheden bezitten.

Geconcludeerd kan worden dat er in Nederland wel degelijk sprake is van een (evolutionaire) ontwikkeling richting hogere bandbreedte. Deze ontwikkeling vindt plaats in de vorm van een geleidelijke opschaling van bandbreedte in het tempo van de maatschappelijke vraag met parallel daaraan de ontwikkeling van diensten. Op dit punt kan er dus niet gesproken worden van een stagnatie.

1.3.4 Een snellere ontwikkeling vergt kunstmatig ingrijpen in de markt

De vraag van het Kabinet aan de Expertgroep naar de korte termijn mogelijkheden voor de realisatie van infrastructuur voor veel hogere bandbreedtes dan die met ADSL en kabelinternet mogelijk zijn, komt voort uit de noodzaak die het Kabinet ziet om breedband sneller uit te rollen dan zal gebeuren wanneer de overheid de markt haar gang laat gaan. Doordat de huidige verbindingen voor de meeste consumenten nog voldoende capaciteit bieden en de vraag naar nieuwe infrastructuur hiermee dus beperkt is, is het voor de huidige marktpartijen op dit moment niet lonend om grote investeringen in capaciteitsuitbreiding te doen. De overheid wil breedband dus sneller uitrollen dan de huidige marktpartijen op dit moment doen. Een dergelijke

²⁴ Persbericht: "100.000 ADSL-klanten KPN erbij", 12 mei 2003

²⁵ Nationale Telecommonitor 2002

²⁶ Strategy analytics: 12 million European homes now have broadband Internet. <http://www.strategyanalytics.com>, 28-01-2003.

²⁷ Nationale Telecommonitor 2002, Netwerken in cijfers 2000, Persbericht: Half miljoen ADSL-klanten. 16 mei 2003

²⁸ <http://www.bbnet.nl>

versnelling vereist grote (financiële) stimulering van de overheid hetgeen, kort na de liberalisering van de telecommunicatiemarkt, vraagtekens oproept.

De beoogde aanpak van het probleem die voortkomt uit het advies van de Expertgroep is revolutionair: in verschillende wijken in Nederland moet een geheel nieuwe infrastructuur gerealiseerd worden, namelijk een glasvezelnetwerk. De 'natuurlijke' ontwikkeling van telecommunicatienetwerken op dit moment is daarentegen evolutionair. In een periode van grote economische onzekerheid binnen de branche en een dalende economische groei, is de (telecommunicatie)markt namelijk niet geschikt voor deelname aan revolutionaire projecten, aangezien deze met te veel risico's gepaard gaan. Om een dergelijke revolutionaire ontwikkeling toch te bewerkstelligen, zijn kunstmatige ingrepen van de overheid in het natuurlijke verloop van de markt noodzakelijk. Gezien het feit dat xDSL diensten nu nog voldoen aan de behoefte van de meeste consumenten, betekent dat ook de behoefte van consumenten kunstmatig opgevoerd zal moeten worden. Een netwerk waar niemand gebruik van maakt, levert immers geen positieve bijdrage aan de ontwikkeling van een land. Wil een versnelling in de ontwikkeling van breedband plaatsvinden, dan zal de markt dus zowel aan de vraag- als aan de aanbodkant van buitenaf (door de overheid) gestuurd moeten worden.

1.4 Probleemstelling

Zoals eerder opgemerkt, wordt van meerdere kanten in Nederland aangegeven dat de uitrol van breedband in de huidige telecommunicatiemarkt niet snel genoeg verloopt. Een belangrijke oorzaak die hiervoor genoemd wordt is dat de markt verkeert in een 'kip-ei situatie'²⁹, waarbij de dienstenleveranciers wachten op de leveranciers van infrastructuur en omgekeerd. De ontwikkeling van nieuwe diensten loont in veel gevallen niet, omdat er vooral in de local loop onvoldoende bandbreedte is om die nieuwe diensten te ondersteunen. Omdat er geen nieuwe diensten worden ontwikkeld, kunnen de leveranciers van infrastructuur investeringen voor extra bandbreedte niet rechtvaardigen. Wanneer er geen diensten voorhanden zijn, blijft de vraag naar de infrastructuur uit en omdat er geen vraag is naar de infrastructuur, wordt deze niet aangelegd en worden dus ook geen diensten ontwikkeld. Wanneer deze cirkel niet doorbroken wordt, blijft de markt in haar huidige situatie steken. De ontwikkeling van nieuwe breedbandtoepassingen en het grootschalige gebruik ervan, zijn dus niet los te zien van de beschikbaarheid aan breedbandaansluitingen.

In paragraaf 1.3.3 is aangetoond, dat er op de Nederlandse markt wel degelijk sprake is van een ontwikkeling van vraag en aanbod richting meer bandbreedte. Deze ontwikkeling verloopt echter te traag om de doelstellingen van de Expertgroep Breedband binnen de hiervoor gestelde tijd te kunnen halen. Zonder investeringen en andere incentives van de overheid, gebeurt er vrij weinig. Wanneer we kijken naar de uitrol van glasvezelnetten in Nederland, dan is er dus inderdaad sprake van een stagnerende ontwikkeling op de markt. Dit komt, naast de 'kip-ei' problematiek, doordat de markt nog niet toe is aan of dat de huidige marktomstandigheden niet geschikt zijn voor een dergelijke revolutionaire aanpak. Maar ook andere drempels kunnen ten grondslag liggen aan deze stagnatie. De interventie van de overheid die benodigd is om deze stagnatie te doorbreken, kan echter, gezien het sinds 1996 gevoerde liberaliseringsbeleid, stuiten op bezwaren. Daarnaast is het de overheid ook op wettelijke basis verboden zich op grote schaal als speler op de markt te begeven.

Om de te trage ontwikkeling van breedband toch te versnellen, dient dus gezocht te worden naar alternatieve wegen om op redelijke termijn tot breedbandige netten te komen die beter aansluiten bij de 'natuurlijke' marktontwikkeling, minder drempels ondervinden bij de betrokken partijen en minder interventie van de overheid vereisen.

²⁹ Expertgroep Breedband, 2002, p.10

1.4.1 Doel van het onderzoek

Het *doel* van dit onderzoek is het benoemen en analyseren van de bestaande hindernissen om breedbandinitiatieven te ontplooien en het bieden van sturingsinstrumenten en transmissiepaden voor actoren om versneld te komen tot adoptie en gebruik van breedband op grote schaal.

De **hoofdvraag** van dit onderzoek luidt als volgt:

Welke factoren zijn van invloed op het ontwikkelingsproces van breedband op het niveau van de local loop en hoe kunnen actoren invloed uitoefenen om versneld te komen tot adoptie en gebruik van breedband op grote schaal?

Het antwoord op deze vraag wordt gezocht aan de hand van een aantal deelvragen:

1. Hoe verloopt het ontwikkelingsproces van breedband op het niveau van de local loop tot het moment van grootschalig(e) adoptie en gebruik?
2. Wat zijn de oorzaken van de te trage ontwikkeling van dit ontwikkelingsproces?
3. Welke factoren zijn van invloed op adoptie en gebruik van breedband?
4. Welke partijen kunnen met welke sturingsinstrumenten deze factoren in de gewenste richting sturen, zodat versneld gekomen kan worden tot grootschalig(e) adoptie en gebruik?
5. Hoe en wanneer moeten de verschillende actoren welke sturingsinstrumenten inzetten?
6. Wat zijn op dit moment de technische mogelijkheden om breedband op de local loop te verwezenlijken en hoe scoren deze mogelijkheden op belangrijke criteria ten opzichte van elkaar?
7. Hoe kan technologie helpen om versneld te komen tot grootschalig(e) adoptie en gebruik van breedband?
8. Wat zijn zinvolle technologische transmissiepaden en welke afwegingen spelen voor actoren een rol bij de keuze voor deze paden?

1.5 Resultaat en relevantie van het onderzoek

1.5.1 Resultaat van het onderzoek

Het beoogde resultaat van dit onderzoek is ten eerste een duidelijk inzicht in de complexiteit die naar voren komt bij het ontplooien van breedbandinitiatieven op de local loop. Het is de bedoeling te voorzien in de informatiebehoefte van besluitvormende actoren en inzichtelijk te maken op welke variabelen zij het ontwikkelingsproces van breedbandige diensten over de local loop kunnen sturen om zodoende de ontwikkeling te kunnen versnellen.

Partijen die in een project betrokken zijn, wordt inzicht geboden in de technische mogelijkheden voor een breedbandig aansluitnet, hun geschiktheid en de kansen en onzekerheden op de ontwikkelingspaden van deze mogelijkheden.

1.5.2 Relevantie

▪ *Maatschappelijke relevantie*

De maatschappelijke relevantie van het onderzoek is tweeledig. Enerzijds wordt hiermee een groot gedeelte van de onzekerheid en complexiteit weggenomen die actoren ervan weerhoudt te participeren en investeren in het proces van de ontwikkeling van breedbandige diensten over de local loop en om daadwerkelijke initiatieven in dit proces te nemen. Het onderzoek vormt hiermee een middel om betrokkenen te kunnen adviseren over de mogelijkheden om hun rol(len) binnen dit ontwikkelingsproces in te vullen en om een (persoonlijk) pad in dit proces uit te zetten.

Anderzijds vormt dit rapport door het wegnemen van onzekerheid en complexiteit een hulpmiddel om de uitrol van een toekomstvast breedbandig toegangsnetwerk te versnellen, hetgeen door de overheid als een belangrijke voorwaarde voor een gezonde economische en maatschappelijke ontwikkeling van Nederland wordt beschouwd. Het inzicht dat met dit onderzoek verkregen wordt, kan uiteindelijk leiden tot effectiever beleid van overheden en bedrijven in Nederland.

- *Wetenschappelijke relevantie*

Vanuit wetenschappelijk oogpunt verschaft dit onderzoek inzicht en kennis in de ontwikkeling van een innovatie voor informatieoverdracht en legt het verbanden tussen de mediakeuzetheorie van Van de Wijngaert (2001), de toegankelijkheidstheorie van Bouwman et al. (1996), de technology adoption life cycle theorie van Rogers (1983) en de kritieke massa theorieën van Markus (1990)³⁰ en Oliver et al. (1985).

Voor de beantwoording van de deelvragen 1 en 2 worden relaties gelegd tussen verschillende wetenschappelijke theorieën. Een eerste relatie wordt gelegd tussen de toegankelijkheidstheorie van Bouwman, Nouwens, Slootman en Baaijens (1996), die fysieke-, financiële-, technische- en cognitieve toegankelijkheid noemt als voorwaarden voor gebruik van een informatiebron en het 3-Drempelmodel van Van de Wijngaert (2000), dat geschiktheid, fysieke- en affectieve toegankelijkheid noemen als voorwaarden voor een mediakeuze. Beide theorieën overlappen elkaar gedeeltelijk en vullen elkaar tevens aan. Daarnaast bevatten beide modellen aspecten die van belang zijn binnen het ontwikkelingsproces van een innovatie van een medium voor informatieoverdracht. In dit onderzoek is daarom niet de keuze gemaakt voor één van beide theorieën maar voor een samensmelting van beide. De samenvoeging van beide modellen resulteert in een 6-Drempelmodel voor het kiezen van media voor informatieoverdracht. Het 6-Drempelmodel wordt uitgebreid besproken in Hoofdstuk 3.

Een tweede relatie wordt gelegd tussen het 6-Drempelmodel en de technology adoption life cycle van Rogers. De theorie van Rogers legt uit wanneer technologische uitvindingen geadopteerd worden door specifieke groepen gebruikers en hoe de overgang tussen deze groepen verloopt. Ten slotte wordt de kritieke massatheorie met het 6-Drempelmodel en de technology adoption life cycle theorie in verband gebracht.

Voor zowel het model van Bouwman et al. als voor het model van Van de Wijngaert, is het de eerste maal dat zij worden toegepast op de ontwikkeling van breedband van ten minste 10 Mbps tot aan de eindgebruiker en op de technologische ontwikkelingen die wereldwijd gaande zijn om breedbandige diensten van deze snelheden te dragen. Daarnaast is het de eerste keer dat de modellen van Bouwman et al, Van de Wijngaert, Rogers en Markus als geïntegreerd geheel toegepast worden op de ontwikkelingsproblematiek van breedband.

Het 3-Drempelmodel van Van de Wijngaert besteedt aandacht aan mediakeuzen in het algemeen en de keuze voor Internet in het bijzonder. Het model is nog niet eerder andersom toegepast om te verklaren waardoor de te trage ontwikkeling van breedband over de local loop deels wordt veroorzaakt en of deze ontwikkeling versneld kan worden bij inzet van een alternatief medium. Dit geldt evenzo voor het model van Bouwman et al. Hierdoor is sprake van bevindingen die nieuwe kennis generen.

Voor de beantwoording van deelvraag 5 wordt een model aangereikt. Dit model is gebaseerd op het Finaal Model van Kuypers³¹. Dit model stelt de volgende vraag centraal: "Wie bereikt wat, voor wie, hoe en wanneer?" Het model brengt een koppeling aan tussen de gevonden factoren, de sturingsinstrumenten en de betrokken actoren. Het model van Kuypers is ontworpen om reeds bestaand beleid achteraf te *analyseren*. In dit onderzoek wordt het model toegepast om beleid te *ontwerpen*, wat een nieuwe toepassing van het model genereert.

³⁰ Markus, 1990, pp. 194-218

³¹ Kuypers, 1973

1.6 Publiek

Het rapport is geschreven voor een brede doelgroep. Het is interessant voor diverse partijen die betrokken zijn bij de ontwikkeling of realisatie van een breedbandinitiatief. Voorbeelden zijn lokale of regionale overheden die breedbandtoegang willen realiseren in hun gemeente of waarbij een ontwikkeling in die richting gaande is. Daarnaast is het geschreven voor alle stakeholders. Ook voor consumenten die zelf breedband tot hun huis willen realiseren binnen hun wijk biedt dit rapport een breed inzicht in de complexiteiten en mogelijke afwegingen die een rol spelen in het ontwikkelingsproces.

De technische analyses zijn vooral nuttig voor partijen die erbij gebaat zijn of er behoefte aan hebben om het ontwikkelingsproces in zijn geheel te kunnen overzien. Voorbeelden van partijen zijn (strategisch) adviseurs, intermediairs die werkzaam zijn in de ICT sector en projectleiders die een project voor de realisatie van breedbandige diensten op de local loop onder hun hoede gaan nemen.

1.7 Methoden en technieken

Bij het zoeken naar oplossingen voor een probleem dat zich (mogelijk!) in de toekomst gaat afspelen, kan vanuit verschillende kanten geredeneerd worden. Het gekozen uitgangspunt is essentieel voor het verloop van het proces van oplossen van het probleem. Bij verschillende methoden van probleemoplossen worden andere technieken toegepast. Het gekozen uitgangspunt is dus ook van invloed op de gebruikte technieken om tot een oplossing van het probleem te komen.

1.7.1 De keuze tussen verschillende methoden van probleemoplossen

Een eerste methode van probleemoplossen is het centraal stellen van de oplossing. Bij deze methode wordt op het tijdstip dat een actor het probleem wil gaan oplossen, een aantal mogelijke oplossingsrichtingen bestudeerd. Indien de actor inzicht heeft in welke van deze potentiële oplossingen voor hem als beste uit de bus komt om het gedefinieerde probleem op te lossen, wordt besloten het implementatiepad te volgen dat leidt tot deze oplossing. Dit pad is overzichtelijk en voorspelbaar, omdat het eindpunt bekend is. Hoewel dit pad veel zekerheid pretendeert te bieden, neemt de actor verschillende risico's door het pad te volgen.

Ten eerste bestaat de mogelijkheid dat de oplossing niet uitvoerbaar is als gevolg van bijvoorbeeld wet- en regelgeving en het heersende economische klimaat. Een tweede risico is, dat de gekozen oplossing op het moment van het probleem niet meer blijkt aan te sluiten bij het probleem op dat moment. Het probleem zelf of de omgeving van het probleem is in de loop der tijd veranderd. Een derde risico is dat alternatieve oplossingen die mogelijk flexibeler, goedkoper en beter op de veranderde situatie zijn afgestemd, niet worden opgemerkt of ontwikkeld. Ten slotte loopt men bij deze benadering het risico van temporele en inhoudelijke doelverschuiving. Er is sprake van temporele doelverschuiving, wanneer een in de toekomst gelegen probleem dat ontstaan is door een probleemperceptie in het heden, naar het heden wordt verschoven. Indien hierdoor ook het probleem aan sich verandert, spreekt men tevens van inhoudelijke doelverschuiving. De focus ligt niet langer bij het oplossen van het aanvankelijke probleem maar bij het (koste wat het kost) implementeren van de gekozen oplossing. Deze implementatie is nu verworpen tot een op zichzelf staand doel.

Gezien de risico's die gepaard gaan met het toepassen van deze methode, is in dit onderzoek gekozen voor een andere methode, waarbij het (aan verandering onderhevige) probleem als uitgangspunt genomen wordt en van hieruit verder geredeneerd wordt. Gedurende deze methode moeten veel onzekerheden geaccepteerd worden, aangezien men de uiteindelijke vorm van het probleem en de ontwikkeling van de omgeving open laat. Binnen deze methode wordt gezocht naar zo flexibel en schaalbaar mogelijke oplossingsmethoden omdat deze zich beter kunnen aanpassen aan de veranderingen van de omgeving en van het probleem. Gedurende het proces van probleemoplossen wordt een systeem van feedback en terugkoppeling gehanteerd, waarbij steeds gekeken wordt of de gehanteerde oplossing nog in

gewenste mate bijdraagt aan het wegnemen dan wel voorkomen van het probleem. Indien dit niet langer het geval is, bestaat de mogelijkheid tot bijsturing.

Het probleem dat in dit onderzoek als uitgangspunt genomen wordt is het *huidige, te traag verlopende*, ontwikkelingsproces van breedband op de local loop. Binnen dit onderzoek zal gezocht worden naar de mogelijkheden om deze ontwikkeling te versnellen. Hiervoor wordt gezocht naar factoren die de ontwikkeling beïnvloeden en hoe en door welke actoren deze factoren op hun beurt in een gewenste richting gestuurd kunnen worden.

1.7.2 Technieken

Om tot een oplossing van het probleem te komen, hanteert dit onderzoek binnen de probleemgerichte methode verschillende technieken.

- *Causaal relatiediagram*

De eerste techniek die is toegepast is het Causale Relatie Diagram (CRD). Een causaal relatiediagram wordt toegepast voor het verkrijgen en visualiseren van de onderlinge causale relaties tussen verschillende factoren in een proces. Het diagram maakt inzichtelijk welke factoren de werking van een gerelateerde factor beïnvloeden en op welke wijze dit gebeurt (positief dan wel negatief). De factoren worden weergegeven in cirkels, de onderlinge relaties met pijlen. Een positieve relatie wordt voorzien van een '+', een negatieve van een '-'. De relevante factoren zijn te onderscheiden in omgevingsfactoren en stuurvariabelen. Sturingsinstrumenten zijn die factoren/ variabelen binnen een proces/ model waar een actor invloed op uit kan oefenen. Factoren waar geen enkele actor binnen de scope van het systeem invloed op heeft, worden aangeduid met de term 'omgevingsfactoren'.

Binnen dit onderzoek dient de toepassing van causale relatiediagrammen voor het in kaart brengen van de relaties tussen factoren en instrumenten die de ontwikkeling van breedband over de local loop beïnvloeden. De factoren in deze diagrammen zijn deels in kaart gebracht op basis van literatuur, deels op basis van brainstormsessies met experts. De causale relatiediagrammen maken inzichtelijk door welke factoren adoptie en gebruik van media beïnvloed kunnen worden (deelvraag 3). Vervolgens dienen de diagrammen als hulpmiddel voor het zoeken naar instrumenten om de benoemde factoren te kunnen sturen (deelvraag 4). Voor het vinden van deze sturingsinstrumenten is tevens brainstorm met experts als methode toegepast. De causale relatiediagrammen zijn opgenomen in bijlage V van dit rapport.

- *Actoranalyse*

Bij het onderzochte probleem zijn meerdere actoren betrokken. Deze actoren hebben allen verschillende belangen, doelen en middelen. Een actoranalyse is een techniek om schematisch in kaart te brengen welke actoren er bij het probleem betrokken zijn, welke instrumenten zij tot hun beschikking hebben om het probleem te beïnvloeden en wat hun verschillende doelen en belangen zijn. Deze techniek is toegepast voor het beantwoorden van deelvraag 4. De actoranalyse is te vinden in bijlage II.

- *Literatuurstudie en internetonderzoek*

Literatuurstudie vormt een belangrijk onderdeel van een wetenschappelijk onderzoek. Bestaande kennis fungeert als een zeer geschikt uitgangspunt om tot nieuwe inzichten te komen. Zoals in paragraaf 1.5.2 reeds uiteengezet is, leidt het toepassen van bestaande wetenschappelijke theorieën op nieuwe gebieden tot het genereren van nieuwe kennis. De kennis die als input voor dit onderzoek heeft gefungeerd, is ontleend aan de hand van desk- en internetresearch.

- *Kennis van experts*

Om inzicht te verkrijgen in de huidige marktsituatie rond breedbandontwikkeling en kennis op te doen van (de complexiteiten rondom) verschillende technologieën om breedband te realiseren, is gebruik gemaakt van interviews met experts van Stratix. Tevens zijn de technische analyses ter verificatie voorgelegd aan experts.

- *Bezoek aan seminars en congressen*

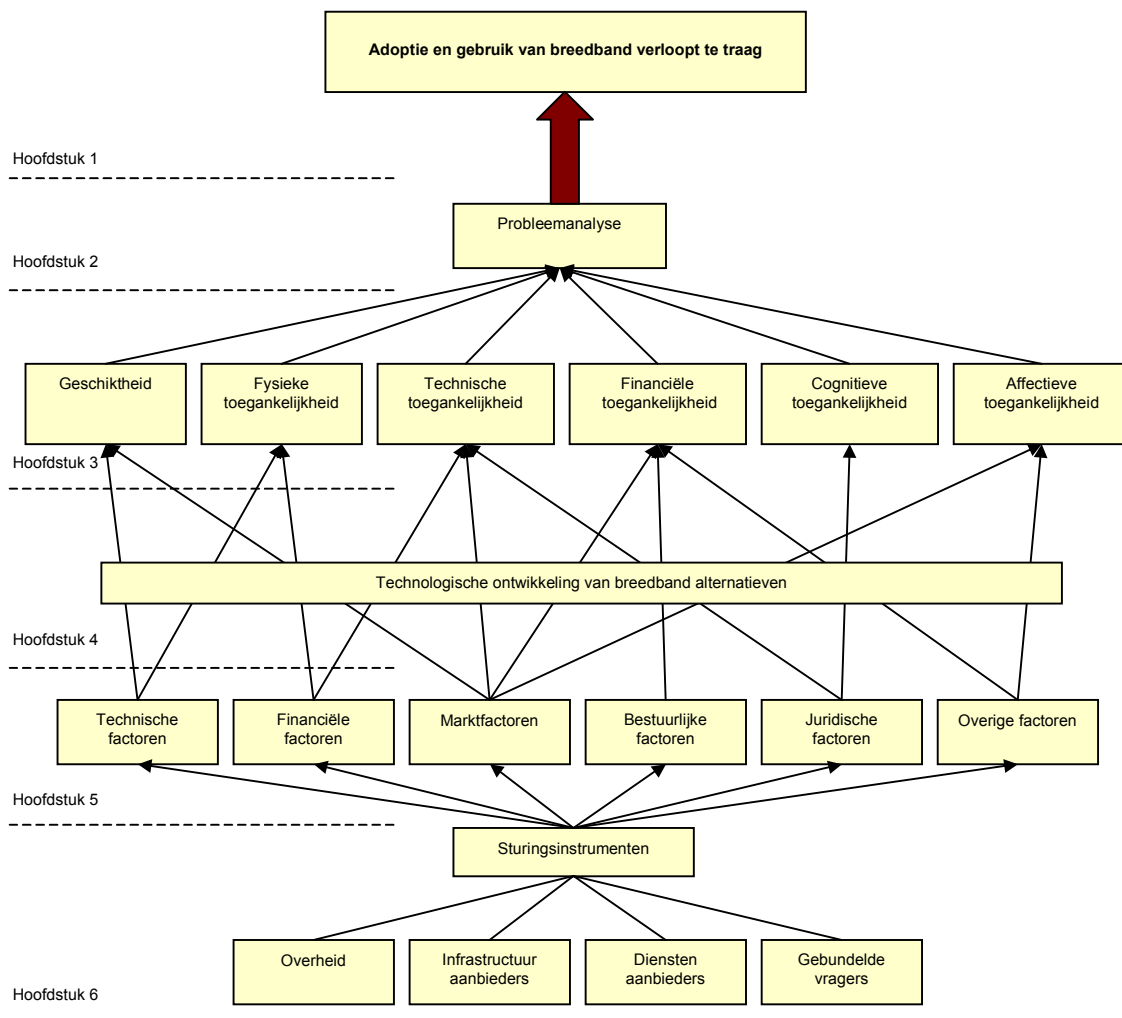
Het bezoek aan relevante seminars en congressen, biedt inzicht in de huidige ontwikkelingen en inzichten rond het onderwerp van onderzoek. De volgende seminars en congressen hebben een positieve bijdrage geleverd aan inzicht in de ontwikkelingen rond FttH en breedbandige technieken:

Tabel 1.3: Bezochte seminars en congressen

Congres	Plaats	Datum
Euroforum Congres	Hotel Okura Amsterdam	05-09-2002
Seminar: "Gemeenten en breedband, doorbreek de patstelling"	Media Plaza Utrecht	01-11-2002
Bell Labs Seminars: "Engaging the Experts"	Lucent Danstheater Den Haag	15-11-2002
Seminar: "Ervaringen uit Zuid-Korea en Japan"	Media Plaza Utrecht	24-01-2003

1.8 Opbouw van het rapport

Een uitgebreide analyse van het probleem volgt in hoofdstuk 2. Hoofdstuk 3 brengt een aantal wetenschappelijke theorieën met elkaar in verband die van toepassing zijn op de in dit onderzoek gestelde problematiek. Hoofdstuk 4 geeft een vergelijking van huidige en toekomstige alternatieve breedband technieken. Op basis van de 'score' op belangrijke criteria wordt onderzocht welke van deze technologieën succesvol kunnen zijn als aansluitnet. Tevens gaat dit hoofdstuk in op de vraagstukken welke afwegingen de verschillende partijen op keuzemomenten maken en welke oplossingen en transmissiepaden zinvol zijn. Het onderzoek in dit hoofdstuk dient ter beantwoording van de deelvragen 6 en 7. Vervolgens biedt het onderzoek in hoofdstuk 5 een verdieping van de factoren die van invloed zijn op geschiktheid, toegankelijkheid en adoptie van het medium. Hoofdstuk 6 onderzoekt met welke sturingsinstrumenten deze factoren te beïnvloeden zijn en welke partijen beschikking hebben over deze instrumenten. Het hoofdstuk behandelt de mogelijkheden voor de actoren overheid (lokaal en nationaal), infrastructuurproviders, dienstenproviders en gebundelde vragers. Tevens biedt dit hoofdstuk een opzet voor onderzoek naar hoe en op welke momenten de actoren tot inzet van de sturingsinstrumenten moeten komen. Hoofdstuk 7 sluit het onderzoek af met conclusies, een discussie en aanbevelingen.



Figuur 1.1: Schematische opbouw van het rapport

Hoofdstuk 2 Probleemanalyse

2.1 Inleiding

Al in 1999 heeft het Kabinet de ambitie om Nederland koploper te laten zijn op het gebied van ICT. Uit dit ideaal zijn onder meer de investeringen in de kennisinfrastructuur (Gigaport) en startende ICT -bedrijven (Twinning) voortgekomen.¹ Sindsdien is dit ideaal hoog op de politieke agenda blijven staan en is de overheid hard bezig geweest om de positie van Nederland als kennisland te versterken. Nederland staat op ICT gebied binnen Europa op een derde plaats in het overzicht van Internationale concurrentieposities tussen landen. Anno 2003 dreigt Nederland echter af te glijden van de bovenste treden van de internationale ICT ladder. Vooral in vergelijking tot andere landen lijkt de vooruitgang van Nederland te stagneren.² De te trage ontwikkeling van breedband in Nederland wordt deels veroorzaakt door doelverschuiving, waarbij de aandacht is verschoven van de realisatie van breedband naar één middel om dit doel te verwezenlijken, namelijk het aanleggen van een fijnmazig glasvezelnetwerk. Hiernaast zijn tevens een aantal complicaties op de markt aan te wijzen die eraan bijdragen dat de ontwikkeling van breedband niet in het gewenste tempo verloopt.

In paragraaf 2.6 wordt het probleem van doelverschuiving en de potentiële gevolgen hiervan voor de breedbandontwikkeling in Nederland verder uitgediept. Eerst biedt dit hoofdstuk inzicht in belangrijke problemen die vragers, aanbieders en overheden ondervinden op het gebied van breedbandontwikkeling. Naast doelverschuiving dragen onzekerheid op verschillende fronten, de achterblijvende vraagkant, het slechte economische klimaat en de kwetsieuze rol van de overheid bij aan de complexe situatie waarbinnen deze actoren op dit moment moeten manoeuvreren.

2.2 Onzekerheden voor marktpartijen inzake de ontwikkeling van breedband leiden tot een afwachtende houding

Een eerste probleem dat zich voordoet, is dat er op verschillende fronten voor betrokken actoren onzekerheden bestaan. Onzekerheden resulteren in het algemeen in een afwachtende houding en uitstel van risicovolle beslissingen. Waar dit soort beslissingen voorwaarden vormen voor vooruitgang, kan uitstel dus bijdragen tot stagnatie. Inzake breedbandontwikkelingen leiden een aantal onzekerheden tot een marktsituatie die zich kenmerkt door dralende partijen die afwachtend kijken naar wat andere marktpartijen ondernemen.

- ***Onzekerheid over technieken en hun toekomstperspectief: het wachten op de facto standaarden***

Er zijn anno 2002 verschillende mogelijkheden aanwezig om breedband op het aansluitnet te realiseren. Voorbeelden zijn het upgraden van de CATV kabel, nieuwe technologieën voor koper, verschillende glasvezeltechnieken, draadloze systemen en een veelvoud aan hybride vormen. Deze worden uitgebreid besproken in hoofdstuk 4. De meeste van deze technieken bevinden zich echter pas in een vroegtijdig stadium van ontwikkeling, sommige bevinden zich zelfs nog in het R&D stadium. Als zij al op de markt gebracht zijn, is dit veelal in de vorm van leveranciersspecifieke implementaties, aangezien er nog geen standaard voor deze technieken ontwikkeld is. Dit maatwerk resulteert in zeer hoge prijzen. Implementatie van de technieken vergt vaak grote aanpassingen aan het huidige netwerk. Om deze reden wachten partijen liever tot zij zekerheid hebben over de toekomst van de betreffende techniek. Deze zekerheid wordt verschaft op het moment dat aan de betreffende techniek een de facto standaard is toegewezen. Ook het feit dat nieuwe aansluitapparatuur voor de eindgebruikers nog niet voor alle technieken ontwikkeld is, stelt de adoptie van deze technologieën uit.

¹ Persbericht: Taskforce werken aan ICT opgericht. Ministerie van EZ, 16-04-1999

² e-Readiness Nederland stagneert, 2003

In veel aspecten van de verschillende infrastructuren bestaat onvoldoende inzicht. Zo bestaat er geen eenduidig oordeel over de werkelijk beschikbare capaciteit van de potentiële vervangers van het huidige toegangsnet. Tevens is niet bekend wanneer de nieuwe technologieën voorhanden zullen zijn en tot op welk niveau de kosten ervan op afzienbare termijn zullen dalen.

De verwachting is, dat de nu in ontwikkeling zijnde apparatuur binnen een aantal jaar beschikbaar is en dat de kosten binnen een periode van een aantal jaren drastisch zullen dalen.

De onzekerheid over de technische (on)mogelijkheden binnen een aantal jaren brengt potentiële investeerders in een afwachtende houding. Nu, met de huidige stand van de techniek, beginnen met aanpassingen, kan resulteren in een overbodig hoge investering in vergelijking met de situatie over een aantal jaren. Ook bestaat de kans op het verkeerde paard te wedden, wanneer bijvoorbeeld een andere standaard gekozen wordt dan verwacht werd op het moment van implementatie of wanneer nog niet eerder naar voren gekomen beperkingen van de gekozen techniek zich openbaren. Dit zou voor een actor de reeds gedane investering zinloos kunnen maken, wanneer de rest van de markt inzet op een andere technologie. Hier tegenover staan uiteraard first mover advantages maar de huidige technische en financiële onzekerheid drijft investeerders richting een risicowerende houding. De facto standaarden kunnen bijdragen aan het verminderen van deze vormen van onzekerheid.

- ***Onzekerheid bij potentiële investeerders omtrent de toekomstige vraag***

De ontwikkeling van de toekomstige vraag naar breedbandcapaciteit is moeilijk in te schatten. De investeringskosten voor de aanleg van nieuwe breedbandinfrastructuren zijn hoog, de inkomsten uit exploitatie van nieuwe diensten onzeker en het is nog onbekend hoeveel de consument uiteindelijk wil betalen voor nieuwe breedbandtoegang en –diensten.

Deze onduidelijkheid voor marktpartijen inzake toekomstige behoeften van gebruikers kan leiden tot een vertraging in het uitrollen van breedbandtechnologieën in het toegangsnet. Daar staat tegenover dat ‘first-mover advantages’, met name in relatie tot de exploitatie van verschillende toegangsnetten, een belangrijke drijfveer zijn bij investeringsvraagstukken.³

- ***Onzekerheid bij marktpartijen omtrent de eigen positie binnen de waardeketen***

Het proces dat doorlopen moet worden voordat de infrastructuur er ligt en er verschillende diensten over aangeboden kunnen worden, wordt gekenmerkt door een breed scala aan partijen met verschillende belangen, doelstellingen en eisen, die ook nog veranderen in de loop van het proces. Er is geen sprake van een waardeketen, waarbij slechts opeenvolgende afhankelijkheden bestaan maar van een waardenetwerk of waardeweb, waarbij alle partijen zich direct dan wel via een andere partij afhankelijk weten van elkaar. Omdat partijen nauwelijks inzicht hebben in alle partijen binnen het netwerk, hun afhankelijkheden en de doelen en middelen van andere actoren in het waardenetwerk, is alleen door intensieve samenwerking tussen alle partijen realisatie van een breedbandige infrastructuur over de local loop mogelijk. Dit brengt partijen in een uiterst lastige situatie waarin het voor hen zeer moeilijk is hun positie binnen het netwerk te bepalen.

Als voor partijen niet duidelijk is welke rol zij gaan spelen in een ontwikkelingsproces en met welke actoren zij te maken zullen krijgen, dan leidt dit bij deze partijen tot grote onzekerheden, hetgeen de investerings- en deelnamebereidheid van partijen sterk kan verminderen. De breedbandmarkt verkeert op dit moment in een dergelijke situatie. Het is niet duidelijk hoe onder verschillende omstandigheden het waardenetwerk ingevuld moet worden. Er bestaat geen algemeen inzicht in de complexiteit van de situatie en de afhankelijkheden en wisselwerkingen tussen actoren door het gehele waardeweb. Daarnaast wordt geëxperimenteerd met en onderzoek gedaan naar verschillende business cases, die voor marktpartijen niet altijd even inzichtelijk zijn.

³ Netwerken in cijfers, 2000

- ***Juridische onzekerheid versterkt een afwachtede houding***

Het ontbreken van helder inzicht in het wettelijke kader werkt drempelverhogend voor potentiële investeerders. De regulering van de local loop is gebaseerd op het bezit van de koperinfrastructuur door KPN. Voor initiatieven van nieuwe, concurrerende infrastructuren bestaat geen specifieke regelgeving maar wel zijn verschillende wetten van toepassing op de aanleg van infrastructuur, openbare netwerken, content, marktinrichting, mededinging, etc. Ook van op handen zijnde wetgeving is niet duidelijk welke gevolgen zij (kan) hebben op de ontwikkeling van breedbanddiensten en op welke wijzen deze artikelen zijn te interpreteren.

2.3 De markt heeft vooralsnog geen behoefte aan zeer veel bandbreedte

- ***Infrastructuurproviders willen de liggende netwerken zolang mogelijk exploiteren***

Voor de huidige marktpartijen die geïnvesteerd hebben in de liggende infrastructuur is het aantrekkelijker om deze zo lang mogelijk te kunnen blijven exploiteren. Het is op korte termijn gunstiger voor deze financieel zwakke partijen om op hun reeds gedane investeringen winsten te boeken dan grootschalig te investeren in een potentiële toekomstige inkomensbron op lange termijn. De traditionele businessmodellen waarin de gedane investeringen in infrastructuur terugverdiend worden uit eigen exploitatie van content- en toegevoegde waardediensten, lijken in het toekomstige breedbandtijdperk ontoereikend.⁴

- ***De consumenten zijn tevreden met het huidige bandbreedte aanbod***

Hoewel de overheid spreekt van een opkomend tekort aan bandbreedte in Nederland, lijkt het merendeel van de eindgebruikers nog (ruim) voldoende te hebben aan de huidige mogelijke bandbreedte. ADSL biedt voor gebruikers al een enorme vooruitgang ten opzichte van ISDN. In het dagelijks taalgebruik wordt de term 'breedband' dan ook niet gebruikt voor netwerken die ten minste 10 Mbps leveren (zoals bijvoorbeeld in dit onderzoek) maar voor ADSL en de directe opvolgers hiervan, waaruit blijkt dat deze vormen van toegang reeds geassocieerd worden met dienstverlening op hoge snelheid.

- ***Er zijn onvoldoende toepassingen die breedband vereisen***

Er zijn nog onvoldoende toepassingen waarvoor een breedbandig netwerk noodzakelijk is,⁵ hetgeen de verspreiding van breedband onder de bevolking vertraagt. Breedband wordt pas echt nuttig als er of zeer grote applicaties of tegelijkertijd een groot aantal applicaties gedraaid worden. Het huidige netwerk is nog in voldoende mate geschikt voor het huidige dienstenaanbod. Wanneer meerdere personen per huishouden tegelijkertijd grote applicaties gaan draaien, zal de roep om meer bandbreedte gaan stijgen. Deze breedbandeisende applicaties worden echter nog niet op voldoende grote schaal aangeboden. Op dit moment zijn het nog met name bedrijven die toepassingen gebruiken waarvoor een dergelijke bandbreedte noodzakelijk is.

- ***Burgers zijn onvoldoende op de hoogte van de mogelijkheden van breedband***

Een belangrijke oorzaak van het uitblijven van vraag naar breedbandige diensten bij eindgebruikers is dat burgers onvoldoende op de hoogte zijn van de mogelijkheden van breedband. Indien zij geen notie hebben van de mogelijke applicaties en de voordelen die deze hen kunnen bieden, zullen zij er niet naar vragen en hun huidige netwerkcapaciteit voorlopig als voldoende blijven ervaren. Daarnaast beschikken veel burgers over te weinig digitale vaardigheden om de mogelijke applicaties te kunnen gebruiken. Om de vraag naar breedband op het gewenste niveau te tillen, dient de behoefte van consumenten 'kunstmatig' opgevoerd te worden. Hiervoor is stimulering van de vraagkant van buitenaf noodzakelijk.

⁴ Expertgroep Breedband, 2002

⁵ http://www.damsternet.nl/docs/Samenvatting_project_Breedband_Appingedam.doc

- ***Adoptie versus gebruik: de bottleneck verschuift van de local loop naar de eindgebruiker***

Een belangrijk kenmerk van computers en bijbehorende apparatuur is, dat mensen deze lang blijven gebruiken. De apparatuur heeft, met andere woorden, een lange afschrijftijd. Zolang de computer nog aan de randvoorwaarden van de gebruiker voldoet, schaft men in het algemeen geen nieuwe aan. Dit heeft als gevolg, dat wanneer mensen op korte termijn toegang tot breedband krijgen, dit niet wil zeggen dat zij hier ook daadwerkelijk gebruik van maken, wanneer hun randapparatuur niet in staat is de snelle datastromen te verwerken.

De randvoorwaarden die iemand aan zijn apparatuur stelt, verschillen uiteraard per persoon. Iemand die zijn computer hoofdzakelijk gebruikt voor e-mail, websurfen en Word processing, stelt vrij lage eisen aan de snelheid van een processor. In dit geval is het mogelijk dat de persoon in kwestie pas een aantal jaren na de beschikbaarheid van breedband, het ook daadwerkelijk gaat gebruiken. Een netwerk waar niet voldoende mensen gebruik van maken, levert echter geen positieve bijdrage aan de ontwikkeling van Nederland, zoals de overheid die voor ogen heeft.

2.4 Een slecht economisch klimaat weerhoudt partijen van risicovolle lange termijn investeringen

De markt werd eind jaren '90 gekenmerkt door zeer snelle ontwikkeling, wekelijks fusies ('maandag fusiedag') en torenhoge investeringen. De hierop volgende crisis in de telecommunicatiebranche heeft de bedrijven in deze sector enorme schade toegebracht. Om op korte termijn het hoofd boven water te kunnen houden, zijn telecommunicatiebedrijven sindsdien gedwongen hun investeringen sterk in te perken. Er is na de crisis dan ook vrijwel geen sprake meer geweest van grootschalige en risicovolle projecten, aangezien de partijen hiervoor geen geld meer beschikbaar hebben, waardoor zij het risico financieel niet kunnen dragen.

Het advies van de Expertgroep Breedband om op grote schaal in Nederland een glasvezelnet uit te rollen vergt waarschijnlijk teveel geld en risico van bedrijven die op dit moment een risicowerende houding en geen kapitaal hebben. Wanneer de markt daarbij onzeker is en de economische situatie verslechtert, willen partijen alleen investeren wanneer een ROI binnen 2 à 3 jaar gegarandeerd en het risico minimaal is. De aanleg van een glasvezelnetwerk vergt zeer hoge investeringen met een ROI van circa 20 jaar, waardoor de kans op initiatief en realisatie van de markt gering is.

Een aantal problemen dat samenhangt met de economische situatie, wordt in onderstaande sub-paragrafen belicht.

- ***De huidige marktpartijen worstelen met een dilemma: (jezelf) eten of gegeten worden.***

De huidige marktpartijen worden bij de afweging om wel of geen breedband uit te gaan rollen met een lastig dilemma geconfronteerd. Enerzijds hebben zij belang bij het zolang mogelijk exploiteren van hun huidige netwerken. Anderzijds weten zij dat er meer bandbreedte moet komen, dat hun netwerken op een gegeven moment hun capaciteitsgrens bereiken en dat dit moment steeds dichterbij komt. De druk om breedband uit te rollen wordt hiermee steeds hoger. Enerzijds moeten zij risico's nemen wanneer zij wel breedband gaan uitrollen in verband met de onzekerheid over de toekomst van nieuwe technieken en de ontwikkeling van de eindgebruikersvraag. Tevens dreigt echter het gevaar, dat zij, bij uitrol van nieuwe netwerken, hun huidige netwerk kannibaliseren doordat hun huidige klanten overstappen op breedband. Niets doen is echter ook geen wenselijke optie, omdat dit kan betekenen dat het bedrijf het risico moet nemen dat het over tien jaar geen business meer heeft.

Dilemma's leiden in het algemeen tot een afwachtende houding bij marktpartijen. Het is immers het veiligst om maar rustig af te wachten wat de concurrent gaat doen, zodat deze de bijbehorende risico's voor haar rekening neemt. Hierna kan, wanneer het probleem doorzichtiger is geworden door de ervaringen van anderen, een beslissing met lagere risico's

genomen worden. Zolang dit afwachtende 'kijken naar elkaar' onder marktpartijen voortduurt, gebeurt er vrij weinig op de markt en is er in dat gebied sprake van stagnatie.

- ***De aanleg van een nieuwe breedbandstructuur brengt hoge kosten met zich mee***

De local loop vormt het meest kostbare gedeelte van het telecommunicatienetwerk, aangezien de infrastructuur hier zeer fijnmazig is. De local loop wordt niet met een grote groep mensen gedeeld, zoals de rest van het telefoon- en kabelnetwerk. De opbrengsten per aangelegde meter lijn zijn dus beperkt. Vervanging van dit fijnmazige kopernetwerk door glasvezelkabel vergt torenhoge investeringen. De totale kosten van de aanleg van glasvezel op de local loop worden door de Commissie Andriessen geschat op € 7,2 miljard. Ook alternatieven vergen hoge investeringen. De investeringen die benodigd zijn om de local loop voor breedbanddiensten geschikt te maken, kenmerken zich door een lange terugverdientijd. Investerings van dergelijke omvang zijn door de huidige private marktpartijen niet op te brengen. De gevestigde telecommunicatie- en kabelbedrijven verkeren momenteel financieel in moeilijke tijden en zijn nauwelijks in staat zelfstandig te investeren in nieuwe infrastructuur in de local loop.

Het vanuit Europa opgelegde liberaliseringsproces heeft in ons land de vooruitgang echter juist afhankelijk gemaakt van het investeringsgedrag van deze marktpartijen.⁶ De overheid dient zich zo ver mogelijk op afstand van de markt te houden. Om toch tot de benodigde investeringen te komen, moeten andere partijen als financier optreden of moet de overheid proberen zich door de mazen van de wet heen te manoeuvreren om zo op creatieve wijze overheidsfinanciering mogelijk te maken. Het toepassen van dit 'randen van de nacht' principe kan echter leiden tot protest van partijen die door dit overheidsoptreden gedupeerd kunnen raken.

- ***De sense of urgency voor omzet op korte termijn leidt tot 'cherry picking'***

De slechte economische toestand heeft ertoe geleid, dat de sense of urgency in de telecommunicatiesector met name ligt bij het genereren van geld, het aflossen van schulden en het hiermee zo positief mogelijk maken van de cashflow. De sense of urgency is sterk gericht op het genereren van geld ten behoeve van het aflossen van de opgelopen schulden en dus op korte termijn beleid. Investeerders begeven zich op dit moment dan ook alleen op die terreinen van de telecommunicatiemarkt waar veel data gegenereerd worden, zoals de grote bedrijventerreinen en kantoorgebouwen. Door de slechte ontwikkelingen in de telecommunicatiesector en de algemene malaise van de economie, willen bedrijven, indien zij investeren, alleen daar investeren waar zij er zeker van zijn dat zij een snelle ROI tegemoet zien, met andere woorden, daar waar hun investeringen rendabel zijn. Wanneer investeerders zich alleen wagen op de winstgevende delen van de markt, spreekt men ook wel van "cherry picking". Voor de winstgevende gebieden is dus nog wel een zekere interesse voor verglazing maar voor de positieve effecten op langere termijn op minder winstgevende locaties is geen sense of urgency en geen geld aanwezig. Voor een probleem dat over tien jaar pas speelt, is geen ruimte wanneer het management al geen zicht heeft op wat het bedrijf nu moet ondernemen om over tien jaar nog te kunnen bestaan.

2.5 De rol van de overheid binnen de ontwikkeling van breedband is kwestieus

De overheid wordt geconfronteerd met lastige vraagstukken omtrent haar rol in de ontwikkeling van breedband op het niveau van de local loop. Moet zij een prominente of ondergeschikte rol spelen binnen het proces? Moet zij actief of passief, proactief of reactief handelen?

⁶ Internetwitboek 2002-2006, 2001

- **Overheidsinterventie druist in tegen de liberaliseringsgedachte: de overheid bevindt zich tussen twee vuren**

Nederland is vanaf 1996 actief bezig met het liberaliseren van de telecommunicatiemarkt. Hierbij wordt zeer sterk de nadruk gelegd op het overlaten van de ontwikkelingen aan de markt. De overheid heeft hierbij heel bewust afstand gedaan van haar rol als *actieve* speler in de markt en heeft een toezichthoudende rol ingenomen om zijdelings de marktwerking in goede banen te leiden.

De overheid bevindt zich tussen twee vuren. Een snelle uitrol van breedband middels glasvezel, een ontwikkeling die de overheid voor de Nederlandse economie noodzakelijk acht, kan, gezien de huidige marktomstandigheden alleen met behulp van grote overheidssteun gerealiseerd worden. Het bieden van deze steun door de overheid druist echter rechtstreeks in tegen het door haar sinds 1996 gevoerde liberaliseringsbeleid en het EU beleid.

Om een revolutionaire ontwikkeling als de aanleg van een fijnmazig glasvezelnetwerk te bewerkstelligen, is kunstmatig ingrijpen van de overheid in het natuurlijke verloop van de markt noodzakelijk. De uitrol van glasvezel vereist grote (financiële) stimulering van de overheid om de markt in de gewenste richting te duwen. Deze overheidsinterventie roept, kort na de liberalisering van de telecommunicatiemarkt, vraagtekens op. De telecommunicatiemarkt heeft net een complex en ingrijpend veranderingsproces met de daarbijbehorende ontwikkeling van wet- en regelgeving doorstaan. Dit beleid is voortgekomen uit de opinie dat het beter is om de markt haar gang te laten gaan. Wanneer de overheid slechts enkele jaren later grootschalig wil ingrijpen in deze markt om een fijnmazig glasvezelnetwerk naar alle eindgebruikers te realiseren, riekt dit naar inconsequent overheidsbeleid. Deze handelswijze druist namelijk regelrecht in tegen de liberaliseringsgedachte die de overheid jarenlang heeft gepredikt. Wanneer zij echter besluit niet te interveniëren, loopt Nederland het gevaar op ICT gebied achter te gaan lopen ten opzichte van landen waar wel op grote schaal breedband wordt uitgerold. Zowel een zwalkend imago als verlies van de toppositie op ICT gebied zijn voor de overheid uiterst onwenselijk.

- **Is marktfalen een legitieme reden voor overheidsinterventie?**

Het tijdig inzetten van de ontwikkeling van het digitale hogesnelheidsnet is van grote betekenis voor de Nederlandse samenleving en economie. Dit komt onder andere door het feit dat diensten als e-government en electronic health care, teleleren en –werken hiermee mogelijk worden gemaakt.

Gezien de hoge maatschappelijke en economische waarde die in het algemeen aan de ontwikkeling van breedband wordt gehecht, lijkt, wanneer de markt op dit gebied faalt, marktinterventie door de overheid op het eerste gezicht gerechtvaardigd. Deze interventie vindt bijvoorbeeld op grote schaal plaats in andere landen (met name in Azië) waar het ingrijpen van de overheid op deze markten ook heeft geleid tot een grote uitrol van glasvezel. Dat de Nederlandse overheid dit voorbeeld om deze reden moet en kan volgen, is echter niet zo vanzelfsprekend.

Dat ‘marktfalen’ op het gebied van breedbandontwikkeling een maatschappelijk, economisch onderbouwd probleem is en niet slechts een probleemperceptie van de overheid, is in Nederland namelijk discutabel. En, in het verlengde hiervan, ook of het de overheid wel of niet is toegestaan om in de markt te interveniëren.

Of er daadwerkelijk sprake is van marktfalen, hangt af van verschillende factoren als de gekozen tijd en scope. Er is binnen Nederland wel degelijk sprake van een ontwikkeling richting hogere bandbreedte. Deze ontwikkeling vindt plaats in de vorm van een geleidelijke (evolutionaire) opschaling van bandbreedte in het tempo van de maatschappelijke vraag met parallel daaraan de ontwikkeling van diensten. Voorbeelden zijn de snelle groei van ADSL en de ontwikkeling van ADSL2 en ADSL2+. Indien “het op korte termijn realiseren van 10 Mbps naar elke eindgebruiker middels glasvezelkabel” als uitgangspunt wordt genomen, is er wellicht wel sprake van marktfalen. Maar zolang alternatieve mogelijkheden niet bekeken zijn, kan er

geen uitspraak gedaan worden over het al dan niet falen van de markt op het gebied van breedbandontwikkeling.

2.6 Doelverschuiving: de focus verschuift van doel naar middel

Zoals reeds eerder in dit hoofdstuk opgemerkt, bestaan er meerdere technologieën om breedband op het niveau van de local loop te verwezenlijken. Het grootschalig uitrollen van glasvezelnetwerken is een variant die in de huidige economische situatie en de benarde positie van de telecommunicatiebedrijven niet grootschalig van de grond komt. Van alternatieven voor de glasvezelvariant en stimulering van onderzoek naar deze alternatieven is in Nederland nauwelijks sprake. In landen als de Verenigde Staten en Korea daarentegen, wordt veelvuldig geëxperimenteerd met uiteenlopende technologieën die bandbreedtes van boven de 10 Mbps ondersteunen.

Het lijkt erop dat de overheid haar aanvankelijke doel uit het oog is verloren. Om een koppositie in de wereld op het gebied van ICT te bereiken, vormt *breedband en niet glasvezel* een belangrijke voorwaarde. Het doel van de overheid om kennis en inzicht te verwerven om de meest geschikte manier om *breedbanddiensten* naar het huis te kunnen realiseren, verschuift richting de realisatie van *glasvezel* naar ieder huis. Het implementeren van de gekozen oplossing is problematisch, waardoor het oorspronkelijke probleem uit het oog verloren is geraakt. Er is een nieuw probleem ontstaan, namelijk het niet naar wens verlopen van het implementatietraject van de gekozen oplossing. De focus ligt niet langer bij het oplossen van het aanvankelijke probleem maar bij het (koste wat het kost) implementeren van een fijnmazig glasvezelnetwerk. Deze implementatie is verworden tot een op zichzelf staand doel.

▪ **Nederland loopt belangrijke kansen mis door doelverschuiving**

De sterke focus van de Nederlandse overheid op de realisatie van glasvezel heeft ertoe geleid dat vruchtbare alternatieven niet tot bloei (hebben) kunnen komen. Op deze wijze loopt Nederland het gevaar dat alternatieve oplossingen die mogelijk flexibeler, goedkoper en beter op de Nederlandse situatie zijn afgestemd, niet worden opgemerkt of ontwikkeld, doordat men structureel de ogen gesloten houdt voor andere oplossingsmogelijkheden. Achteraf kan blijken, dat men de boot heeft gemist: het doel had tevens bereikt kunnen worden met minder kosten en inspanning en wellicht had een andere oplossingsrichting kunnen leiden tot een hogere mate van doelbereik.

Een ander gevaar is dat parallel aan de problematische implementatie van glasvezelnetwerken, andere oplossingsrichtingen zich verder hebben ontwikkeld, waardoor het moment van R.O.I. van de gekozen oplossing sterk in tijd opschuift. De alternatieve oplossing was wellicht op het moment van de aanvankelijke keuze voor een richting nog niet ver genoeg ontwikkeld om het hoofd te bieden aan de toekomstige behoefte aan bandbreedte maar kan in de loop der jaren wel tot een serieus substituuat zijn uitgegroeid. Door de fixatie op de gedane keuze is aan deze potentiële substituten echter slechts weinig aandacht besteed en is geen rekening gehouden met eventuele concurrentie vanuit deze hoek. Indien een andere oplossing voldoende substituuat biedt om in de behoefte van de vraag te voorzien en goedkoper kan worden aangeboden, bestaat het risico dat de investeringen in de geïmplementeerde oplossing nooit worden terugverdiend, omdat gebruikers uiteraard kiezen voor het goedkoopste alternatief.

2.7 Wettelijke beperkingen inzake overheidsinterventie

Ondanks het gevoerde liberaliseringsbeleid, wordt de uitrol van glasvezel voornamelijk vanuit de overheid ontwikkeld. Vanuit eindgebruikers en infrastructuurproviders komen geen tot weinig initiatieven voort. Projecten als SURFnet en Kenniswijk Eindhoven steunen in grote mate op subsidie van de overheid. De vraag is in welke mate dit juridisch toelaatbaar is. Ontwikkelingen vanuit de markt betreffen voornamelijk goedkopere alternatieven als Wi-Fi en ADSL.

▪ ***Toepassing van het Staatssteunregime***

Er bestaat op basis van de Europese richtlijnen een algemeen verbod op het geven van staatssteun. Niettemin kan er ook sprake zijn van toelaatbare staatssteun. In dat geval levert de steun geen strijd op met het mededingingsrecht. Of de geboden steun toelaatbaar is, zal door de Europese Commissie beoordeeld moeten worden, nadat het overheidsorgaan de geplande steun heeft aangemeld. Zolang gemaakte kosten echter één op één doorbelast worden aan de gebruikers en er geen soepeler regels voor de deelnemende partijen gehanteerd worden, zal het staatssteunregime niet van toepassing zijn.

In het geval van de aanleg van breedbandige netwerken, waarbij een lokale overheid als deelnemer is betrokken, kan er op verschillende manieren sprake zijn van staatssteun. Voorbeelden zijn:

- Het niet innen van precariobelasting op de (niet gebruikte of niet-openbare) breedbandige netwerken die (mede)eigendom zijn van overige deelnemende partijen;
- Bij volledige verwerving door de lokale overheid van de breedbandige netwerken het onder kostprijs van verwerving en onderhoud verstrekken van eigendom van deze netwerken aan de deelnemende partijen of aan partijen buiten het samenwerkingsverband;
- Het onevenredig meer bijdragen in de kosten van de verwerving en onderhoud van de netwerken dan de overige deelnemende partijen.

Wanneer door staatssteun de concurrentie op een markt wordt verstoord, kan deze steun- ook in gevallen van relatief onbeduidende steunmaatregelen- wel degelijk onder het verbod op staatssteun vallen. Met name in sterk concurrerende markten kan elke steun, hoe klein ook, de ontvangende onderneming een voorsprong verschaffen ten opzichte van haar concurrenten.

In het geval van deelname door SURFnet in het samenwerkingsverband zou sprake kunnen zijn van staatssteun. Dit zal het geval zijn als de besteding van de subsidies die SURFnet ontvangt op eenzelfde wijze ingezet worden als de hierboven beschreven voorbeelden met betrekking tot handelen van een lokale overheid en niet alleen voor de realisering van haar eigen doel (aansluiting van instellingen).

De visie van de Expertgroep Breedband als neergelegd in het rapport 'Nederland Breedbandland' zou door partijen die beschikken over een fijnmazig telecommunicatienetwerk met argusogen kunnen worden gezien. Deze partijen zouden kritisch kunnen zijn omtrent directe financiële betrokkenheid van de overheid bij het verwerven van een lokaal breedbandig telecommunicatienetwerk, gelet op de aanzienlijke investeringen die deze partijen (zonder overheidssteun) hebben gedaan, waardoor er sprake kan zijn van een verstoring van de concurrentieverhoudingen. Het wetsvoorstel voorziet terzake in een procedure bij de NMa.⁷

▪ ***Onduidelijkheid over de impact van op handen zijnde wet- en regelgeving***

Wanneer er nieuwe wetgeving op handen is die wellicht betrekking heeft op belangrijke en risicovolle beslissingen van partijen, worden deze beslissingen veelal uitgesteld. Partijen weren het risico hun gevoerde beleid met terugwerkende kracht terug te moeten draaien of het vervolg van het beleid niet meer te kunnen uitvoeren. Vragen die bij marktpartijen kunnen rijzen zijn bijvoorbeeld:

- Wat is nu en in de toekomst de invloed van de huidige en nieuwe Telecommunicatiewet en Mededingingswet op breedbandinitiatieven?
- Zijn de geplande initiatieven nog mogelijk binnen nieuwe EU wetgeving en op welke punten kunnen beperkingen te verwachten zijn?
- Is het mogelijk dat gedane investeringen door vooralsnog onbekende onrechtmatigheid niet kunnen leiden tot de gewenste vormgeving van de infrastructuur of inrichting van het waardenetwerk?

Op dit moment zijn er twee wetten in ontwikkeling die een belangrijke impact kunnen hebben op nieuwe en bestaande ontwikkelingen in de telecommunicatiesector.

⁷ Sickinghe, 2002

- **Nieuwe Europese Richtlijnen**

Een eerste wet die op handen is, is de nieuwe Europese Telecommunicatiewet. De Europese Commissie heeft de huidige ONP richtlijnen herzien. Deze richtlijnen moeten officieel vóór 25 juli 2003 in de Nederlandse Telecommunicatiewet zijn geïmplementeerd, maar de huidige verwachting ligt wegens vertragingen in 2004. De nieuwe richtlijnen richten zich op de bevordering van concurrentie in de elektronische communicatiesector. Op 18 juni 2002 heeft de Europese Raad van Ministers vijf nieuwe richtlijnen aangenomen die in de plaats komen van de huidige ONP richtlijnen. Door het Ministerie van Verkeer en Waterstaat wordt gewerkt aan de implementatie van de nieuwe Europese regels in de Nederlandse wetgeving.

Een belangrijke wijziging in deze wet is een verandering in de terminologie. In de huidige wet wordt een onderscheid gemaakt tussen 'telecommunicatienetwerken' en 'omroepnetwerken.' Bij deze terminologieën werd uitgegaan van een koppeling tussen diensten en netwerken. Breedbandnetwerken zijn echter dienstenneutraal, wat betekent dat verschillende typen diensten (telefonie-, omroep-, data-, etc.) over hetzelfde netwerk getransporteerd kunnen worden. Het is bij breedbandnetwerken niet duidelijk of het om een telecommunicatie- en/of omroepnetwerk gaat, hetgeen verwarring schept over welke wetten wel en welke niet van toepassing zijn op breedbandnetwerken. Om dit soort problemen in de toekomst te voorkomen is er in de nieuwe wet gekozen voor de dienstenneutrale definitie 'elektronisch communicatienetwerk'. Door deze definitie wordt de toepassing van de Telecommunicatiewet verruimd. Zo worden onder de nieuwe wet ook datanetwerken gereguleerd, hetgeen onder de oude wetgeving niet het geval was.

- **Wetsvoorstel Markt en Overheid**

Een tweede wet in wording is de wet "Regels omtrent marktactiviteiten van overheidsorganisaties en omtrent ondernemingen die van overheidswege over een bijzondere positie beschikken" beter bekend onder de namen "Wet markt en overheid" of "Wet van Cohen". Klachten van ondernemers over oneerlijke concurrentie door overheden en organisaties met een band met de overheid hebben de aanleiding gevormd voor het ontwikkelen van een wetsvoorstel dat de interventie van de overheid op de markt aan banden legt. Met dit wetsvoorstel wordt beoogd "...een zo gelijk mogelijke concurrentieverhouding tussen enerzijds overheidsorganisaties en ondernemingen met een van overheidswege verleende bijzondere positie en anderzijds (andere) particuliere ondernemingen tot stand te brengen. Meer gelijke concurrentieverhoudingen tussen marktpartijen voorkomt oneerlijke concurrentie op de markt."⁸

De Wet Markt en Overheid stelt regels aan de toetreding tot de markt door overheidsorganisaties. De regels zijn van toepassing wanneer een overheidsorganisatie marktactiviteiten gaat verrichten of wanneer zij een overheidsbedrijf opricht. Daarnaast stelt de wet regels aan het gedrag op de markt van overheidsorganisaties, onderzoeksinstituten en ondernemingen met een uitsluitend of bijzonder recht. Met deze regels wordt de positie van de particuliere ondernemer verbeterd om zich te weren tegen (mogelijk) negatieve effecten van marktactiviteiten door deze organisaties.

Partijen dienen rekening te houden met de gevolgen die de komst van nieuwe wetten (met terugwerkende kracht) op hun ondernomen initiatieven kan hebben. Verduidelijking inzake het regelgevend kader kan bijdragen aan initiatieven van de marktzijde.

2.8 Samenvatting en conclusie

Dit hoofdstuk heeft inzicht gegeven in de belangrijkste problemen rond de grootschalige uitrol van breedband in Nederland. Uiteenlopende onzekerheden voor marktpartijen, onvoldoende toepassingen, te weinig digitale vaardigheden bij eindgebruikers, een slecht economisch klimaat en twijfels over de interventie van de overheid, dragen onder andere bij aan een stagnatie van grootschalige uitrol van breedband binnen Nederland. De facto standaarden,

⁸ Tweede Kamer, 28050, nr.3

stimulering van de gebruikerskant van buitenaf en doorzichtig overheidsbeleid kunnen onder andere bijdragen aan het verminderen van deze onzekerheden.

Ook het ontbreken van helder inzicht in het wettelijke kader werkt drempelverhogend voor potentiële investeerders. Partijen dienen rekening te houden met de gevolgen die de komst van nieuwe wetten (met terugwerkende kracht) op hun ondernomen initiatieven kunnen hebben. Verduidelijking inzake het regelgevend kader kan bijdragen aan initiatieven van de marktzijde.

Daarnaast hebben de huidige partijen onvoldoende inzicht in welke partijen zich binnen het netwerk bevinden en wat de afhankelijkheden, doelen en middelen van de andere partijen zijn. Als voor partijen niet duidelijk is welke rol zij gaan spelen in een ontwikkelingsproces en met welke actoren zij te maken zullen krijgen, dan leidt dit bij deze partijen tot grote onzekerheden, hetgeen de investerings- en deelnamebereidheid van partijen sterk kan verminderen. Intensieve samenwerking tussen alle partijen binnen het netwerk verhoogt het inzicht in de onderlinge afhankelijkheden en is daarom noodzakelijk voor de realisatie van een breedbandige infrastructuur over de local loop.

Wanneer de markt onzeker is en de economische situatie verslechtert, willen partijen alleen investeren wanneer een ROI binnen 2 à 3 jaar gegarandeerd is en het risico minimaal is. Het is op korte termijn gunstiger voor deze financieel zwakke partijen om op hun reeds gedane investeringen rendement te behalen dan grootschalig te investeren in een potentiële toekomstige inkomensbron op lange termijn. Er is op dit moment met andere woorden geen 'momentum' om grootschalige en risicovolle investeringen te doen die een lange ROI en veel onzekerheid met zich meebrengen.

De aanleg van een glasvezelnetwerk vergt echter zeer hoge investeringen met een ROI van circa 20 jaar, waardoor de kans op initiatief en realisatie van de markt gering is. Het advies van de Expertgroep Breedband om op grote schaal in Nederland een glasvezelnet uit te rollen is dus waarschijnlijk niet op het juiste moment gelanceerd. Een dergelijk project vergt teveel geld en risico van bedrijven die op dit moment een risicowerende houding en geen kapitaal hebben.

Om de ontwikkeling van breedband te versnellen, dient gezocht te worden naar alternatieve oplossingen die beter aansluiten bij de 'natuurlijke' marktontwikkeling, minder drempels ondervinden bij de betrokken partijen en minder interventie van de overheid vereisen.

Ondanks signalen uit de markt die erop wijzen dat in Nederland op dit moment een alternatieve, minder risicovolle methode om breedband te ontwikkelen wellicht meer geschikt is dan het aanleggen van een glasvezelnetwerk, ligt de Nederlandse focus echter hoofdzakelijk bij deze variant. Het doel van de overheid om kennis en inzicht te verwerven om de meest geschikte manier om *breedbanddiensten* naar het huis te kunnen realiseren, verschuift richting de realisatie van *glasvezel* naar ieder huis. Nederland loopt hierdoor het gevaar dat alternatieve oplossingen die mogelijk flexibeler, goedkoper en beter op de Nederlandse situatie zijn afgestemd, niet worden opgemerkt of ontwikkeld.

Hoofdstuk 3 De integratie van wetenschappelijke theorieën

In het vorige hoofdstuk zijn verschillende aspecten van de Nederlandse breedbandmarkt genoemd die in meer of mindere mate in oorzakelijk verband staan met een te traag verlopend ontwikkelingsproces van breedband in Nederland. Om te kunnen begrijpen hoe dit oorzakelijk verband in elkaar zit, is het noodzakelijk om te begrijpen hoe het ontwikkelingsproces van breedband verloopt.

3.1 Technologische innovaties

Deze paragraaf geeft inzicht in de factoren die bepalen of een interactief medium dat in een gemeenschap geïntroduceerd is, wel of geen grootschalige uitrol bereikt. Alvorens verder te gaan met de beschrijving van het ontwikkelingsproces van interactieve media, wordt eerst het begrip 'innovatie' nader beschouwd.

3.1.1 Het begrip 'innovatie'

Een 'innovatie' is 'het invoeren van iets nieuws of 'een vernieuwing'.¹ Een innovatie is ook te beschrijven als "een met succes op de markt gebrachte uitvinding".² Innovaties zijn veelal verschillende combinaties van vernieuwingen in technologie, organisatie en bijbehorende markten, vormen belangrijke drijvende krachten in de economische groei en spelen een dominante rol bij het concurrentie- en aanpassingsvermogen van individuele organisaties. Innovaties zijn niet af te dwingen door massaal te investeren in onderzoek en ontwikkeling maar zijn eerder complexe zoek- en selectieprocessen waarbij veel verschillende spelers en disciplines betrokken zijn. Een vernieuwing komt vaak interactief tot stand, dat wil zeggen door een samenspel tussen aanbieders (van de vernieuwing) en partijen die behoefte hebben aan een (vaak vernieuwende) oplossing voor een probleem. Het succes van een innovatie staat of valt vaak met de betrokkenheid van de gebruikers.³

3.1.2 De groeicyclus van interactieve media

Iedere technologische innovatie doorloopt (een deel van) een proces in de tijd. Dit proces is onderverdeeld in vier fasen en wordt in algemene economische termen aangeduid met de term 'groeicyclus van een innovatie'. De cyclus begint met het introduceren van een innovatie. Deze eerste periode, die gekenmerkt wordt door een langzame startende groei, heet de introductiefase. In de hierop volgende fase, de expansiefase, slaat de innovatie aan bij het publiek en maakt de afzet een stormachtige periode door als gevolg van lagere kosten, het wegvallen van drempelangst en technische verbeteringen. Hierna volgt de verzadigingsfase, waarin de afzet nog wel groeit, maar in afnemende mate. Uiteindelijk treedt de fase van stagnatie van de groei op.⁴

Communicatienetwerken, en dus ook breedbandige toegangsnetwerken, vallen onder de categorie 'interactieve media'. Interactieve media zijn technologieën die multidirectionele communicatie faciliteren. In het algemeen nemen de voordelen van gebruik van een interactief medium toe met het aantal mensen dat gebruik maakt van het medium. Hierdoor ondergaat de expansiefase een extra snelle groei. Bij iedere additionele gebruiker worden de voordelen van het gebruik weer hoger, hetgeen de groei doet versnellen. De adoptiecurve van innovaties van interactieve media verloopt hierdoor steiler dan die van reguliere innovaties. Dit is

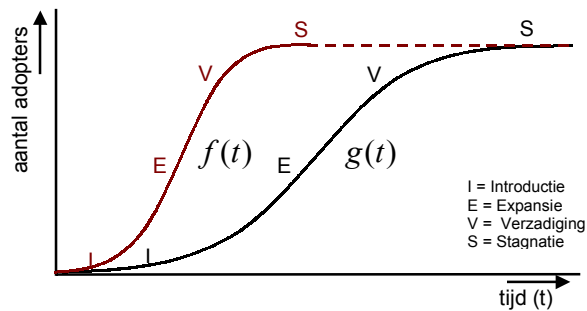
¹ Kramers woordenboek Nederlands. Elsevier, 19^e druk 1987

² <http://www.dialogic.com>

³ idem

⁴ Van Gent en Bergeijk, 1997

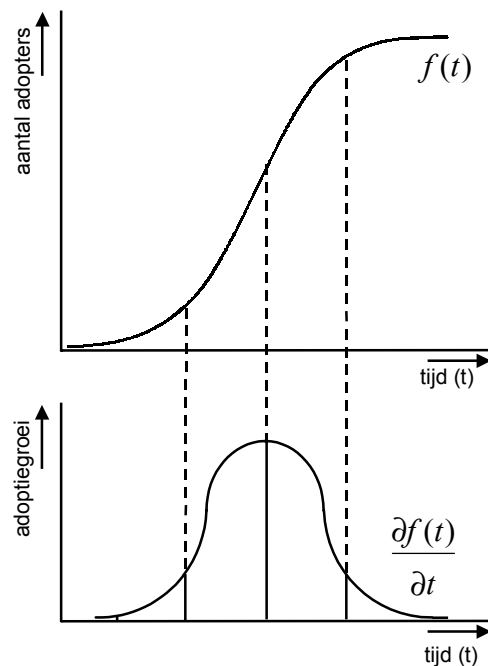
gevisualiseerd in figuur 3.1. In deze figuur geeft $f(t)$ de functie weer van een interactieve innovatie en $g(t)$ van een reguliere innovatie.



Figuur 3.1: Adoptiecurves van een interactief medium - $f(t)$ - en reguliere innovaties - $g(t)$

3.1.3 De relatie tussen adoptiesnelheid (S-curve) en versnelling (Bell-curve)

Rogers (1995) definieert adoptiesnelheid als “de relatieve snelheid waarmee een innovatie geadopteerd wordt door leden van een sociaal systeem.” De adoptiesnelheid wordt meestal gemeten als het aantal individuen dat in een bepaalde periode een nieuw idee adopteert. De wiskundige afgeleide van de adoptiecurve is de adoptiesnelheid. Vanwege de vorm wordt de curve van deze afgeleide ook wel aangeduid als ‘bell curve’. Het verband tussen de grafieken van het aantal adopters van een innovatie van een interactief medium en de adoptiesnelheid is weergegeven in figuur 3.2.



Figuur 3.2: Aantal adopters en adoptiegroei

3.1.4 Universele toegang: collectieve toegang komt voort uit individuele adoptie

Wil een communicatiemedium interessant zijn om te gebruiken, dan is het noodzakelijk dat er veel mensen toegang hebben tot dit medium. Het optimale voordeel van het medium wordt bereikt wanneer iedereen met iedereen via het medium kan communiceren. Wanneer dit het geval is, is er sprake van universele toegankelijkheid van het medium. Wanneer het doel is om

grootschalig gebruik van het medium te bereiken, zal men moeten streven naar universele toegang, zodat adoptie van het medium voor potentiële gebruikers zo interessant mogelijk is.

Universele toegang is te beschouwen als de som van de individuele toegang van elk lid van een gemeenschap. Voordat universele toegang binnen een gemeenschap kan ontstaan, moet ieder individu uit deze gemeenschap dus besluiten om het medium te adopteren. De individuen die een interactief medium adopteren voordat universele toegang is bereikt, ondervinden niet het optimale voordeel van deze adoptie maar wel de hoge kosten die het dupliceren van communicatiekanalen met zich meebrengt. Wanneer een individu moet besluiten of hij een medium wel of niet gaat gebruiken, is het vanuit dit individu beredeneerd, dus zeer waarschijnlijk om te besluiten dit niet te doen, tenzij een voldoende groot aantal communicatiepartners het al in gebruik heeft. De vragen die Markus (1990) met betrekking tot deze kwestie stelt, zijn, ten eerste of het mogelijk is om voldoende mensen te vinden die bereid zijn om het voortouw te nemen in adoptie van een nieuw geïntroduceerd interactief medium en ten tweede onder welke voorwaarden de adoptie zich zal verspreiden onder de rest van de gemeenschap. Het uiteindelijke doel (universele toegang tot het medium) is weliswaar een eigenschap van een gemeenschap, maar de beslissingen die leiden tot de uiteindelijke verwezenlijking van dit doel, worden genomen door individuen.

3.1.5 De technology adoption life cycle

Om uit te leggen hoe en wanneer een nieuwe geïntroduceerd interactief medium zich verspreidt onder alle leden van een gemeenschap, vormt de 'diffusion of innovations' theorie (Rogers, 1983) een logisch uitgangspunt. De theorie van Rogers beschrijft het verloop van de levenscyclus van technologieën, wanneer adoptie van deze technologieën plaatsvindt door specifieke groepen gebruikers en hoe de overgang tussen deze groepen verloopt. De diffusion of innovations theorie is een specificatie van de algemene economische groeicyclus (zie 3.1.2).

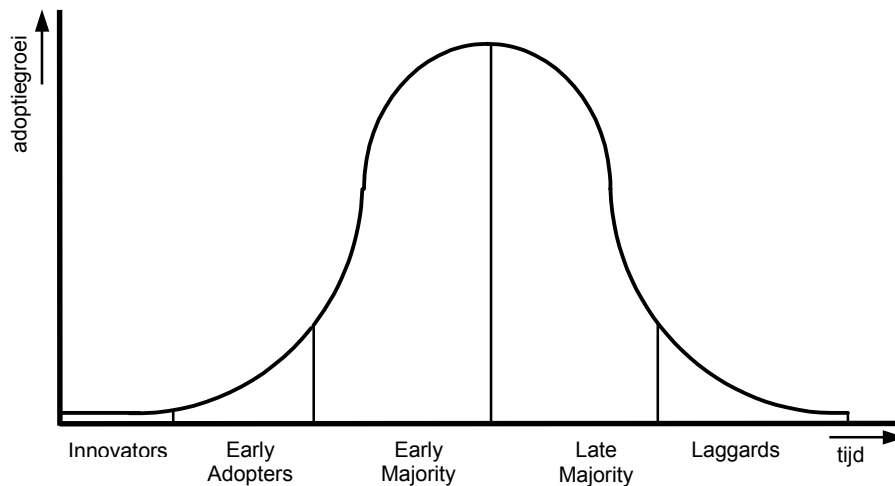
De levenscyclus van technologieën begint bij technologische innovaties. Er komt meer bandbreedte beschikbaar, betere apparatuur of meer opslagcapaciteit. Deze innovatie speelt zich af in technische instituten en testomgevingen. De zogenaamde '*innovators*' zijn enthousiast over het product om zijn architectuur maar niemand anders kan uitvinden hoe hij ermee om moet gaan. Na een periode van innovatie in laboratoriumopstelling volgt de reactie op de nieuwe innovatie: men ontdekt een nuttige toepassingsmogelijkheid van de nieuwe technologie. Op het moment dat het product voor gebruik beschikbaar is, is er sprake van fysieke toegankelijkheid. De periode tussen de technologische innovatie en fysieke toegankelijkheid kan sterk variëren in de tijd. De toepassingen worden nu lange tijd in testomgevingen gedraaid en voornamelijk geadopteerd door de '*early adopters*'. Deze groep mensen bestaat uit voorlopers in de maatschappij. Zij beschikken over kennis en vaardigheden op het gebied van de nieuwe innovatie. De mensen die in een vroegtijdig stadium een innovatie adopteren, doen dit omdat zij of de innovatie meer nodig hebben dan anderen of omdat zij er voordelen mee kunnen behalen die voortkomen uit het vroegtijdige gebruik. Dit kunnen 'first mover advantages' zijn maar ook het zo langdurig en intensief mogelijk kunnen gebruiken van een bepaalde techniek.

3.1.6 Diffusie van een innovatie

Nadat de early adopters de innovatie zijn gaan gebruiken, komt er een periode waarbinnen de volgende groep in de levenscyclus, de '*early majority*', toekijkt om te zien hoe het medium zich ontwikkelt. De innovatie verspreidt zich wanneer deze groep de early adopters gaat imiteren om de door deze groep gemaakte winsten zelf ook te kunnen maken of met de early adopters gaat communiceren en door hen bewogen wordt tot adoptie. Bij personen die behoren tot de early majority, wordt hun persoonlijke besluit dus beïnvloed door het besluit van anderen die al tot adoptie zijn overgegaan. Goede referenties vormen hierbij een kritieke factor in de koopbeslissingen. De enige personen die deze referenties kunnen leveren zijn de early adopters. Zij vormen immers de enige groep die al ervaring heeft opgedaan met de nieuwe technologie en zodoende geschikt is als informatiebron voor de early majority.

De early adopters hebben hun besluit om een innovatie wel of niet te adopteren, in tegenstelling tot de early majority, op een onafhankelijke basis genomen. Dit betekent dat zij hun besluit niet laten afhangen van het feit dat een andere gebruiker de technologie wel of niet adopteert.

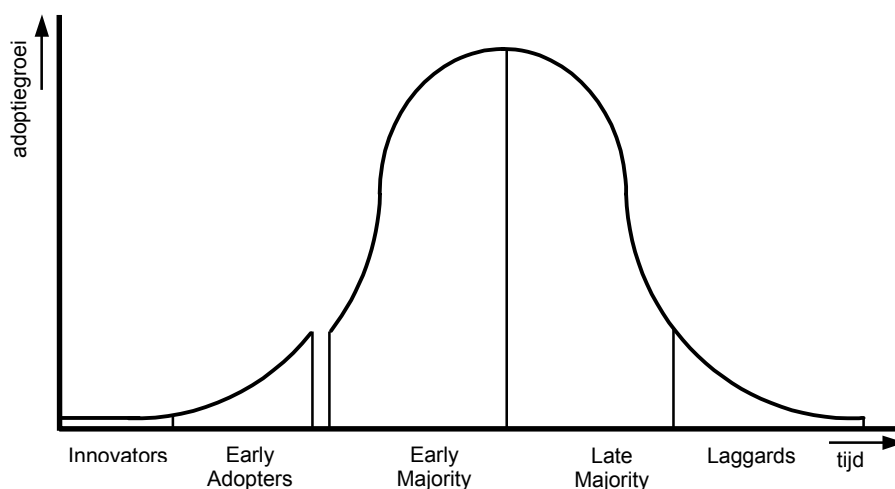
Er is dus sprake van een onderlinge afhankelijkheid tussen adoptiebeslissingen van individuen, waarbij de latere adopters worden beïnvloed door de eerdere maar niet vice versa. Dit verschil tussen de early adopters en de early majority, duidt op het bestaan van een 'kloof' tussen beide adoptiegroepen.



Figuur 3.3: De technology adoption life cycle van Rogers: vijf groepen gebruikers

3.1.7 De kloof tussen early adopters en early majority

De kloof die bestaat tussen de early adopters en de early majority wordt gevormd door een belangrijk verschil tussen deze groepen, waardoor de early adopters geen goed referentiekader vormen voor de early majority vormen. Dit verschil zit hem ten eerste in het feit dat latere adopters de mening van eerder adopters meenemen in hun keuze om het medium wel of niet te adopteren, terwijl early adopters dit op onafhankelijke basis doen. Een tweede verschil ligt in het feit dat beide adoptiegroepen hele verschillende verwachtingen van de technologie hebben. De early adopters verwachten geen volwassen product bij hun aanschaf maar een radicale discontinuïteit tussen de oude manieren en de nieuwe. Tevens zijn ze voorbereid op de onvermijdelijke mankementen die gepaard gaan met iedere innovatie die net op de markt is verschenen. De early majority wenst daarentegen een redelijk volwassen technologie die evolutionair is en nauw aansluit op het huidige systeem en een productiviteitsverbetering biedt voor bestaande handelingen.

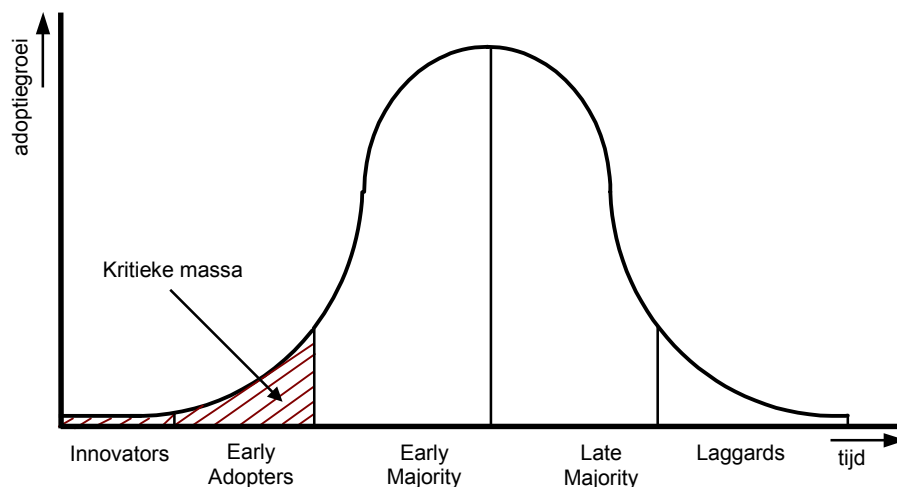


Figuur 3.4: De kloof tussen early adopters en early majority

Om hun keuze voor adoptie van een innovatie zinvol af te kunnen stemmen op de referenties van andere gebruikers, dienen deze wel dezelfde verwachting te hebben van de innovatie. De enige geschikte referentie voor een lid uit de early majority is hierom een ander lid uit de early majority. Het probleem hierbij is echter dat geen enkel lid van de early majority het product zal kopen, voordat het een aantal positieve reacties heeft vernomen uit zijn directe referentiegroep die waarschijnlijk geen of slechts weinig early adopters bevat.

3.1.8 De kritieke massa theorie: van innovatie naar acceleratie

Zoals in paragraaf 3.1.6 uiteengezet, is de adoptie van (nieuwe) media door latere gebruikers afhankelijk van de aanwezigheid van andere gebruikers. Alleen bij de aanwezigheid van voldoende gebruikers zal een volgende gebruiker zich aandienen.⁵ Zoals reeds eerder beschreven, vergt het adopteren van een innovatie in het begin van de adoptiecyclus meer van de adopters dan dat zij er voor terugkrijgen. Dit leidt tot het dilemma dat een kleine groep leden van een sociaal systeem grote investeringen moet doen in de realisering van een collectief goed zonder dat deze groep de zekerheid heeft dat anderen dat ook doen. Deze groep initiële investeerders speelt een belangrijke rol bij de ontwikkeling van een technologie. Op het moment dat zoveel initiële investeerders de technologie hebben geadopteerd, dat het ook voor de andere leden van het sociale systeem de moeite waard wordt om te gaan investeren, is de 'kritieke massa' bereikt. Wanneer de kritieke massa bereikt is, dalen de kosten en groeien de voordelen, waardoor commercieel aanbod mogelijk wordt. Wanneer commercieel aanbod mogelijk is, zullen steeds meer mensen in de maatschappij de techniek adopteren, waardoor het gebruik steeds aantrekkelijker wordt. De toename in het aantal gebruikers veroorzaakt een grote versnelling in de adoptiegroei. Binnen het diffusiemodel gaat het hier om het punt waar het diffusiemodel accelereert en de S-curve plotseling steiler wordt. In de bell curve wordt de kritieke massa gevormd door het oppervlak onder de curve tot het eerste buigpunt. In onderstaande figuur is de kritieke massa binnen het adoptiemodel gearceerd weergegeven.



Figuur 3.5: Kritieke massa binnen het adoptiemodel

Het centrale probleem bij het creëren van een kritieke massa (van diensten en gebruikers) is dat zolang de kritieke massa nog niet bereikt is, het niet interessant is om het medium te adopteren. Voor gebruikers is het niet interessant, omdat zij maar met weinigen kunnen communiceren via het nieuwe medium. Voor diensten- en infrastructuurproviders is het tevens niet interessant, aangezien het gebruik van het medium en de diensten nog minimaal is en dus weinig oplevert. Bij communicatietechnologieën speelt dit aspect extra sterk, doordat het gebruik met een factor 2 toeneemt met het aantal gebruikers. Door dit interactieve karakter van het medium, wordt door iedere gedane investering in een medium, dit medium weer aantrekkelijker voor anderen om in te investeren (groeiende meeropbrengsten).

⁵ Van de Wijngaert, 2001

3.1.9 Operationele toegang

De vraag die nu rijst is hoe de kritieke massa bereikt kan worden. Oliver et al. (1985) noemen *operationele toegang* als tweeledige randvoorwaarde voor het bereiken van de kritieke massa:

1) *Beschikbaarheid over apparatuur, zowel infrastructuur als access devices*

De meeste interactieve media vereisen een infrastructuur. Iedere gebruiker van een interactief medium moet exclusief of gemeenschappelijk gebruik kunnen maken van één of meer access devices, zoals een computer of een telefoon.

2) *Het verrichten van moeite/ inspanningen, waaronder het verkrijgen van de benodigde kennis*

Iedere gebruiker moet de kennis en vaardigheden aanleren om het medium te gebruiken of een tussenpersoon aanstellen om dit voor hem te doen.

Oliver et al. (1985) noemen zeven factoren die de kans op het bereiken van de kritieke massa van het medium verhogen of juist verlagen. Wanneer de kritieke massa bereikt is, zal de adoptie versnellen, hetgeen vervolgens kan leiden tot universele toegang van het medium. Deze factoren zijn in onderstaande tabel bijeengebracht.

Tabel 3.1: Factoren die van invloed zijn op het bereiken van de kritieke massa

Factor		Relatie met de kans om de kritieke massa te bereiken: Een toename van de factor...
1	Investeringskosten die verlangd worden van early adopters voor de opbouw van het medium	verlaagt de kans
1a	De eisen die een interactief medium stelt aan de vaardigheden en inspanning van adopters	verlaagt de kans
1b	De kosten van de apparatuur die door de vroege gebruikers van een interactief medium gedragen moeten worden	verlaagt de kans
2	Heterogeniteit van interesses en belangen onder de leden van een gemeenschap	verhoogt de kans
2a	De mate waarin mensen kennis nodig hebben die bij andere leden van de gemeenschap aanwezig is (taak interdependentie)	verhoogt de kans
2b	Concentratie van kennis binnen gemeenschappen	verhoogt de kans
2c	Geografische verspreiding van het medium	verhoogt de kans

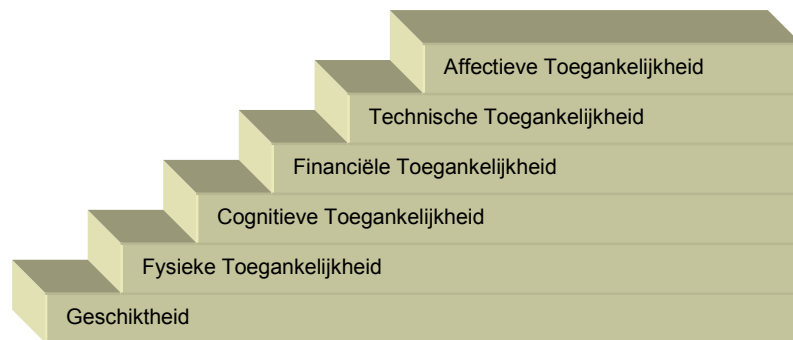
Uit de tabel komt naar voren, dat drie van de genoemde factoren specifiek betrekking hebben op een gemeenschap (2, 2a, 2b) en drie specifiek op individuen (1, 1a, 1b). Deze individuele factoren dragen bij aan de kans dat een individu besluit een medium wel of niet te adopteren. Wanneer voldoende individuen de keuze maken dit wel te doen, kan de kritieke massa bereikt worden. Dergelijke individuele afwegingen van actoren om een medium wel of niet te adopteren, worden ook beschreven in mediakeuzetheorieën. Om het inzicht in de individuele keuzevorming voor een medium te vergroten, is het interessant om ook deze theorieën te bestuderen en vervolgens te zoeken naar parallellen tussen mediakeuzetheorieën en de kritieke massa theorieën.

3.2 Mediakeuzetheorieën: Het 6-Drempelmodel

3.2.1 De keuze voor een medium

Wat bepaalt de keuze van een gebruiker om het ene of het andere transmissiemedium of de ene of de andere transmissietechnologie te adopteren? Er is een aantal mediakeuzetheorieën dat de relatie behandelt tussen de kenmerken en de taak van het medium. De theorieën behandelen de vraag welke taken met behulp van welke media het beste kunnen worden uitgevoerd. Het belangrijkste uitgangspunt van mediakeuzetheorieën is het contingentieparadigma. Hierin wordt uitgegaan van het idee dat zaken die op elkaar afgestemd zijn (een goede match of fit hebben) effectief en efficiënt kunnen functioneren.⁶ Het is zinvol om deze theorieën toe te passen op de in dit rapport gestelde problematiek, omdat zij inzicht kunnen verschaffen in de redenen waarom vraag naar breedbandige media niet grootschalig van de grond komt.

Er bestaan bepaalde voorwaarden waaronder adoptie en gebruik van een medium tot stand komen. Bouwman e.a. (1996)⁷ spreken in deze context over 'barrières' en Van Dijk (1997)⁸ over drempels. Van de Wijngaert (2001) benoemt in haar 3-Drempelmodel fysieke toegankelijkheid, affectieve toegankelijkheid en geschiktheid van het medium als de drie voorwaarden voor mediagebruik die samenhangen met deze drempels. Bouwman et al.⁹ onderscheiden vier drempels. Zij benoemen naast fysieke toegankelijkheid tevens financiële, technische en cognitieve toegankelijkheid. De modellen van Bouwman en Van de Wijngaert overlappen gedeeltelijk en vullen elkaar tevens aan. Aangezien de drempels uit beide modellen zinvol zijn om de stagnatie te verklaren, is in dit onderzoek niet voor één van beide modellen gekozen maar voor een samensmelting van beide modellen. Door samenvoeging van beide modellen ontstaat een zogenaamd '6-Drempelmodel'. Dit model is gevisualiseerd in figuur 3.6.



Figuur 3.6: Het 6-Drempelmodel

3.2.2 Geschiktheid van het medium

Om de vraag te kunnen beantwoorden of toepassing van een bepaald medium haalbare en wenselijke opties biedt voor het dragen van breedband over de local loop, moet gekeken worden naar de geschiktheid van het betreffende medium voor de beoogde informatie- of communicatie over dat medium. De mate van geschiktheid hangt af van de gecompliceerdheid van de boodschap die met het medium overgebracht moet worden en van de eigenschappen van het medium. Onder andere de verschillende karakteristieke eigenschappen van deze media bepalen de mate van geschiktheid.

⁶ Van de Wijngaert, 2001

⁷ Bouwman et al., 1996

⁸ Van Dijk, 1996

⁹ Bouwman et al., 1996, p.33-35

Een andere factor die medebepalend is, is de mate van synchroniteit en plaatsafhankelijkheid die aan moet sluiten bij het type communicatie. Communicatie is synchroon¹⁰, wanneer meerdere partijen tegelijkertijd communiceren, hetgeen het geval is bij telefonie, en tele- of videoconferencing. Indien de communicatie na elkaar verloopt, zoals bij e-mail, is er sprake van asynchrone communicatie. Plaatsafhankelijke communicatie heeft als eigenschap dat de communicerende partijen zich op dezelfde plaats bevinden gedurende de communicatie (een face-to-face gesprek); plaatsonafhankelijke communicatie bezit deze eigenschap niet (tele- of videoconferencing, e-mail, fax). Een medium is geschikt voor een bepaald type communicatie, wanneer dit medium voldoet aan de eisen die een goede kwaliteit van deze communicatie aan een medium stelt.

3.2.3 Het begrip toegankelijkheid

Nadat bepaald is welke media geschikt zijn voor het overdragen van de gewenste dienst, gaat het om de vraag welke media voor iemand met een bepaalde vraag in een bepaalde situatie toegankelijk zijn. Of en wanneer een medium gebruikt wordt, is afhankelijk van de toegankelijkheid van het medium voor partijen die de informatie willen overdragen. Toegankelijkheid wordt beïnvloed door de mogelijkheden van de gebruiker om bepaalde inspanningen te verrichten en door de mogelijkheden van de aanbieder om de benodigde inspanning zo gering mogelijk te houden.

De eerste barrière, geschiktheid van het medium, is reeds behandeld. De overige vijf barrières zijn verschillende vormen van toegankelijkheid. Alvorens in te gaan op deze verschillende vormen, volgt eerst een uiteenzetting van het begrip 'toegankelijkheid' in de literatuur.

3.2.4 Toegankelijkheid in de literatuur

Auster en Choo omschrijven toegankelijkheid in 1993 als *“een subjectieve perceptie van de gebruiker over de mate waarin hij problemen ondervindt bij het verkrijgen van informatie.”* Deze gebruikersgeoriënteerde definitie is tevens bekend onder de naam 'network literacy'. McLure definieert dit begrip als *“... the ability to identify, access and use electronic information from the network.”*¹¹ Volgens McLure valt network literacy uiteen in drie andere soorten van literacy, namelijk:

- *Computer literacy*: de benodigde basisvaardigheden om gebruik te maken van computersoftware;
- *Media literacy*: de vaardigheden waarmee mensen de betekenis van beelden, woorden en geluid kunnen begrijpen, produceren en interpreteren;
- *Information literacy*: de vaardigheden om informatie effectief te lokaliseren, verwerken en gebruiken, ongeacht het medium en de vorm waarop de informatie is opgeslagen.

In het geval van informatie- en communicatie technologie, is network literacy de meest geschikte term voor een gebruikersgeoriënteerde definitie van toegankelijkheid. Toegankelijkheid wordt echter niet alleen beïnvloed door de gebruikerskant maar ook door de aanbiederskant. Naast de mogelijkheden van de gebruiker om bepaalde inspanningen te verrichten, wordt toegankelijkheid ook beïnvloed door de mogelijkheden van de aanbieder om de benodigde inspanning zo gering mogelijk te houden. In elke fase van de informatieketen beschikt de aanbieder over sturingsinstrumenten om de barrières voor de gebruiker zo laag mogelijk te houden.¹² Een nadere beschouwing van deze instrumenten komt aan de orde in hoofdstuk 6. In de volgende sub-paragrafen volgt een toelichting op de vijf vormen van toegankelijkheid.

¹⁰ De term synchroon duidt hier niet op het elektrotechnische begrip SDH (synchronous transfer mode)

¹¹ McLure 1993, p.138

¹² Bouwman et al., 1996, p.32-33

3.2.5 Fysieke toegankelijkheid

Voordat een gebruiker een medium feitelijk kan inzetten om te communiceren, zal hij toegang moeten hebben tot het medium. De gebruiker kan hierbij het medium zelf bezitten of op andere wijze toegang verkrijgen. Deze feitelijke toegang tot het medium wordt aangeduid met de fysieke toegankelijkheid.¹³

In principe gaat het hier om een *conditio sine qua non*: wanneer een medium er niet is, kan het niet gebruikt worden, ongeacht of iemand er mee om kan gaan en er voldoende geld voor heeft. Volgens Van de Wijngaert (2001) gaat fysieke toegankelijkheid echter verder dan alleen de beschikbaarheid over de benodigde technologie. Het gaat ook om de vraag hoe groot de kans is dat iemand in aanraking komt met een bepaald medium. Bepaalde groepen in de maatschappij hebben minder beschikking over media dan andere groepen.¹⁴

In het verlengde hiervan kan fysieke toegankelijkheid van breedband omschreven worden als de voorwaarde dat de breedbandinfrastructuur, alsmede de bijbehorende benodigde apparatuur toegankelijk is. Fysieke toegankelijkheid is een noodzakelijke, maar geen voldoende voorwaarde voor het gebruik van een medium. Er zijn nog meer dimensies die de toegankelijkheid bepalen.

3.2.6 Technische toegankelijkheid

Bij technische toegankelijkheid spelen de belemmeringen die voortkomen uit het gebruik van bepaalde informatie- en communicatietechnologieën. De vernieuwingen, trends en ontwikkelingen op het gebied van ICT bevinden zich –technisch gezien– op het snijvlak van elektrotechniek, chiptechnologie, informatica en telecommunicatie. Het betreft hier met name toenemende verwerkings-, opslag- en transmissiecapaciteit, toenemende digitalisering van informatie, hetgeen integratie van tekst, beeld en geluid mogelijk maakt en toenemende miniaturisering, waardoor steeds kleinere en lichtere (mobiele) randapparatuur beschikbaar komt. Bij technische toegankelijkheid gaat het om wijze waarop de technieken aangeboden worden die consequenties hebben voor de gebruiksmogelijkheden. De keuze voor de inrichting van de databank, de transporttechnieken, het platform dat de informatie aanbieder kiest en de mens-machine interface bepalen in meer of mindere mate de toegankelijkheid. Belangrijke aspecten die hieronder vallen zijn de gebruiksvriendelijkheid van het medium en de user interface.

▪ *Gebruiksvriendelijkheid*

Een technologie is gebruiksvriendelijk, wanneer iemand met weinig ervaring de apparatuur meteen kan gebruiken zonder daarvoor eerst een uitgebreid handboek door te moeten bladeren. Eigenschappen zijn bijvoorbeeld dat de benodigde apparatuur eenvoudig te monteren en aan te sluiten is, veilig is en de bediening ervan inspeelt op intuïtieve handelingen. Zo is de intuïtieve betekenis van een rode knop "fout, gevaar, stoppen of uit" en van een groene knop "goed, doorgaan of aan". Het drukken van de enterknop betekent 'doorgaan', etc. Mooie vormgeving en kleuren zijn tevens uitnodigend voor gebruik. Veel aspecten op de gebieden van ergonomie en mens-computer interactie spelen hierbij een belangrijke rol.

Er bestaat een onderscheid tussen twee complementaire vormen van gebruiksvriendelijkheid, met name 'instapvriendelijkheid' en 'leervriendelijkheid.' Een grafische interface kan gebruiksvriendelijk zijn omdat hij de instapdrempel tot het gebruik van ICT verlaagt, maar is vaak al snel niet leervriendelijk meer omdat hij de veelvuldige gebruiker niet leidt naar een efficiënter en onafhankelijker ICT-gebruik.

▪ *User interface*

De user interface is het best te omschrijven als een overbrugging tussen mens en machine. Deze overbrugging betreft de mogelijkheid tot communiceren met een machine die geen zintuigen heeft. Dit kan op veel manieren geschieden, bijvoorbeeld door een toetsenbord. Een goede mens-machine interface zorgt mede voor een goede technische toegankelijkheid van het

¹³ Bouwman et al., 1996

¹⁴ Van de Wijngaert, 2001

betreffende systeem. De user interface is één van de belangrijkste delen van ieder programma, omdat deze bepaalt hoe eenvoudig een gebruiker een programma kan laten doen wat hij wil. Een krachtig programma met een slecht ontworpen user interface heeft weinig waarde. Grafische user interfaces (GUI's) die gebruikmaken van vensters, iconen en pop-up menu's zijn standaard geworden op personal computers.¹⁵ Het visueel begeleiden van gebruikers door middel van icoontjes is een voorbeeld van een gebruiksvriendelijke interface, een bekende toepassing hiervan is Windows.

Door toenemende intelligentie in informatiesystemen en gebruiksvriendelijkheid van interfaces, wordt de technische toegankelijkheid van systemen beter maar tegelijkertijd wordt van de gebruikers steeds meer verwacht op het gebied van kennis, vaardigheden en actief gebruik van dezen. Interactiviteit veronderstelt dat de gebruiker moeite doet om middels navigatie en selectie controle uit te oefenen op de besturing en inhoud van systemen. Hierdoor is er sprake van een soort paradoxale relatie tussen toegenomen keuzemogelijkheden en toegankelijkheid.¹⁶

3.2.7 Financiële toegankelijkheid

Bij financiële toegankelijkheid spelen met name materiële belemmeringen een rol. Aan de aanbiederskant gaat het hier om het beheersbaar houden van de kosten. Hierbij wordt in Nederland veelal het profijtbeginsel toegepast. Hierbij geldt dat de kosten, waar mogelijk, worden doorberekend aan degenen die profijt hebben van de taakuitvoering. Beredeneerd vanuit de gebruiker gaat het om de directe prijs van de informatie of investeringen in bijvoorbeeld apparatuur, aansluiting en abonnement, die hij moet doen om over bepaalde informatie te kunnen beschikken.

3.2.8 Cognitieve toegankelijkheid

Cognitieve toegankelijkheid is de kennis die de gebruiker nodig heeft om informatie te kunnen traceren, te begrijpen en in een betekenisvolle context te plaatsen.¹⁷ Dit komt overeen met het eerder beschreven begrip information literacy. De cognitieve toegankelijkheid staat of valt met de technische toegankelijkheid. Wanneer de informatie niet op een geschikte manier wordt aangeboden, ondervindt de gebruiker problemen bij de verwerking ervan. Anderzijds, als de gebruiker niet beschikt over de benodigde capaciteiten, kan het zeer moeilijk worden om de juiste informatie te vinden, zelfs al wordt deze op een duidelijke manier aangeboden.¹⁸

Steyaert¹⁹ beschrijft drie categorieën vaardigheden om de aangeboden informatie goed te kunnen benutten en te begrijpen:

- *Instrumentele vaardigheden*: hebben betrekking op de operationele handelingen en de omgang met de technologie
- *Structurele vaardigheden*: hebben betrekking op de structuur waarin informatie wordt aangeboden
- *Strategische vaardigheden*: hebben betrekking op het effectief kunnen omgaan met informatie. Het gaat hierbij om zelfredzaamheid: de mogelijkheid om informatie aan te wenden die van nut is voor de persoonlijke situatie.

Uiteraard moet een gebruiker beschikken over deze vaardigheden wil hij gebruik van een medium opnemen in zijn dagelijks leven. In die zin vormt cognitieve toegankelijkheid een voorwaarde voor affectieve toegankelijkheid.

¹⁵ http://www.webopedia.com/TERM/u/user_interface.html

¹⁶ Bouwman et al., 1996, p.67

¹⁷ Bouwman et al., 1996, p.33-35

¹⁸ <http://people.zeelandnet.nl/koverl/interactie.html>

¹⁹ Steyaert, 2000

3.2.9 Affectieve toegankelijkheid

Van affectieve toegankelijkheid is sprake wanneer het gebruik van een medium gedomesticeerd²⁰ is, dit wil zeggen dat het in het dagelijks handelen van de gebruiker is opgenomen. Bij affectieve toegankelijkheid gaat het erom dat de aard van het medium aansluit bij de leefwereld van de gebruiker. Deze vorm van afhankelijkheid is zowel afhankelijk van de vraag- als van de aanbodkant. Aan de gebruikerskant bepalen de kennis en het gedrag van een gebruiker de kans dat een medium gebruikt wordt. Aan de aanbodkant bepaalt het aanbod van informatie de aard van de dienst maar ook het imago daarvan. De wens om dit imago uit te stralen, kan mede leiden tot gebruik van het medium. Bepalend voor uiteindelijk gebruik van een dienst is het ervaringsniveau van de gebruiker.²¹

Het adoptieproces van breedbandige media begint bij een innovatie en eindigt bij affectieve toegankelijkheid. Gedurende het proces moeten zes drempels genomen worden. De eerste vijf zijn van invloed op de keuze van een persoon om een medium wel of niet te adopteren. Het verlagen van deze drempels maakt het mogelijk de adoptie van breedband te versnellen, hetgeen leidt tot een gunstiger klimaat om breedband op het toegangsnet te realiseren.

3.2.10 Het doorlopen van het 6-Drempelmodel: van innovatie tot domesticatie

Als eerste is het van belang, dat het medium geschikt is voor de informatie die gebruikers ermee wensen over te sturen. Binnen dit onderzoek betreft het hier dus media die informatie kunnen versturen en ontvangen met een symmetrische bandbreedte van ten minste 10 Mbps. Voor de media die niet geschikt zijn is het niet van belang dat iemand met dit medium kan omgaan of dat het betaalbaar is, aangezien het niet gebruikt kan worden voor de gewenste vorm van informatie overdracht. Wanneer de media gevonden zijn die geschikt zijn voor de gewenste informatie overdracht, is de eerste drempel gepasseerd.

De volgende drempels die zich opwerpen, zijn: fysieke, technische, financiële en cognitieve toegankelijkheid. Deze vier drempels staan niet in een in tijd opeenvolgende relatie tot elkaar. Voordat overgegaan wordt tot adoptie van het medium, moeten alle vier toegankelijkheden in voldoende mate bereikt zijn. Adoptie kan pas optreden als het medium beschikbaar is (fysieke toegankelijkheid); het te gebruiken is tegen een, vanuit de gebruiker gezien, redelijke prijs (financiële toegankelijkheid); de apparatuur gebruiksvriendelijk en voldoende eenvoudig is (technische toegankelijkheid); en de gebruiker voldoende kennis bezit om met het medium om te gaan (cognitieve toegankelijkheid).

3.2.11 Adoptie versus gebruik

Maar niet alleen adoptie van een innovatie is van belang. Het feit dat er een breedbandige infrastructuur naar alle huizen ligt en een groot gedeelte van de huishoudens de juiste apparatuur en een abonnement tot haar beschikking heeft, wil nog niet zeggen dat er ook gebruik van gemaakt wordt. Er is pas sprake van affectieve toegankelijkheid wanneer een grote groep mensen binnen de maatschappij het medium heeft geadopteerd en er in het dagelijks leven ook *daadwerkelijk gebruik van maakt*.

3.3 De onderlinge relaties tussen de wetenschappelijke modellen

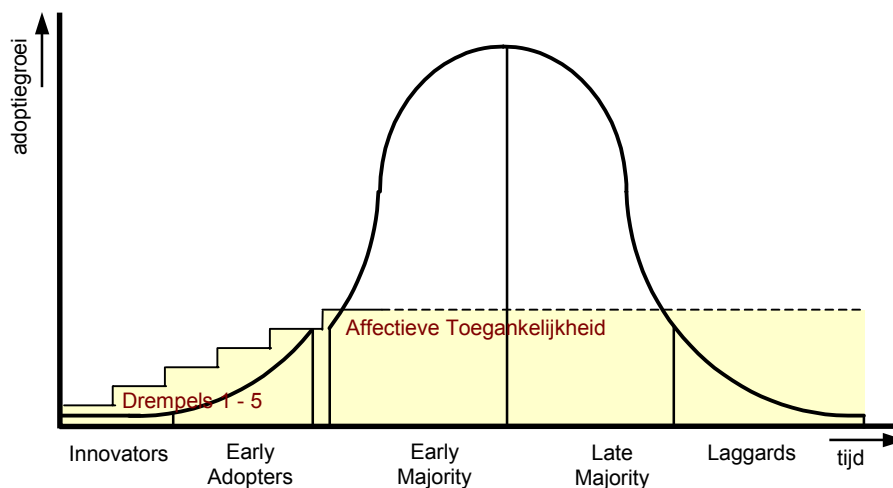
Voordat grootschalig gebruik mogelijk is, is adoptie vereist door een groep mensen met een omvang waarbij het commercieel mogelijk is om het product op de markt tegen redelijke prijs aan te bieden. Deze groep mensen wordt de 'kritieke massa' genoemd (zie paragraaf 3.1.8). Er bevindt zich dus een verband tussen de kritieke massa theorie en het 6-Drempelmodel. De volgende paragraaf gaat nader in op deze onderlinge relatie.

²⁰ Silverstone en Haddon (1996) hebben de term 'domesticatie' geïntroduceerd

²¹ Van de Wijngaert, 2001

3.3.1 De samenhang tussen het 6-Drempelmodel en de technology adoption life cycle

In de paragrafen 3.1.5 tot en met 3.1.7 is de verspreiding van een innovatie in de maatschappij beschreven. Theoretisch zijn de zes drempels van het 6-Drempelmodel te plaatsen binnen de technology adoption life cycle. De eerste vijf drempels bevinden zich in principe binnen alle vijf groepen adopters. Dit is verklaarbaar uit het feit, dat iedere potentiële gebruiker voor zichzelf afweegt aan de hand van de hoogte van de drempels voor de persoon in kwestie, of hij de technologie wel of niet adopteert. Ook personen in de late majority en laggards maken deze afwegingen. Zij zijn echter niet van belang binnen dit onderzoek en worden dus buiten beschouwing gelaten. Vandaar dat de vijf drempels in onderstaande figuur weergegeven zijn binnen de eerste drie groepen adopters. Nadat de eerste vijf drempels overbrugd zijn, vertoont zowel het 6-Drempelmodel als Rogers' innovatiemodel een barrière. Het 6-Drempelmodel loopt aan tegen de barrière die optreedt om affectieve toegankelijkheid te bereiken: het gaat hier om de overgang van *adoptie* naar grootschalig *gebruik*. Het model van Rogers vertoont hier de kloof tussen de early adopters en de early majority, die eerder in dit hoofdstuk besproken is. Het verband tussen beide modellen kan als volgt worden omschreven. Na het overbruggen van de eerste vijf drempels van het 6-Drempelmodel, treedt een barrière op om affectieve toegankelijkheid te bereiken. Deze barrière wordt gevormd door de kloof tussen de early adopters en de early majority.



Figuur 3.7: Samenhang tussen het 6-Drempelmodel en de technology adoption life cycle

3.3.2 De samenhang tussen het 6-Drempelmodel en de kritieke massatheorie van Markus

In de theorie van Markus (1990) wordt uiteengezet, dat universele toegang alleen dan bereikt kan worden, wanneer het aantal mensen dat besluit het medium te adopteren de omvang heeft bereikt van de kritieke massa. Hierdoor zal de adoptie versnellen, waardoor universele toegang bereikt kan worden. Ook binnen het 6-Drempelmodel speelt de kritieke massa een belangrijke rol. Binnen dit model is de kritieke massa nodig om ervoor te zorgen dat lagere prijzen en toenemende meeropbrengsten leiden tot een significante versnelling van de adoptiegroei, waardoor adoptie op grote schaal kan ontstaan. Hierna kan het medium zich in het dagelijks leven 'nestelen', hetgeen kan leiden tot affectieve toegankelijkheid. Verwezenlijking van universele toegang komt in de praktijk neer op adoptie op grote schaal, waardoor het volgende verband tussen beide modellen is te leggen: de kritieke massa is een voorwaarde voor universele dienstverlening; universele dienstverlening is een voorwaarde voor het bereiken van affectieve toegankelijkheid.

3.3.3 De samenhang tussen het 6-Drempelmodel en de kritieke massatheorie van Oliver et al.

Pas wanneer de eerste vijf drempels gepasseerd zijn, kan het medium door individuele gebruikers geadopteerd worden. Iedere individuele gebruiker maakt dus voor zichzelf vijf afwegingen voordat hij een medium adopteert: is het medium geschikt voor mijn diensten en is het op de vier verschillende gebieden voor mij toegankelijk? Indien het antwoord op alle vragen bevestigend is, kan een gebruiker beslissen om de technologie wel of niet te adopteren. Er is hier een duidelijk verband zichtbaar met de kritieke massatheorie van Oliver et al. (1985) die tevens individu- afhankelijke voorwaarden noemt voor het wel of niet adopteren van een medium.

Het verband dat tussen beide modellen te leggen is, is dus gelegen in de voorwaarden die beide modellen noemen voor adoptie van een medium door een individu. Equivalenten van de randvoorwaarden die Oliver et al. noemen voor het bereiken van de kritieke massa, zijn terug te vinden in het 6-Drempelmodel.

Tabel 3.2: Randvoorwaarden van Oliver et al. voor individuen voor het behalen van de kritieke massa en hun equivalenten in het 6-drempelmodel

Kritieke massamodel (Oliver et al.)	6-Drempelmodel (Bouwman en Van de Wijngaert)
1) Apparatuur, zowel infrastructuur als access devices	Fysieke toegankelijkheid
2) Moeite/ inspanningen, waaronder benodigde kennis en vaardigheden	Cognitieve toegankelijkheid

Vervolgens beschrijft de theorie een aantal factoren die deze randvoorwaarden beïnvloeden. Ook deze kennen hun equivalenten in het 6-Drempelmodel en zijn weergegeven in tabel 3.3.

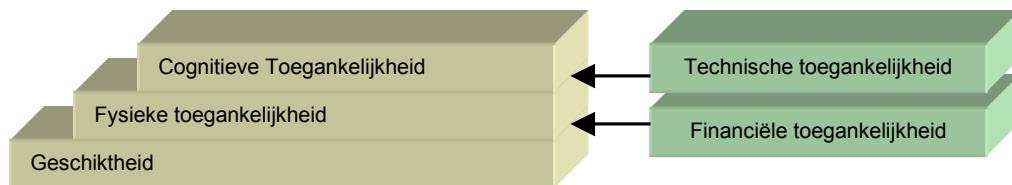
Tabel 3.3: Factoren van Oliver et al. voor individuen die van invloed zijn op de randvoorwaarden met hun equivalenten uit het 6-Ddrempelmodel

Kritieke massamodel (Oliver et al.)	6-Drempelmodel (Bouwman en Van de Wijngaert)
Investerings die verlangd worden van early adopters voor de opbouw van het medium	Financiële toegankelijkheid
De kosten van de apparatuur die door de vroege gebruikers van een interactief medium gedragen moeten worden	Financiële toegankelijkheid
De eisen die een interactief medium stelt aan de vaardigheden en inspanning van adopters	Technische toegankelijkheid

3.3.4 De interdependentie tussen de zes drempels binnen het 6-Drempelmodel

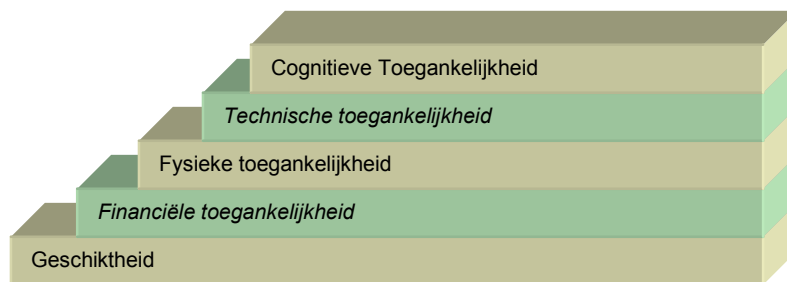
Oliver et al. (1985) noemen de beschikbaarheid van apparatuur, zowel infrastructuur als access devices en de benodigde moeite of inspanningen, waaronder benodigde kennis en vaardigheden, als randvoorwaarden voor het behalen van een kritieke massa. In het 6-Drempelmodel komen deze randvoorwaarden overeen met de drempels fysieke- en cognitieve toegankelijkheid. De Investerings die verlangd worden van early adopters voor de opbouw van het medium en de kosten van de apparatuur die door de vroege gebruikers van een interactief medium gedragen moeten worden zijn factoren, die van invloed zijn op de eerste randvoorwaarde uit tabel 3.2. In het 6- Drempelmodel zijn deze factoren samengebracht onder de financiële toegankelijkheid. De eisen die een interactief medium stelt aan de vaardigheden en inspanning van adopters zijn van invloed op de moeite of inspanningen die potentiële adopters moeten doen om toegang te krijgen tot het medium. Hieronder vallen onder andere de benodigde kennis en vaardigheden. Binnen het 6-Drempelmodel wordt deze verlangde hoeveelheid kennis en vaardigheden aangeduid met de term 'technische toegankelijkheid'. Voortbouwend op bovenstaande vergelijking van de twee modellen, is een bepaalde relatie tussen de drempels uit het 6-Drempelmodel aan te brengen. Cognitieve en fysieke toegankelijkheid zijn randvoorwaarden voor het bereiken van de kritieke massa, financiële- en technische toegankelijkheid zijn van invloed op deze randvoorwaarden. Geschiktheid wordt in

beide modellen gezien als individuele afweging of het medium wel of niet passend is voor de over te zenden boodschap. Het kritieke massamodel van Oliver voegt hier aan toe, dat een persoon voor verzending altijd eerst zal kijken of er bij de persoon aan wie hij de boodschap wil sturen, wel sprake is van operationele toegang tot het betreffende medium. Wanneer dit niet het geval is, zal de boodschap de ontvanger namelijk nooit bereiken. Grafisch is de relatie tussen de zes drempels weergegeven in de volgende figuur.



Figuur 3.8: Relatie tussen drempels voor individuele mediakeuze

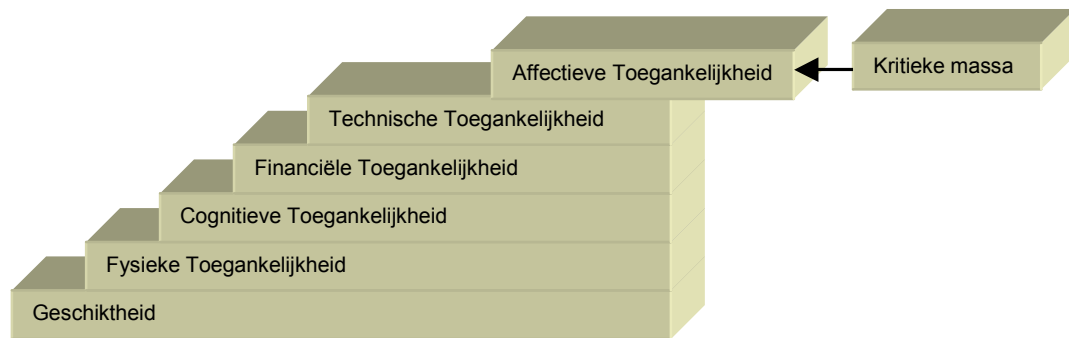
De drempels technische- en financiële toegankelijkheid zijn positief van invloed op de drempels fysieke- en cognitieve toegankelijkheid. Een toename van de technische toegankelijkheid betekent dat de gebruiksvriendelijkheid van het medium omhoog gaat, hetgeen de eisen aan skills en kennis bij gebruikers doet afnemen. Een hogere technische toegankelijkheid verlaagt dus de cognitieve drempel voor adoptie. Wanneer de financiële toegankelijkheid van een medium toeneemt, duidt dit erop dat de investeringen die een adopter moet doen, afnemen. Doordat de infrastructuur en de apparatuur goedkoper is geworden, zijn meer mensen in staat om toegang te verkrijgen tot het medium, waarmee de fysieke toegankelijkheid stijgt. Wanneer we deze drempels tussen de randvoorwaarden voegen, ontstaat onderstaand *individueel* drempelmodel:



Figuur 3.9: Totaal individueel drempelmodel voor interactieve media

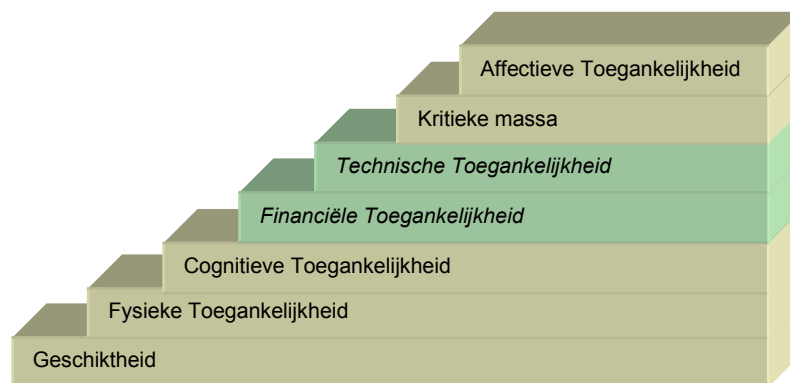
3.3.5 Individuele versus collectieve keuzevorming

Wanneer zodanig veel mensen de individuele beslissing nemen om een medium te adopteren dat de kritieke massa wordt bereikt, treedt een versnelde toename van de adoptiegroei op. De kritieke massa is een begrip dat betrekking heeft op een gemeenschap en niet langer op individuele personen. Wanneer de kritieke massa bereikt is, is de weg vrijgemaakt voor universele toegang. Wanneer het medium niet alleen op grote schaal geadopteerd is maar ook op grote schaal wordt toegepast in het dagelijks leven van burgers, is er sprake van affectieve toegankelijkheid. De kritieke massa is dus een randvoorwaarde voor het kunnen bereiken van het uiteindelijke doel: affectieve toegankelijkheid.



Figuur 3.10: Verband tussen het collectieve 6-Drempelmodel en de kritieke massa theorie

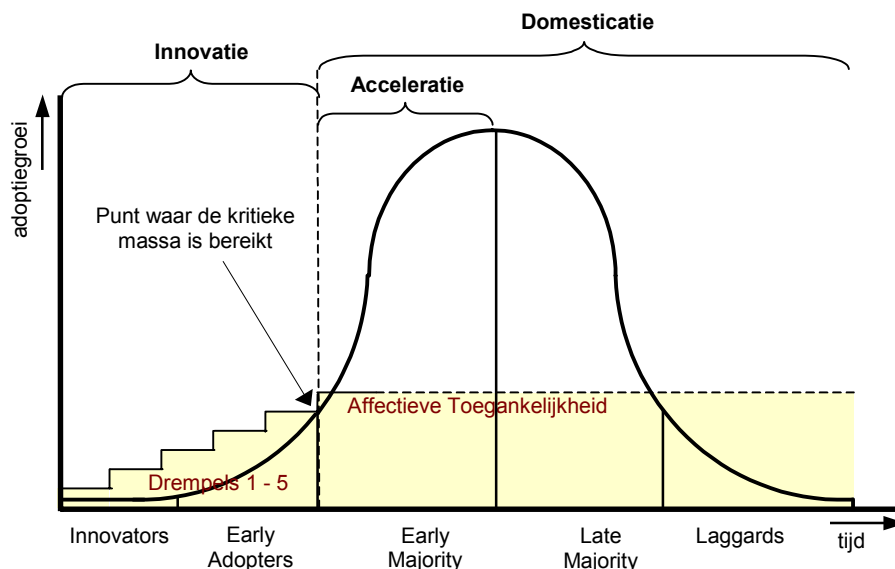
Wanneer de kritieke massa als randvoorwaarde in het model wordt gevoegd, ontstaat het volgende, geïntegreerde *collectieve* mediakeuzemodel:



Figuur 3.11: Totaal collectief mediakeuzemodel

3.4 Het IAD-model: Innovatie, Acceleratie, Domesticatie

In de paragrafen 3.1.5, 3.1.8 en 3.2 zijn de theorieën van de technology adoption life cycle, kritieke massa en mediakeuze met elkaar in verband gebracht om inzicht te verkrijgen in hoe, wanneer en onder welke voorwaarden personen nieuwe technologieën opnemen en hoe deze tot het dagelijks leven van gebruikers kunnen doordringen. In de paragrafen 3.1.5 tot en met 3.1.7 is, aan de hand van de theorie van Rogers (1983, 1995) beschreven hoe het adoptieproces van technologische innovaties door de tijd heen verloopt en hoe de kloof tussen early adopters en early majority bestaat. In paragraaf 3.2 zijn de drempelmodellen van Bouwman en Van de Wijngaert samengevoegd tot een 6-Drempelmodel. Aan de hand van dit model is vervolgens uiteengezet welke drempels er overbrugd moeten worden om tot affectieve toegankelijkheid van een nieuwe technologie te komen. Paragraaf 3.3 geeft een beschrijving van de samenhang tussen het technology adoption life cyclamodel, het 6-Drempelmodel en de kritieke massa theorie. De integratie tussen deze modellen is weergegeven in figuur 3.12.



Figuur 3.12: Het IAD-model: verband tussen de theorieën van Rogers, Markus, Bouwman en Van de Wijngaert

Het IAD- model beschrijft drie verschillende fasen binnen de innovatiecyclus van een interactief medium: de innovatie- acceleratie- en domesticatiefase. Zoals de theorie van Rogers aangeeft, gaat niet iedereen op hetzelfde moment over tot adoptie (aanschaf) van een medium. Sommigen doen dit direct na innovatie, anderen kijken eerst de kat uit de boom en wachten de ervaringen van eerdere gebruikers af. Er bestaan vijf, elkaar in tijd opeenvolgende, groepen adopters: de innovators, de early adopters, de early majority, de late majority en de laggards. Deze vijf groepen doorlopen alle het IAD- model van links naar rechts; de innovators als eerste, de laggards als laatste.

▪ De Innovatiefase

Alle adoptiegroepen maken, voordat zij overgaan tot adoptie, vijf *individuele* afwegingen. Deze afwegingen vormen vijf drempels voor adoptie en worden beschreven in de mediakeuzetheorie van Van de Wijngaert (2001) en de toegankelijkheidstheorie van Bouwman et al. (1996).

Het betreft hier de volgende individuele afwegingen en drempels:

1. Is het medium geschikt voor de informatie die ik wil versturen en beschikt de ontvanger ook over een geschikt medium? (*drempel 1: geschiktheid*)
2. Is het medium voor mij fysiek beschikbaar? (*drempel 2: fysieke toegankelijkheid*)
3. Heb ik voldoende kennis om met het medium om te gaan om de gewenste kennis ermee te verkrijgen? (*drempel 3: cognitieve toegankelijkheid*)
4. Is het medium voor mij voldoende eenvoudig en gebruiksvriendelijk? (*drempel 4: technische toegankelijkheid*)
5. Kan en wil ik de voor het medium gevraagde prijs betalen? (*drempel 5: financiële toegankelijkheid*)

Wanneer al deze vijf vragen een bevestigend antwoord krijgen, is de kans het grootst dat een individu het medium zal adopteren.

▪ De Acceleratiefase

Het streven is echter niet naar individuele maar naar grootschalige adoptie van het medium. Hiervoor is het noodzakelijk dat de early majority overgaat tot adoptie. Deze groep kenmerkt zich door de eigenschap dat zij alleen dan overgaat tot adoptie wanneer deze adoptie voor haar een zeker nut of voordeel oplevert. Zoals eerder beschreven, kenmerken de adoptiegroepen vóór de early majority zich door het feit dat zij juist meer in het medium investeren dan het persoonlijk voordeel dat de adoptie hen oplevert. Dit komt voort uit het geringe aantal gebruikers van het medium in die adoptieperioden. Op het moment dat er dusdanig veel mensen het medium hebben aangeschaft dat adoptie van het medium voor een additionele adpoter voordeel oplevert, is de *kritieke massa* bereikt.

De kritieke massa theorie (Markus 1990) zet uiteen dat het bereiken van de kritieke massa leidt tot een sterke acceleratie van de adoptiegroei. Deze acceleratie is nodig om te komen tot grootschalig gebruik van het medium. Wanneer de kritieke massa gehaald wordt, dalen de prijzen en stijgen de voordelen, waardoor de innovatie commercieel interessant wordt en grootschalige adoptie mogelijk wordt.

▪ *Het domesticatiegedeelte*

Op het moment dat de kritieke massa is bereikt, begint de domesticatiefase. In deze fase maakt het geadopteerde medium een proces van inburgering door. Uiteraard begint dit inburgeringsproces op geringe schaal al na de adoptie door de innovators en early adopters maar is hier nog dermate marginaal dat het gezien het gestelde doel nog niet van significante maatschappelijke betekenis is. Het gestelde doel is namelijk te komen tot grootschalige adoptie en grootschalig gebruik van het medium, met andere woorden, het bereiken van *affectieve toegankelijkheid*. Van affectieve toegankelijkheid is sprake, wanneer het medium op grote schaal is opgenomen in het dagelijks leven van burgers (gedomesticeerd). De zesde voorwaarde of drempel van het 6-Drempelmodel is de drempel die overbrugd moet worden om affectieve toegankelijkheid te bereiken. Deze voorwaarde luidt dat het medium, nadat het geadopteerd is, ook op grote schaal daadwerkelijk *gebruikt* wordt. Er dient hierbij een duidelijk onderscheid gemaakt te worden tussen adoptie en gebruik. Wanneer een voldoende groot aantal adopters het medium in zijn dagelijks leven heeft opgenomen, is er sprake van affectieve toegankelijkheid. Wanneer precies binnen het domesticatieproces het moment van affectieve toegankelijkheid is aangebroken, hangt af van verschillende factoren, zoals de doelgroep, de scope, eigenschappen van het medium, gestelde doelen, etc.

3.4.1 Voortgang van het IAD-model in Nederland

Fysieke- en cognitieve toegankelijkheid vormen de twee randvoorwaarden voor het behalen van de kritieke massa. Zolang deze nog niet bereikt is, verkeert de ontwikkeling nog in de innovatiefase. Nederland is op dit moment voornamelijk actief bezig met het creëren van fysieke toegankelijkheid op het gebied van infrastructuur, minder aandacht gaat uit naar access devices. In Eindhoven worden digitale cursussen gegeven en zijn Kenniscentra geopend. Aan de cognitieve toegankelijkheid wordt dus ook aandacht besteed, zij het op veel kleinere schaal dan bijvoorbeeld in Korea, waar aan 6 miljoen huisvrouwen breedbandcursussen zijn gegeven. Aan de beide randvoorwaarden om de kritieke massa te bereiken, is nog niet voldaan. Breedband verkeert in Nederland dus voorsnog in het innovatiestadium.

3.5 De mythe van de ‘killer applicatie’

Met betrekking tot de ontwikkeling van breedband, vindt veel discussie plaats over een ongrijpbare “killer applicatie” (“killer-app”). De “killer applicatie” benadering gaat er vanuit, dat er één enkele applicatie zo interessant en meeslepend zal zijn, dat binnen onafzienbare tijd de kritieke massa bereikt wordt. Tot dusver lijkt het er op, dat de killer applicatie nog niet gevonden is, omdat er nog geen universele pressie is om breedbanddiensten aan te bieden. Veel technologiebedrijven zijn bezorgd over het feit dat breedbandnetwerken zich niet op grote schaal zullen ontwikkelen, tenzij zo’n meeslepende applicatie ontwikkeld wordt. Net zoals er niet één “killer show” was die de vraag naar kabeltelevisie voortstuwde, zo zal er naar verwachting ook niet één afzonderlijke killer applicatie ontwikkeld worden om de vraag naar breedbandtoegang exponentieel te doen stijgen. Echter, net zoals het groeiende assortiment aan shows de kabel TV aantrekkelijk heeft gemaakt, zal een groeiend aantal applicaties in zijn geheel de vraag geleidelijk doen toenemen wanneer deze diensten populairder worden. Internet trekt nog veel meer mogelijkheden aan. Het blijft afwachten of zich genoeg van deze mogelijkheden binnen dezelfde tijdsspanne zullen ontwikkelen om de kritieke massa te bereiken.²²

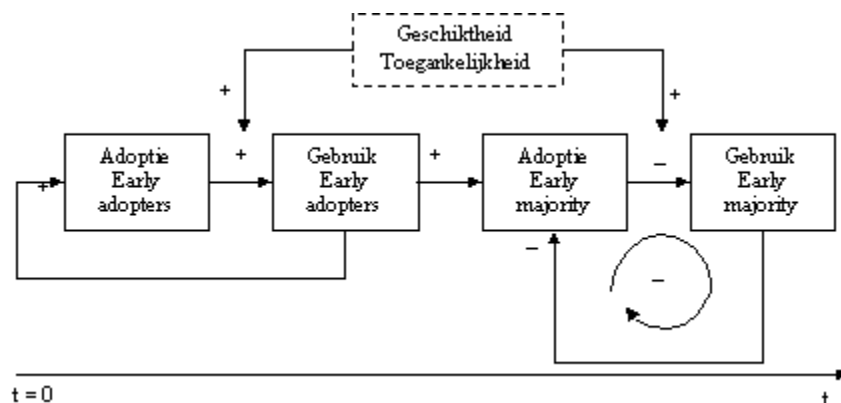
²² Digital Rivers Final Report, 2002

Korea is een land dat sterk voorloopt in de adoptie van breedband en de ervaring hier is dat er eigenlijk geen killer applicatie is. De mensen gebruiken meer Internet en vooral online games zijn erg populair. Het bedrijf Ncsoft is bekend en heeft 2,3 miljoen klanten die elkaar bestrijden in het spel Lineage, een middeleeuws avontuurspel. Er kunnen tot 160.000 mensen tegelijkertijd spelen. Tevens is er een video-on-demand dienst gestart waarmee films met een prima kwaliteit zes dagen lang bekeken kunnen worden voor € 1,-.²³

De killerapplicatie van breedband, als deze al bestaat, zal in ieder geval gezocht moeten worden in de versnelling en vereenvoudiging van het voorzien in de huidige behoeften.

3.6 Procesmodellering

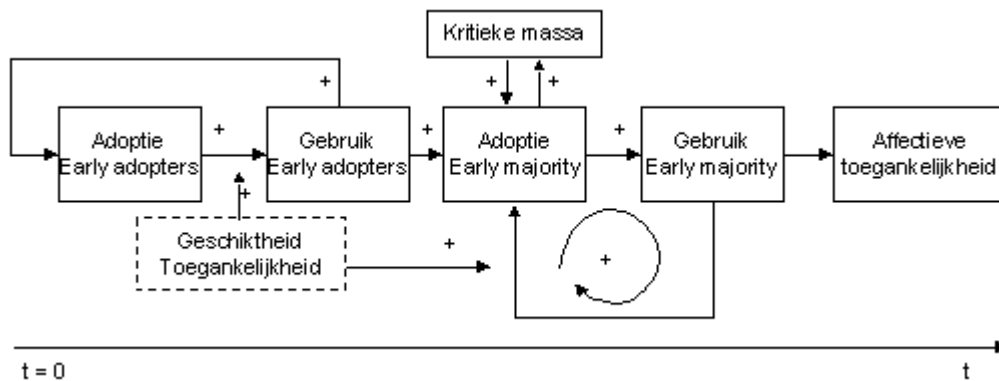
Niet elk adoptieproces dat gestart wordt, leidt dus uiteindelijk tot affectieve toegankelijkheid. Wanneer de kritieke massa niet gehaald wordt, zal het product niet commercieel interessant worden en zal grootschalig gebruik uitblijven. Het uitblijven van de kritieke massa is het gevolg van een vicieuze cirkel tussen adoptie en gebruik binnen de early majority. Potentiële gebruikers binnen deze gebruikersgroep laten immers hun adoptiebesluit afhangen van het besluit van anderen binnen de gebruikersgroep. Is de technologie niet geschikt of op één of meerdere punten niet toegankelijk, dan zal de adoptiegroei onder de early majority uiteindelijk stagneren. De technologie haalt dan de markt niet. Dit proces is weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 3.13: Ontwikkeling van innovatie in een vicieuze cirkel (negatieve loop)

Figuur 3.14 geeft weer hoe het model eruit ziet als de kritieke massa wel bereikt wordt. Hier ontstaat door positieve referenties binnen de early majority een positieve cirkelbeweging (loop) tussen adoptie en gebruik binnen deze gebruikersgroep. Meer adoptie leidt op een gegeven moment tot het bereik van de kritieke massa. Vanaf nu werken er dus twee stimulerende krachten op de adoptie: de kritieke massa en het gebruik binnen de early majority. Het gebruik van de technologie zal nu steeds verder toenemen, wat uiteindelijk leidt tot affectieve toegankelijkheid.

²³ Presentatie van Vincent Evers tijdens het Mediaplaza seminar: "Ervaringen uit Zuid-Korea en Japan" (24-01-2003)



Figuur 3.14: Ontwikkeling van innovatie in een positieve cirkel (positieve loop)

3.7 Samenvatting en conclusie

Het ontwikkelingsproces van de innovatie 'breedband' op het niveau van de local loop is te beschrijven aan de hand van het IAD model: De afkorting IAD staat voor Innovatie, Acceleratie, Domesticatie. Dit zijn drie fasen in de ontwikkeling richting affectieve toegankelijkheid van een interactief medium. Het IAD-model is een samensmelting van vier wetenschappelijke theorieën: de mediakeuzetheorie van Van de Wijngaert (2001), de toegankelijkheidstheorie van Bouwman et al. (1996), de technology adoption life cycletheorie van Rogers (1983, 1995) en de kritieke massa theorie van Markus (1990).

In de paragrafen 3.1.5, 3.1.8 en 3.2 zijn de theorieën van de technology adoption life cycle, kritieke massa en mediakeuze met elkaar in verband gebracht om inzicht te verkrijgen in hoe, wanneer en onder welke voorwaarden personen nieuwe technologieën opnemen en hoe deze tot het dagelijks leven van gebruikers kunnen doordringen. In de paragrafen 3.1.5 tot en met 3.1.7 is, aan de hand van de theorie van Rogers (1983, 1995) beschreven hoe het adoptieproces van technologische innovaties door de tijd heen verloopt en hoe de kloof tussen early adopters en early majority ontstaat. In paragraaf 3.2 zijn de drempelmodellen van Bouwman en Van de Wijngaert samengevoegd tot een 6-Drempelmodel. Aan de hand van dit model is vervolgens uiteengezet welke drempels er overbrugd moeten worden om tot affectieve toegankelijkheid van een nieuwe technologie te komen.

Paragraaf 3.3 geeft een beschrijving van de samenhang tussen het technology adoption life cyclemodel, het 6-Drempelmodel en de Kritieke Massa Theorie. De integratie tussen deze modellen vormt het IAD model en is weergegeven in figuur 3.12.

De theorie van Oliver et al. (1985) brengt een interdependentie aan tussen de zes drempels van het 6-Drempelmodel. Uit een combinatie van de theorie van Oliver et al. en het 6-Drempelmodel komt naar voren, dat fysieke- en cognitieve toegankelijkheid de twee randvoorwaarden zijn voor het bereiken van de kritieke massa. Het overbruggen van de andere drempels leidt ertoe dat eerder aan deze randvoorwaarden voldaan wordt, waardoor de kritieke massa eerder bereikt kan worden.

Innovaties zijn niet af te dwingen door massaal te investeren in onderzoek en ontwikkeling maar zijn eerder complexe zoek- en selectieprocessen waarbij veel verschillende spelers en disciplines betrokken zijn. Niet elke innovatie die op de markt gelanceerd wordt, bereikt de 'status' van affectieve toegankelijkheid. Wanneer de kritieke massa niet gehaald wordt, zal de innovatie niet commercieel interessant worden en zal grootschalig gebruik uitblijven.

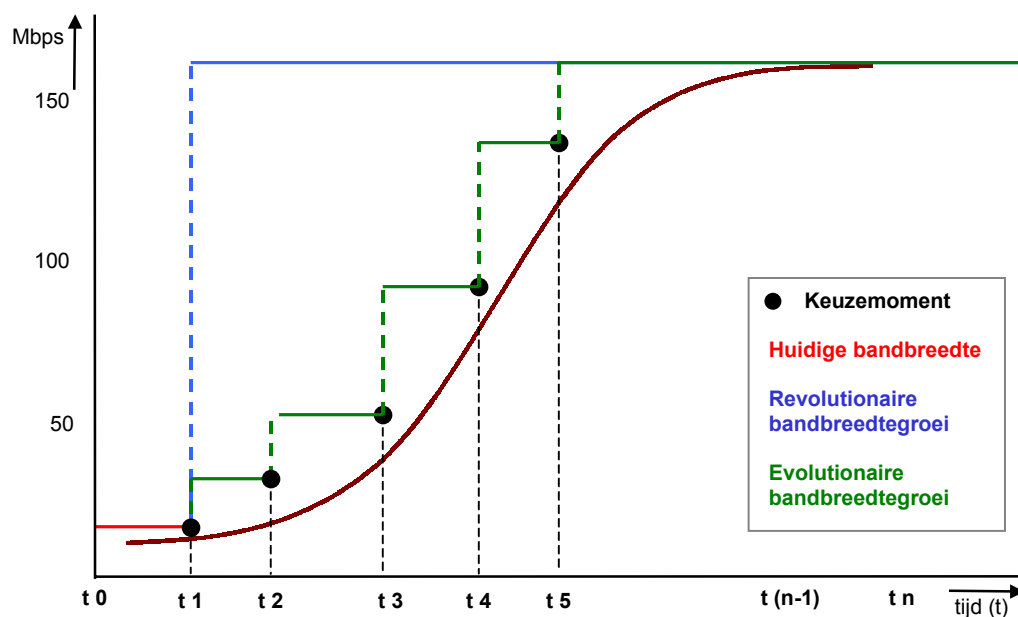
Hoofdstuk 4 Breedbandtransmissiemediën en -technologieën

Gezien de problemen die in hoofdstuk 2 naar voren zijn gekomen, is geconcludeerd dat, om op redelijke termijn tot breedbandige netten te komen, in plaats van de focus te leggen op één oplossingsmethode, gezocht dient te worden naar alternatieve oplossingen die beter aansluiten bij de 'natuurlijke' marktontwikkeling, minder drempels ondervinden bij de betrokken partijen en minder interventie van de overheid vereisen.

4.1 Evolutionair versus revolutionair

De sterke focus binnen Nederland op realisatie van een glasvezelnetwerk belemmert de ontwikkeling van alternatieve technologieën, hetgeen kan resulteren in het uitblijven van de gewenste situatie, namelijk om "versneld te komen tot een breedbandige infrastructuur". Voor actoren is het van groot belang dat zij kunnen kennisnemen van en experimenteren met de mogelijkheden van breedband, zonder een keuze 'voor het leven' te moeten maken voor één variant. De keuze voor glasvezel vergt namelijk een zodanige investering, dat het vele jaren zal duren voordat deze is terugverdiend. Wanneer marktpartijen er financieel niet goed voorstaan is dit geen aantrekkelijk vooruitzicht en schuiven zij dit soort ingrijpende beslissingen voor zich uit.

Aantrekkelijker zijn varianten die veel kleinere, gespreide investeringen vergen en zodoende een lagere financiële drempel opwerpen. Dit is het geval bij verschillende technieken. Deze kunnen in een later stadium worden opgeschaald en geleidelijk meegroeien met de vraag naar meer bandbreedte. De investeringen hebben een korte ROI-tijd, waardoor de mogelijkheid voor exploitatie van een ander medium binnen afzienbare tijd open komt te staan. Voor de aanbieder is het hierdoor mogelijk om de opschaling van de bandbreedte van zijn netwerk meer parallel aan de vraagcurve te laten verlopen. Er ontstaat nu een trapfunctie, waarbij de aanbieder na iedere periode dat de breedbandvraagcurve de aanbodcurve nadert, een keuzemoment geboden wordt om wel of niet over te gaan op verdere opschaling.

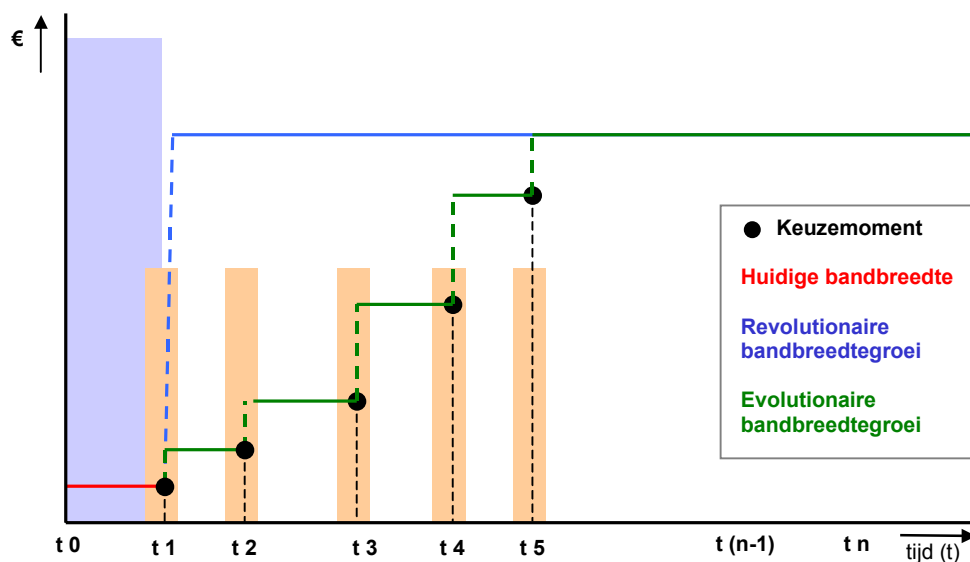


Figuur 4.1: Evolutionaire en Revolutionaire opschaling van bandbreedte

Wanneer aanbieders hun netwerken geschikt maken voor grote capaciteiten geeft dit een impuls voor de ontwikkeling van breedbanddiensten, hetgeen de vraag naar bandbreedte wederom stimuleert. Zo komt het punt dichtbij dat de bandbreedte van de aangepaste netwerken tekort gaat schieten. Voor de huidige partijen die hun bestaande netwerk zo lang mogelijk willen exploiteren, kan dit nadelig zijn. Voordeel van de evolutionaire aanpak is dat de aanbieder op dat moment kan besluiten om zijn netwerkopschaling te versnellen. Wanneer de vraag zo ver is ontwikkeld dat het ook voor aanbieders financieel aantrekkelijk is geworden om een glasvezelnetwerk uit te rollen, kan een aanbieder alsnog besluiten dit te doen. De investeringen die reeds in het netwerk zijn gedaan, staan allen in dienst van verdere opschaling van het netwerk, waardoor een aanbieder geen gevaar loopt van kapitaalvernietiging. Dit gevaar loopt een aanbieder wel wanneer hij in een periode van geen tot weinig vraag een enorme overcapaciteit aanlegt en niet weet of de vraag naar deze hoeveelheid bandbreedte zich ooit bij een gemiddeld huishouden gaat voordoen. Wanneer de vraag naar bandbreedte groeit, kan een aanbieder met deze groei meegroeien. Wanneer de vraag stagneert, kan een aanbieder in het geval van evolutie besluiten om zijn netwerk niet verder op te schalen en door te gaan met de configuratie van dat moment. In het geval van revolutie zit de aanbieder nu opgescheept met een enorme hoeveelheid bandbreedte 'voorraad'. Dit is een groot risico dat bij de revolutionaire ontwikkeling in acht genomen dient te worden.

4.2 Waarde toekennen aan de mogelijkheid tot risicospreiding en flexibiliteit

Een punt van kritiek op een evolutionaire opschaling van bandbreedte is dat de verschillende benodigde aanpassingen in de netwerken afzonderlijk toch redelijke investeringen vergen. De stapsgewijze investeringen in evolutionaire netwerken zijn echter lager dan de eenmalige investering bij revolutionaire opschaling. Voordat de behoefte aan bandbreedte dermate gestegen is dat de stap naar glasvezel naar het huis op grote schaal nodig wordt, kunnen deze wellicht al zijn terugverdiend.



Figuur 4.2: Investerings bij evolutionaire en revolutionaire opschaling van bandbreedte

De mogelijkheid bestaat dat alle temporele investeringen bij elkaar opgeteld, hoger uitvallen dan de eenmalige investering bij FttH. Dit wordt als belangrijk tegenargument gebruikt voor een evolutionaire ontwikkeling. Er is een aantal aspecten dat deze uitkomst kan beïnvloeden en daarom meegenomen moet worden in de investeringsberekeningen. De volgende subparagrafen gaan dieper in op deze aspecten.

4.2.1 De omvang van het risico

Bij evolutionaire investeringen zijn de risico's voor providers veel lager. Dit is allereerst te danken aan het feit dat zij steeds een (relatief) klein bedrag investeren, waarvan het te nemen risico overzichtelijk is. Daarnaast hoeft de provider het risico van kapitaalvernietiging niet te nemen, dat op treedt wanneer de behoefte van burgers aan de enorme bandbreedte die glasvezelkabel kan bieden nooit optreedt. Wanneer de S-curve eerder naar rechts afbuigt en dus op een lager niveau zijn asymptoot bereikt, hoeft het netwerk niet verder meer opgeschaald te worden. In het evolutionaire geval handhaaft de provider zijn configuratie op dat moment. De providers die gehandeld hebben via revolutionaire opschaling, zitten nu 'opgescheept' met een enorm bandbreedte overschot.

4.2.2 Risicospreiding

Bij een revolutionaire ontwikkeling dient een provider op tijdstip t_0 een beslissing te nemen voor de komende 20 jaar (de ROI van een vast netwerk). Hoe de markt, diensten en economie zich gaan ontwikkelen, is op dit moment niet bekend. Toch moet de provider een enorm bedrag neertellen en moet hij gaan voor één alternatief. Overstappen is gezien de enorme initiële investeringen namelijk niet mogelijk. Het kiezen voor een revolutionaire opschaling is als het ware een huwelijk voor het leven. Bij de evolutionaire ontwikkeling wordt de aanbieder een aantal momenten geboden waarin tijd is voor feed-back en terugkoppeling en voor nieuwe keuzen (de zwarte stippen in figuur 4.2). Op deze manier wordt het risico verspreid over verschillende tijdstippen en kan de provider zich uit het ontwikkelingstraject terugtrekken zonder al te veel verlies te lijden.

4.2.3 Flexibiliteit: meeveranderen met de omgeving

Problemen fluctueren in de loop der tijd. Maar niet alleen het probleem kan veranderen, ook de omgeving van het probleem is onderhevig aan veranderingen. Er kan fluctuatie optreden in vraag- en aanbod, relevantie van het probleem, economische situatie, etc. De tijdsspanne tussen het moment van probleemperceptie en het optreden van het probleem is een periode waarin veel omgevingsvariabelen kunnen veranderen. De waarschijnlijkheid van deze veranderingen neemt toe, naarmate de tijdsspanne tussen perceptiemoment en optreden van het probleem toeneemt. Indien veranderingen in omgevingsvariabelen waarschijnlijk zijn, is het zinvol om een flexibele oplossingsmethode te kiezen die goed kan inspringen op de veranderingen van de omgeving en van het probleem. Evolutionaire oplossingsmethoden bieden deze flexibiliteit. Indien gekozen wordt voor een gefixeerde oplossing is de kans veel groter dat deze oplossing bij afronding van het project niet meer aansluit op de veranderde omgeving. Tevens bestaat de kans dat het probleem zodanig is vervormd, dat de oplossing ook niet meer aansluit bij het probleem.

4.2.4 De real options theory

Het voordeel dat de mogelijkheid tot risicospreiding en flexibiliteit oplevert, wordt in de nu gebruikte waarderingsmodellen voor breedbandprojecten niet meegenomen. Deze zijn gebaseerd op de netto contante waarde (NPV¹) methode. De NPV is de huidige waarde van de verwachte toekomstige cashflows min de investeringen. Als de uitkomst positief is, is het project de moeite waard. Met onzekerheid kan omgegaan worden door het gebruik van verwachte waarden, beslissbomen en scenario analyse. Dit wordt echter al snel een erg complex proces en bovendien kunnen niet alle mogelijke toekomstige ontwikkelingen voorspeld worden. De ROA is beter geschikt om met toekomstige onvoorspelbare ontwikkelingen (nieuwe wet- en regelgeving, stagnerende of accelererende vraag) om te gaan. Deze methode kent waarde toe aan toekomstige flexibiliteit waarmee er op onvoorspelbare ontwikkelingen adequaat gereageerd kan worden. De real options theory waardeert m.a.w. de mogelijkheid om

¹ NPV staat voor net present value, de Engelse term voor netto contante waarde

tussentijds de situatie opnieuw te bekijken en beslissingen aan te passen of te herzien, zodat het project goed in kan spelen op veranderingen in de omgeving.²

4.3 Technologieverkenningen

Op infrastructuurniveau is een steeds grotere diversiteit waarneembaar. Afhankelijk van de gebruikte technologieën, netwerkarchitecturen, standaarden en protocollen, ontstaan nieuwe generaties toepassingen, waardoor gebruikersdiensten via steeds meer verschillende technologieën afgeleverd kunnen worden.

Zonder technologieontwikkeling zijn we niet in staat naar nieuwe toepassingen te zoeken. Van technologieontwikkeling gaat een impuls uit, wat een reden is dat we haar moeten stimuleren.³

Gezien de impact en betekenis van technologische ontwikkelingen op individuen, organisaties en de samenleving, is het belangrijk zicht te hebben op ontwikkelingen in het technisch domein en hoe technologieën mede vormgegeven kunnen worden.

Dit hoofdstuk bevat daarom een aantal technologische verkenningen. Technologieverkenningen zijn gericht op het in kaart brengen van ontwikkelingen en mogelijke technische trends. Exacte voorspellingen over het slagen of falen van bepaalde technologieën, over welke technologieën voor wie uiteindelijk relevant zijn, hoe ze gebruikt worden en welke mogelijke effecten we kunnen verwachten, zijn in vroege stadia van technologie-introductie moeilijk te doen. Daarvoor is de ontwikkeling van de technologie, de acceptatie door de gebruiker en de wijze waarop deze uiteindelijk een zinvol gebruik weet te vinden, afhankelijk van te veel factoren en actoren.

4.4 Transmissiemedia

Transmissiemedia verzorgen het transport van signalen door middel van elektromagnetische golven. Zij zijn te onderscheiden in geleide (draadgebonden) en ongeleide (draadloze) transmissiemedia. Tot de geleide transmissiemedia behoren koper-, coax- en glasvezelkabels. Bij ongeleide media planten de elektromagnetische golven zich voort in de vrije ruimte. Tot de in de telecommunicatie toegepaste ongeleide transmissiemedia behoren verschillende soorten radio- en optische straalverbindingen.

Belangrijke eigenschappen van een transmissiemedium zijn de bandbreedte (het deel van het frequentiespectrum dat wordt doorgelaten) en de afstand die de transmissie-apparatuur kan overbruggen die op dit moment technisch en financieel realiseerbaar is. Bandbreedte en bereik bepalen in sterke mate de toepassingsmogelijkheden van transmissiemedia in telecommunicatiesystemen. Zowel bandbreedte als bereik worden beperkt door drie verschijnselen: demping, vervorming en ruis.⁴

	CONVENTIONEEL	NIEUW
GELEID	Koper twisted pair coax I	Glasvezel II
ONGELEID	WLL III	Optische straalverbindingen IV

Figuur 4.3: Vier groepen transmissiemedia

² Watkins, T., Real options theory. <http://www.sjsu.edu/faculty/watkins/realoptions.htm>

³ Bouwman, 2001

⁴ Dommering et al., 1999, hoofdstuk 2

Transmissienetwerken zijn in vier groepen te verdelen. Een eerste onderscheid is gemaakt tussen geleide en ongeleide media. Een tweede onderscheid bestaat tussen reeds liggende of conventionele netwerken op de local loop en nieuwe alternatieven. Onder de huidige infrastructuur vallen de coax kabel, het PSTN koperen netwerk en WLL. Glasvezelkabel en optische straalverbindingen komen aan de orde als mogelijke nieuwe infrastructuur. In figuur 4.3 zijn deze vier groepen transmissiemedia schematisch weergegeven.

- *Breedband transmissietechnologieën*

De vier transportnetwerken hanteren verschillende transmissietechnologieën om breedband mogelijk te maken. Bestaande technologieën gebruiken verschillende onderliggende transmissie media: koperkabels, coaxiale kabels, optische glasvezelkabels en draadloze kanalen. Het publieke telefoonnetwerk is voornamelijk een netwerk op koperbasis terwijl het CATV (kabel televisie) netwerk voornamelijk coaxiaal kabel gebruikt. Persoonlijke mobiele communicatie diensten of point-to-point (PtP) microgolf verbindingen zijn voorbeelden van communicatie op draadloze basis. Optische glasvezelkabels beperkten zich aanvankelijk tot de backbones maar vervangen geleidelijk steeds verder het traditionele netwerk in de richting van de eindgebruiker.

- *Breedbanddiensten*

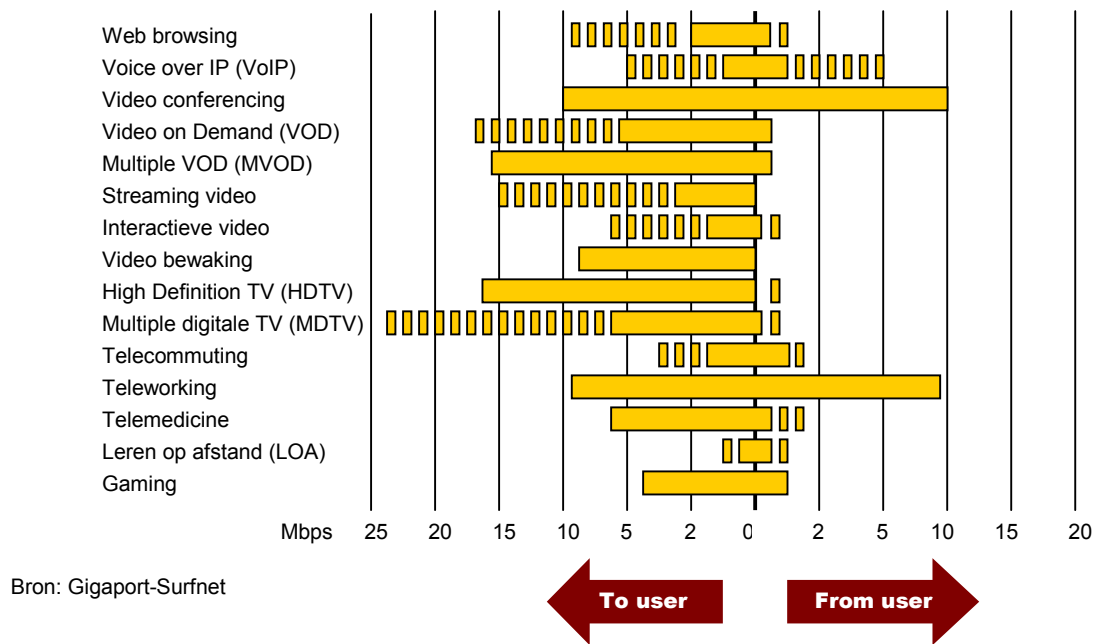
De diensten die 10 Mbps symmetrisch nodig hebben om op aanvaardbare snelheid verstuurd te kunnen worden, worden aangeduid met breedbanddiensten. Onderstaande figuur visualiseert het dienstenspectrum van vandaag en de nabije toekomst met daarbij aangegeven hoeveel bandbreedte zowel upstream als downstream benodigd is voor het toepassen van deze diensten.

- *Criteria*

De in dit hoofdstuk beschreven breedbandtechnologieën zijn allen beschreven aan de hand van een reeks eigenschappen. Per techniek is allereerst nauwkeurig beschreven hoe het netwerk er voor de behandelde technieken technologieën in elkaar zit.

Om de transmissietechnologieën met elkaar te vergelijken, is elke technologie onderzocht op een reeks belangrijke criteria. Soms komt het voor dat een criteria niet beschreven is, hetgeen te wijten valt aan onvoldoende informatie over de betreffende technologie of het niet van toepassing zijn van het criterium op de betreffende technologie. De volgende criteria zijn per technologie onderzocht:

- Compatibiliteit: benodigde aanpassingen in het huidige netwerk
- Netwerkc capaciteit en bereik
- Standaardisatie
- Frequentiespectrum (bij ongeleide media)
- Dienstenpakket
- Kosten
- Ontwikkeling
- Schaalbaarheid (geografisch en technisch)
- flexibiliteit



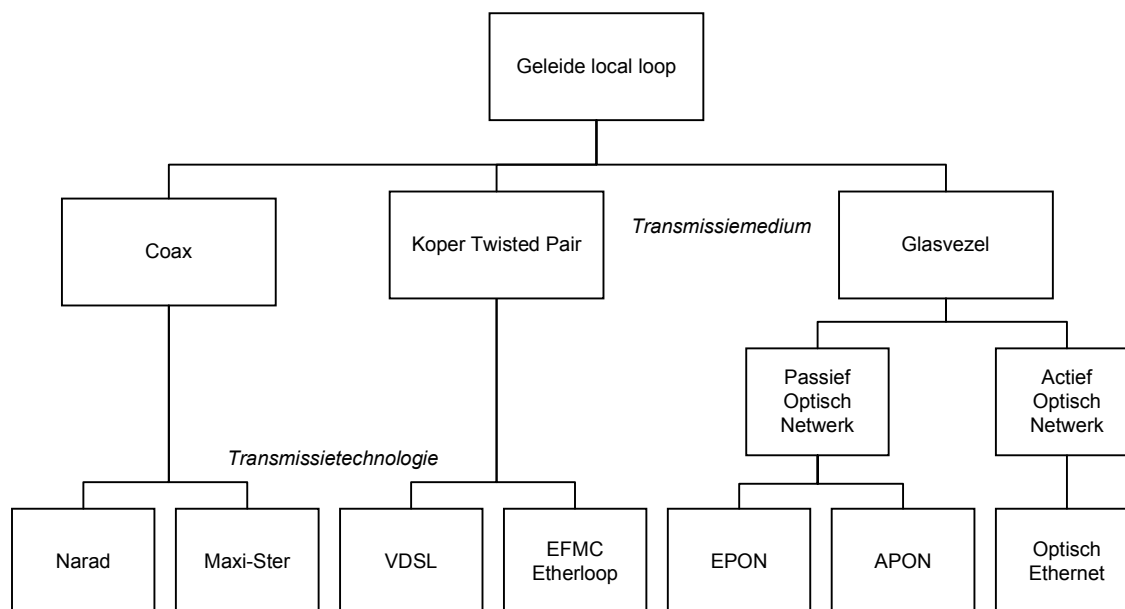
Figuur 4.4: Voorbeelden diensten en benodigde bandbreedte⁵

Dit hoofdstuk is opgebouwd uit vier delen, welke overeenkomen met de vier cellen uit figuur 4.3. Eerst volgt een beschrijving van de geleide transmissiemedia, daarna van de ongeleide transmissiemedia.

⁵ Cijfers zijn enigszins betrekkelijk, afhankelijk van toegepaste compressietechnieken, gewenste kwaliteit en technologie ontwikkelingen.

Geleide transmissiemedi

Bij geleide media is sprake van netwerkcommunicatie waarbij de informatie verstuurd wordt over fysieke verbindingen tussen de zender en de ontvanger. Tot de geleide transmissiemedi behoren koper-, coax- en glasvezelkabels. Voor het realiseren van een symmetrische bandbreedte van 10 Mbps moeten nieuwe technologieën worden toegepast die in meer of mindere mate aanpassingen in het netwerk vereisen. In de volgende paragrafen worden deze technologieën besproken voor de geleide local loop. Figuur 4.5 geeft een schematisch overzicht.



Figuur 4.5: Breedband transmissietechnologieën voor de geleide local loop

I Conventionele technologieën voor geleide transmissiemedi

4.5 Het telefoonnet: Koper Twisted Pair

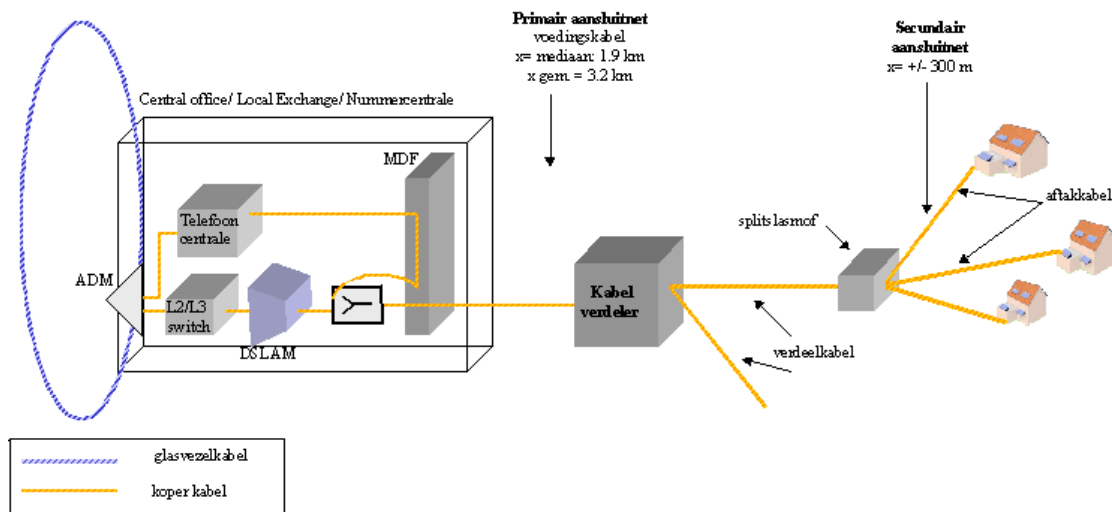
Het Nederlandse telefoonnet is hiërarchisch opgebouwd en bestaat uit de volgende onderdelen:

Tabel 4.1: Opbouw van het telefoonnet⁶

Hiërarchisch niveau	Vertakking
Regio	2 x 20 verkeerscentrales
Stad/dorp	550 nummercentrales
Wijk/dorp/gehucht	1360 hoofdverdelers
Voedingskabel	600, 900 aderparen per kabel
Kabelverdelers	Ca. 25 duizend verdeelkasten/ kabinetten
Aftakkabel	25, 50, 150 aderparen per kabel
Lassen	Ca. 500 duizend ondergrondse lasmoffen
Aftakkabel	9 miljoen aftakkingen naar panden

⁶ Expertinterview met H. Rood (Stratix), 2003

In onderstaande figuur is het lokale telefoonnet gevisualiseerd. Na de nummercentrales in de steden en dorpen is het Nederlandse telefoonnet verglaasd en valt dus buiten de scope van dit rapport, waarin het draait om het netwerk tot de nummercentrale.



Figuur 4.6: Het lokale telefoonnet (ADSL configuratie)

Voor dezelfde onderdelen binnen een telefoonnet verstaan verschillende termen die doorgaans door elkaar gebruikt worden, hetgeen kan leiden tot verwarring. Ook worden de termen vaak verward met de terminologie van kabelnetwerken. Ter verduidelijking zijn in onderstaande tabel de terminologieën onder elkaar gezet.

Tabel 4.2: Andere termen voor dezelfde functies in het telefoon- en kabelnetwerk

	Component	Andere benamingen	Passief / actief
Telefoonnetwerk	Kabelverdeelkast	Remote node Kabelverdeler Kabinet	Passief
	Splitslasmof	Manhole	Passief
	Nummercentrale (NRC)	Central Office (CO) Main distribution frame (MDF) Local Exchange Wijkcentrale	Actief
Kabelnetwerk	Wijkcentrum	Wijkkast	Meestal actief

Het aansluitnet is door verschillende ontwikkelingen steeds belangrijker geworden. Naast telefonie willen gebruikers toegang tot internet en andere breedbandige diensten. Ook aan de aanbodkant neemt het aantal partijen dat deze diensten wil leveren toe. Het aansluitnet heeft echter een beperkte capaciteit en het geheel vervangen van het aansluitnet door een glasvezelnet is nu nog een te kostbare operatie. Om deze redenen is gezocht naar methoden om de capaciteit van het huidige aansluitnet te vergroten of beter te benutten.⁷

Al een geruime tijd is het mogelijk om via een modem digitale diensten te ontvangen via de koperen aansluitlijn van het PSTN, het telefoonnetwerk van KPN Telecom. De datasnelheid die te bereiken is met een modem is theoretisch 64 Kbps en praktisch 56 Kbps. Inmiddels zijn er

⁷ Dommering, et al., 1999, H2

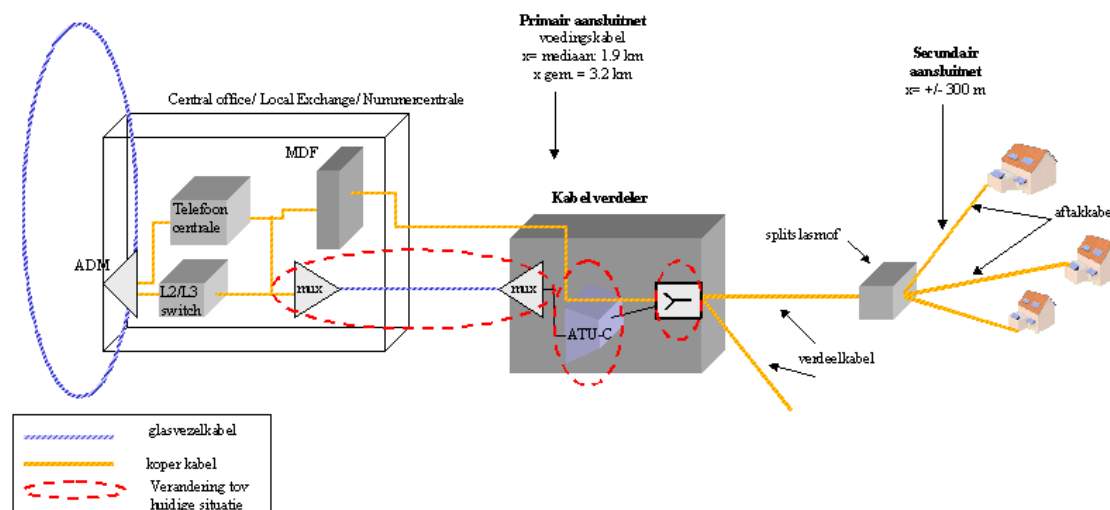
verschillende technieken voorhanden om deze snelheid op te schroeven. Een belangrijke bottleneck in het telefoonnetwerk was de telefooncentrale. Om deze te omzeilen, is een bypass in de nummercentrale (NRC) geplaatst, namelijk de digital subscriber line access multiplexer (DSLAM). Sindsdien zijn verschillende vormen van DSL mogelijk geworden. Om aan de in dit rapport gehanteerde definitie van breedband, een snelheid van 10 Mbps te voldoen, komt van deze vormen alleen VDSL in aanmerking als transmissietechniek over het kopernetwerk. Het verloop van dit rapport zal daarom andere DSL technieken niet nauwkeurig in oenschouw nemen. De techniek VDSL zal nu nader worden toegelicht.

4.5.1 VDSL

Very High-speed DSL (VDSL) is een deels evolutionaire opvolger van ADSL2. Het is als technologie vooral nuttig voor gevestigde operators die niet opnieuw de eerste paar honderd meter vanaf de klant willen aanleggen. In de VS bieden sommige bedrijven al in beperkte gebieden VDSL diensten aan. In Nederland wordt deze techniek tot nu toe slechts sporadisch ingezet.

▪ Netwerkkarchitectuur

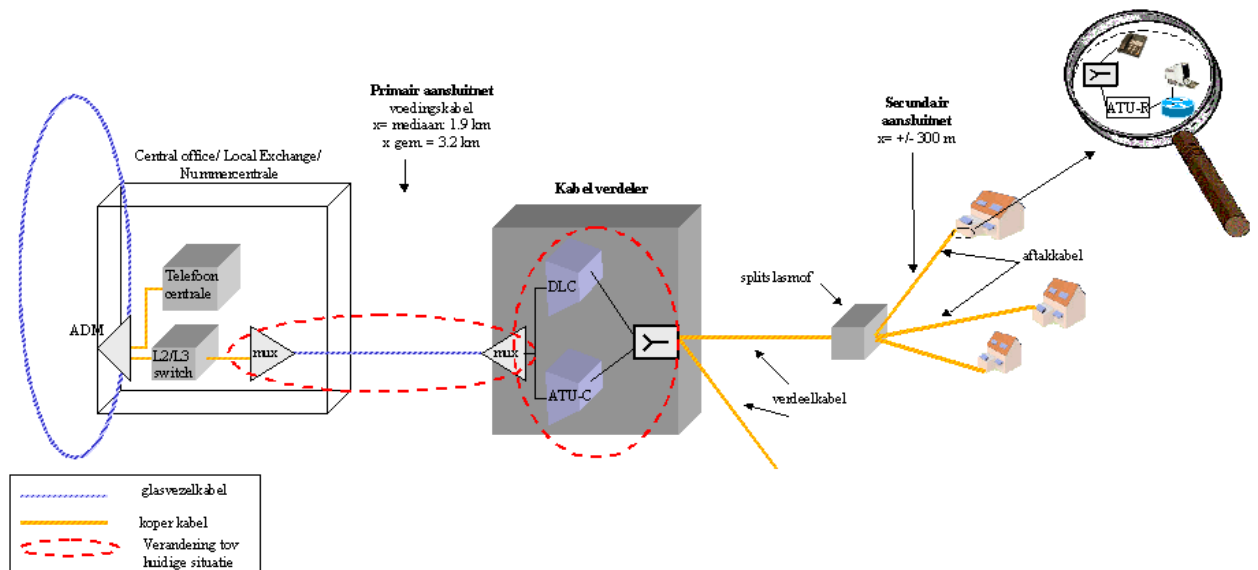
Er bestaan twee versies van VDSL, een eerste, waarbij een koperlijn en een glasvezel naast elkaar bestaan tussen de nummercentrale en de kabelverdeelkast en een tweede, waarbij op dit stuk alleen sprake is van glasvezel.



Figuur 4.7: VDSL configuratie met deels glasvezel en deels koperTP in het primaire aansluitnet

Bij de eerste vorm (figuur 4.7) wordt het telefoonverkeer nog steeds geheel over de bestaande koperlijn afgehandeld. Het dataverkeer wordt via het VDSL- modem over de koperlijn naar een optical network unit (ONU) in het kabinet gestuurd en daar via een multiplexer (mux) op de glasvezel gezet. Een kabinet is een kast in een wijk en vormt het punt waar de verbinding vanuit de centrale wordt beëindigd. In deze kast bevinden zich actieve apparatuur, elektriciteit, VDSL-modems, de kabelverdelers en ONU's. Een ONU is de apparatuur die het optisch signaal omzet in een elektrisch signaal. Dit kan met verschillende capaciteiten en op verschillende manieren. In het kabinet bevindt zich een VDSL poort die optische lichtsignalen in elektrische signalen converteert en vice versa. Vanuit meerdere ONU's in de kabelverdeelkast loopt een glasvezelkabel naar de wijkcentrale.

Bij tweede vorm (figuur 4.8) is tevens de functie van de hoofdverdelers verplaatst naar de kabelverdeelkast. Deze functie wordt hier overgenomen door een Digital Loop Carrier (DLC). Het telefoonverkeer en het dataverkeer worden nu beide over de glasvezel getransporteerd. De hoeveelheid beheer in de nummercentrale neemt hierdoor sterk af maar het onderhoud in de kabelverdeelkast neemt toe. Tevens valt een stuk onderhoud weg, omdat de koperkabel niet meer bestaat.



Figuur 4.8: VDSL configuratie met alleen glasvezel op het primaire aansluitnet

▪ *Compatibiliteit*

Voor de ontwikkeling van DSL dient de provider een wijkcentrale te voorzien van DSL apparatuur alsmede de benodigde transmissie tussen de wijkcentrale en zijn netwerk te realiseren. Hiervoor zal de provider— soms in samenwerking met KPN— de centrale geschikt maken en de nodige investeringen doen om apparatuur en verbindingen te realiseren.

In het huidige netwerk ligt in de meeste gevallen glasvezel tot de NRC, vanaf dit punt worden data middels ADSL naar de huizen gebracht. VDSL kan deze afstand echter niet overbruggen. De glasvezelkabel moet worden doorgetrokken tot de kabelverdeelkast van een wijk (circa 300 m van de woning). Men spreekt in dit geval van FttN (fiber to the neighbourhood). Deze verdeelkasten bevatten op dit moment geen elektronica. Voor VDSL moet deze geïmplementeerd worden. Een vervolgstap is dat de glasvezelkabel infrastructuur wordt doorgetrokken tot de straatkasten (Fiber to the curb of FttC). Vanaf de straatkasten worden data verder via koperbedrading in de huizen gebracht. In de woning zal de verbinding worden afgesloten zoals beschreven voor de VDSL uitrol. De snelheden en mogelijkheden van een dergelijke configuratie zijn zoals beschreven voor VDSL.

Anno 2002 zijn er nog geen kabelverdeelkasten (geschikt voor actieve apparatuur) zo dicht bij de eindgebruiker dat VDSL mogelijk is. Technisch gezien kan er ook gebruik gemaakt worden van de Digital Subscriber Line Access Multiplexer (DSLAM) in de wijkcentrales van KPN maar deze liggen op te grote afstand ($> 1,5$ km) van de eindgebruikers. Om VDSL toegankelijk te maken is de aanleg van glasvezel tot in de kabinetten vereist, die via een glasvezel met de NRC verbonden zijn voor dataverkeer. Net als met ADSL zal er in de huizen een VDSL-modem moeten worden geplaatst om het openbare net af te sluiten.

▪ *Netwerkc capaciteit en bereik*

De capaciteit bij de eindgebruikers is afhankelijk van de lengte van de VDSL lijn. Met VDSL kan een asymmetrische verbinding van 52 Mbps downstream en 16 Mbps upstream worden gerealiseerd tot een afstand van 465 meter. Er is ook een symmetrische versie die in beide richtingen tot 26 Mbps levert bij dezelfde afstanden. Bij grotere kabellengtes neemt de maximale capaciteit voor beide varianten af. In druk bewoonde centra zal het wel mogelijk zijn consumenten aan te sluiten maar daarbuiten zal de bouw van veel nieuwe straatkasten noodzakelijk zijn.

In de praktijk blijken de prestaties van DSL-technieken, naast de afstand tussen de centrale en de eindgebruiker, ook van een aantal andere zaken af te hangen, zoals de precieze uitvoering

en conditie van het aansluitnetwerk en het aantal actieve gebruikers dat gemeenschappelijke faciliteiten deelt.⁸

▪ *Standaardisatie*

VDSL is nog niet in wijdverspreide productie. Standaardisatie van VDSL heeft zowel in het Europese Telecommunicatie Standaardisatie Instituut (ETSI) als het Amerikaanse Nationale Standaardisatie Instituut (ANSI) plaatsgevonden.⁹ Inmiddels is de ETSI TS 101-270-1 VI.2.1 (S5) standaard aan VDSL toegekend.

▪ *Dienstenpakket*

Vrijwel alle diensten die via ADSL worden aangeboden kunnen ook via VDSL worden aangeboden.¹⁰ Andere diensten die mogelijk zijn met VDSL zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 4.3: Dienstenpakket VDSL

	Web browsing	VoIP	Video conferencing	VOD	MVOD	Streaming video	Interactive video	Video bewaking	HDTV	MDTV	Telecommuting	Tele working	Tele medicine	LOA	Games
VDSL	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X

▪ *Kosten*

De trade-off voor een operator bij de keuze voor VDSL is die tussen de snelheid die de klant krijgt en het aantal kabinetten dat geplaatst moet worden.¹¹ Het plaatsen van de ONU dicht bij de klant betekent een hogere snelheid maar verdere verglazing en daarmee hogere kosten. De eenmalige investeringen bedragen per wijkcentrale (voor ADSL) gemiddeld ca €125.000.

▪ *Ontwikkeling*

Een FTTC concept met VDSL modems kan als onderdeel van een migratiepad van breedband fungeren. Het laatste stukje local loop kan ook in een later stadium aangelegd worden, hetzij door particuliere gebruikers, hetzij door private of publieke ondernemingen of een samenwerkingsverband hiertussen.¹²

▪ *Schaalbaarheid*

Voor het realiseren van één extra VDSL aansluiting, moet een VDSL modem (een netwerkterminal) geplaatst worden bij de eindgebruiker en moet er een VDSL line terminal in de ONU in de wijkkast bijgeplaatst worden. Eerst moet VDSL per wijk mogelijk gemaakt worden, hierna kunnen mensen één voor één kiezen om wel of geen VDSL te nemen. De vraag is waar het break-even point ligt voor het aantal actief aangesloten woningen in een wijk en het verbouwen van wijkkasten. Hoe lager dit punt in aantallen gebruikers, hoe beter de geografische schaalbaarheid. Technisch is VDSL schaalbaar tot 52 Mbps.

Het verkrijgen van vergunningen, bestellen en plaatsen van apparatuur in de wijkcentrale alsmede het integreren van de nieuwe locatie in het netwerk duurt een aantal maanden. Het is dus niet zo dat VDSL direct geleverd kan worden als wordt besloten een nieuwe wijkcentrale te ontwikkelen. De gemiddelde doorlooptijd tussen besluit en oplevering is 3 tot 4 maanden.

⁸ Expertgroep Breedband, 2002, p.13

⁹ Ook het DAVIC (Digital Audio Video Council) houdt zich met VDSL-standaardisatie bezig

¹⁰ Capaciteitsaspecten Breedband Toegang, 2002

¹¹ idem

¹² <http://www.zbc.nu/main.asp?ChapterID=415> ZBC consultants BV

4.5.2 EFMC en Etherloop

Ethernet in de first mile over copper, of EFMC, is een PtP toegangstechnologie die gebruik maakt van Ethernet over bestaande koperen telefoondraden. De bandbreedte is groter of gelijk aan 10 Mbps en de te overbruggen afstand is groter dan 750 meter zonder repeaters of hubs. EFMC kan parallel gebruikt worden aan DSL, POTS en digitale diensten. EFMC technologieën zijn geschikt voor het leveren van kosteneffectieve breedbanddiensten aan hoogbouw. Voorbeelden van EFMC technieken zijn Cisco's Long Reach Ethernet (LRE) en Ethernet over VDSL (EoVDSL). Deze varianten gebruiken de DSL lijn als huurlijn. Het nadeel van deze technieken is, dat er continu een stevig transmissiesignaal op de lijn staat, wat veel overbodig datatransport met zich meebrengt. Een techniek waarbij dit continue signaal niet nodig is, is Etherloop van Elastic Networks¹³. Het geavanceerde aan Etherloop is dat het pakketten verzendt en geen signaal verstuurt wanneer er geen gebruiker actief is. Van deze technologie geeft deze paragraaf een gedetailleerde uitwerking.

EtherLoop is een fabrieksspecifieke technologie en is ontwikkeld door Elastic Networks. De technologie is een combinatie van de DSL (Digital Subscriber Line) technologie voor signaaltransmissie en Ethernet technologie voor het protocol en data controle. DSL maakt hoge transmissiesnelheden mogelijk en Ethernet levert de betrouwbaarheid van dataoverdracht en flexibiliteit.

De bursttransmissie die kenmerkend is voor Ethernet vormt een belangrijk voordeel ten opzichte van het traditionele xDSL. Etherloop gebruikt, in tegenstelling tot xDSL technologieën geen constante bitstroom. Mede door dit fundamentele verschil kunnen met EtherLoop de drie belangrijkste beperkingen van transmissie over koper worden ondervangen: kwaliteit van de transmissielijn, afstand en overspraak.

Het belangrijkste voordeel van Etherloop boven xDSL is de lagere vermogensconsumptie en lage storingsgevoeligheid op andere in de koperkabels aanwezige technieken. Dit maakt betere aanpassing aan de omstandigheden op het netwerk mogelijk en creëert minder interferentie met andere telecommunicatie apparatuur. EtherLoop past zich altijd aan om te verzekeren dat zijn eigen signalen niet interfereren met andere signalen in de bundel. Nadeel van EtherLoop is dat het net als de Ethernetstandaard een *best-effort* techniek is en geen doorvoercapaciteit garandeert. EtherLoop is een half-duplex dienst. Het wijst de gehele bandbreedte die beschikbaar is op de koperlijn toe aan de zender wanneer deze data verstuurt.

- *Netwerkarchitectuur*

EtherLoop wordt ingezet over de local loop in een topologie die vergelijkbaar is met een apart station dat is verbonden met een Ethernetswitch, waardoor het dezelfde privacy mogelijkheden heeft als andere DSL varianten. Met Etherloop is line-sharing mogelijk, waarbij Etherloop en telefonie tegelijkertijd over dezelfde lijn plaatsvinden. Het telefoonsignaal wordt via de splitter analoog verzonden op lage frequenties. Etherloop begint pas bij 30 kHz, wat, net als bij ADSL, de spraakband volledig vrijhoudt (frequentiestapeling). Voor Etherloop is een verbinding met het publieke telefoonnet echter niet noodzakelijk. Het systeem kan direct met een centrale van de Etherlooppvider communiceren via een paar reguliere koper TP lijnen. Deze kunnen van een andere aanbieder gehuurd zijn. De telefoonlijn is met deze constructie altijd beschikbaar voor spraakcommunicatie. De configuratie van Etherloop in het huidige telefoonnet is weergegeven in figuur 4.9. Het gebied binnen de rode stippellijn bevat aangepaste apparatuur.

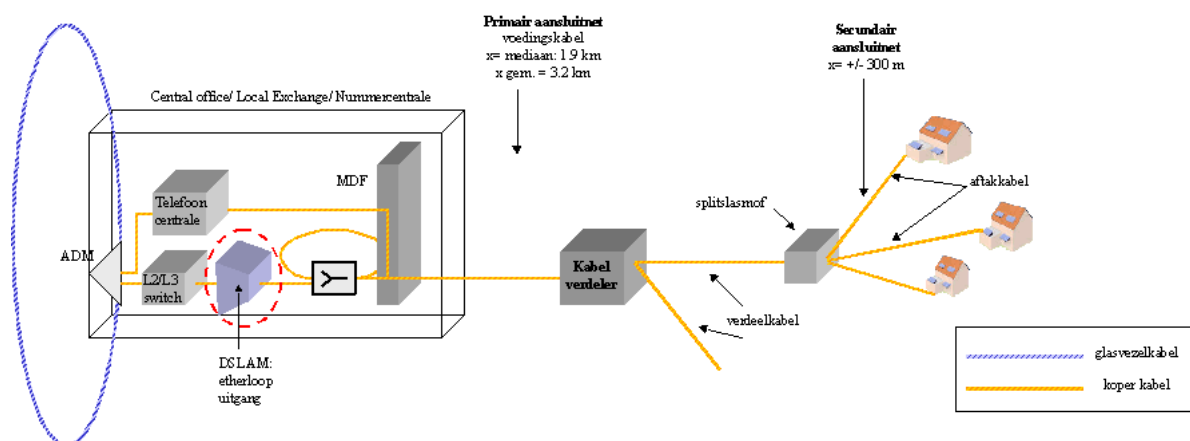
- *Netwerkcapaciteit en bereik*

De maximale snelheid van het oorspronkelijke Etherloop (Etherloop1) is 2 Mbps over een afstand van 3650 m.¹⁴ Over langere afstanden neemt de snelheid af. Testresultaten van Paradyne Networks uit augustus 2002 geven aan dat met een bidirectionele verbinding een datasnelheid mogelijk is van 9,1 Mbps over een afstand van ruim 900 m. De nieuwe versie, Etherloop2, verstuurt data in het lab met 80 Mbps over 600 m, veel sneller dan VDSL onder

¹³ Elastic Networks is een afsplitsing van Nortel Networks Corp. In 2002 is Elastic volledig overgenomen door Paradyne Networks.

¹⁴ Stanley, 2001

gelijke omstandigheden.¹⁵ Deze versie draait echter nog in laboratorium opstelling. Paradyne verwacht dat 100 Megabit EtherLoop2 in 2003 op de markt verschijnt.



Figuur 4.9: Etherloop configuratie

▪ Compatibiliteit

De enige aanpassing in het telefoonnet die benodigd is voor Etherloop is een Etherlooppuitgang op de DSLAM in de NRC (zie figuur 4.9). Voor line-sharing moeten bridges in de NRC en Etherloop apparatuur in de straatkasten geïnstalleerd worden.

▪ Kosten

In Canada levert Edsonet een Etherloop basisverbinding tegen een maandelijks bedrag van \$22,50 voor particuliere (en \$37,80 voor zakelijke) gebruikers.¹⁶ Marktconform geprijsde Ethernet chipsets zorgen voor veel minder dure eindgebruikersapparatuur (CPE¹⁷) en service providers kunnen de datauitwisseling tussen hun kantoren baseren op het goedkope Ethernet in plaats van op het dure ATM (zoals bij VDSL).

▪ Dienstenpakket

Etherloop biedt gebruikers de mogelijkheid tegelijkertijd toegang te krijgen tot spraak en data over een enkele telefoonlijn. Breedband applicatie die ondersteund worden door Etherloop zijn¹⁸ weergegeven in onderstaande tabel. Aangezien Etherloop1 niet onder de gehanteerde definitie van breedband valt is alleen het dienstenpakket weergegeven dat aangeboden kan worden over Etherloop2.

Tabel 4.4: Dienstenpakket Etherloop2

	Web browsing	VoIP	Video conferencing	VOD	MVOD	Streaming video	Interactieve video	Video bewaking	HDTV	MDTV	Telecommuting	Tele working	Tele medicine	LOA	Games
Etherloop 2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

▪ Schaalbaarheid

Geografisch is Etherloop eerst schaalbaar per aantal eindgebruikers per straatkast waar apparatuur geplaatst moet worden. Hierna is het aansluiten van één extra gebruiker een kwestie van de juiste apparatuur aanschaffen. Technisch is met Etherloop2 de snelheid op te schalen richting tot 100 Mbps, afhankelijk van de te overbruggen afstand.

¹⁵ Burststein, 2002

¹⁶ <http://www.yellowhead.com>

¹⁷ CPE staat voor Customer Premises Equipment

¹⁸ Persbericht: Elastic Networks Announces EtherLoop2 Technology - Enables Ethernet at 100 Mbps Over Regular Phone Lines, 6-6-2001

- *Toepassingen*

Etherloop wordt reeds succesvol toegepast in private netwerken, zoals hotelcomplexen en congrescentra, aangezien daar minder strenge eisen gesteld worden aan standaarden.

- *Ontwikkelingstijd*

Zolang er geen standaard is voor Ethernet in het aansluitnet op basis van Etherloop, zal er geen grootschalige implementatie op gang komen. Het standaardisatieproces is reeds enkele jaren gaande. Wanneer Etherloop wordt gestandaardiseerd, is dit een reële optie als alternatieve breedbandtechnologie voor de local loop.

4.5.3 Samenvatting

In onderstaande tabel zijn de kopertechnieken symmetrisch VDSL en Etherloop met elkaar vergeleken. Deze tabel is gebaseerd op uitgebreidere gegevens dan in de voorgaande paragraaf is beschreven.

Tabel 4.5: Fixed local loop koper twisted pair

	VDSL symmetrisch	Etherloop (2)
Maximale bandbreedte	26 Mbps	▪ 100 Mbps PTP (Levert in laboratoriumsetting) ▪ 80 Mbps over 600 m.)
Maximaal bereik	465 m	7 km (> 10 Mbps)
Aanpassingen	▪ Bouw kabinetten ▪ Elektronica in wijkverdeelkasten ▪ VDSL modem ▪ Fiber nodig tot: wijkkasten (FttN), straatkasten (FttC) of eindversterkers (FttB)	▪ Installeren van bridges ▪ Etherloop apparatuur in straatkasten en telefooncentrale ▪ Fiber nodig tot wijkkasten
Standaardisatie	Proces is bezig, standaard verwacht tussen 2004 en 2006	Nee
Diensten	▪ Alle ADSL diensten; Symm. Internet; VoIP; VPN ▪ Videoconferencing; Streaming video	Spraak, data, IP-TV en video, VoIP, VoD, telewerken, teleleren, HDTV, digitale televisie, interactief winkelen, teleconferencing, telezorg
Kosten	Hoog: aanpassingen in netwerk zijn duur	▪ \$22,50 pmd particulier; \$37,80 pmd zakelijk ▪ Modem \$300.
BB in 3 jaar?	Ja	Etherloop1 wordt reeds toegepast maar is geen breedband. Etherloop2 wordt snel verwacht.
Schaalbaarheid	Eerst per wijk, hierna per straat, dan per huis	Per huis
Toepassingen	▪ Bungalow-parken; rurale buurtschappen; binnensteden ▪ Kantoorgebouwen; appartementencomplexen	▪ Hotelcomplexen, congrescentra; ▪ Appartementen in flats, studentenhuizen ▪ Universiteiten, scholen en bibliotheken.

4.5.4 Afwegingen kopertechnieken

- *Afwegingen VDSL*

Bij de afwegingen om wel of niet voor VDSL te kiezen, spelen drie factoren een belangrijke rol: het eigendom van de gebruikte koperlijnen, de vereiste betrouwbaarheid van de verbindingen en standaardisatie.

- *Eigen lijnen of gebruik van bestaande lijnen?*

Bij VDSL kunnen de koperverbindingen voor het laatste deel van de verbinding van de gevestigde operator worden betrokken maar dat creëert wel een afhankelijkheid van die operator.

- *Is de betrouwbaarheid van elektriciteitsnet voldoende voor internet?*

Door het plaatsen van elektronica in wijkkasten ontstaat afhankelijkheid van het elektriciteitsnet, waardoor de betrouwbaarheid van het netwerk afneemt. De beschikbaarheid van het elektriciteitsnet ligt namelijk lager dan de 99,999% van het telefoonnet. De vraag die hier centraal staat is dus of de beschikbaarheid van het elektriciteitsnet voldoende is voor internet bij de variant van glas en koper. Bij de variant met alleen glasvezel zal deze vraag ook voor telefonie gesteld moeten worden. Wil een telecomprovider een QoS van 99,999% aan haar

klanten blijven bieden, dan zal zij grote accu's moeten inbouwen in de aansluitkasten voor als de stroomvoorziening uitvalt (de betrouwbaarheid van het elektriciteitsnetwerk is namelijk lager dan 99,999%). Deze noodzakelijke handelingen zijn duur en nemen veel ruimte in beslag, welke juist schaars is in de huidige aansluitkasten. Het verkrijgen van toestemming voor uitbreiding van deze kasten is bovendien een erg moeizaam proces.

- *Wachten op een standaard?*

Hoewel standaarden nog niet volledig zijn vastgesteld zijn er al zeer veel omstandigheden te bedenken waar de nu al aangeboden technologie een uitkomst kan zijn. Te denken valt aan een bungalowpark waar wel al telefoonkabels naar de gebouwen in de grond liggen, maar glasvezel naar de gebouwen niet snel te verantwoorden is terwijl de afstanden er te overzien zijn. Andere marktsegmenten zijn bijvoorbeeld buurtschappen op het platteland, waar men wel tegen redelijke kosten een optische verbinding naar een kabelverdeelkast kan trekken, maar waar glasvezel naar de woningen nog duur is. De technologie lijkt voldoende gerijpt om in dergelijke marktsegmenten ingezet te kunnen worden.

▪ *Afwegingen Etherloop*

Ook bij Etherloop over de bestaande telefoonlijn speelt het probleem van afhankelijkheid van de huidige telecomproviders. Het leggen van nieuwe koperlijnen vormt echter gezien de beperkte technische schaalbaarheid en de hoge graafkosten geen aantrekkelijk alternatief. Etherloop is dan wel verder op te schalen dan VDSL maar bij aanleg van een nieuw netwerk kan beter direct voor glasvezel gekozen worden. Grote voordelen van Etherloop zijn de compatibiliteit met PSTN, ISDN en ADSL binnen dezelfde kabels en de lage kosten.

▪ *Etherloop versus VDSL*

Etherloop is efficiënter dan de telefoonlijn door burst mode verkeer. Het feit dat Etherloop gebaseerd is op standaard Ethernet maakt de installatie ervan erg eenvoudig. Op basis van het plug-and-play principe kunnen klanten het systeem zelf implementeren, hetgeen leidt tot een eenvoudiger en gebruikersvriendelijke installatie van de techniek en dus tot betere technische toegankelijkheid. Tevens levert het plug-en-play principe grote kostenbesparing op aan de gebruikerskant, wat een goede financiële toegankelijkheid met zich meebrengt. Veel netwerkbeheerders uit de computersector zijn bekender met Ethernet-technieken dan met het operationeel complexere ATM wat VDSL gebruikt, waardoor ze een leertraject vermijden. De cognitieve toegankelijkheid van Etherloop is dus hoger dan die van VDSL. Ook zijn bij Etherloop minder aanpassingen in het netwerk vereist en hoeft er niet verglaasd te worden. Vooral Etherloop2 biedt daarbij ook nog hogere snelheden dan VDSL.

4.6 Het CATV netwerk: Hybrid Fiber Coax (HFC)

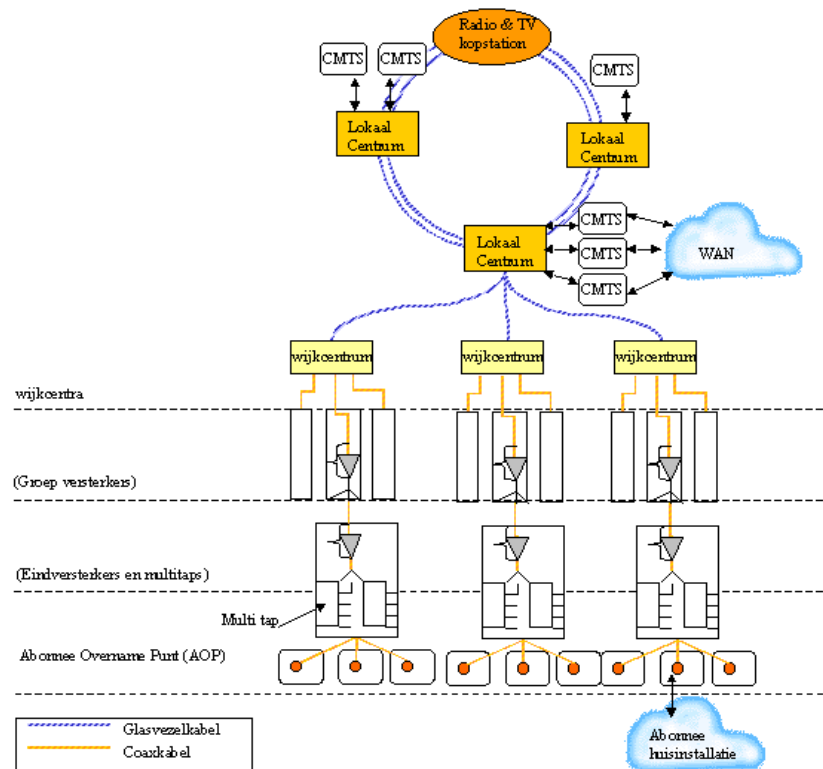
De penetratie van het kabelnetwerk in Nederland is 90%. Het kabelnetwerk bestaat op landelijk niveau uit een aantal regionale ringen. Per regio is er een aantal lokale ringen met daarin opgenomen de wijkcentra, die elk via een boomstructuur een verbinding met de eindgebruikers hebben. Bij moderne kabelnetwerken is het grootste gedeelte van de coax bekabeling tot het wijkcentrum vervangen door glasvezel. De meest bekende architectuur voor een actief optisch aansluitnet is dan ook het hybride glasvezel coaxnetwerk.¹⁹

▪ *Netwerkarchitectuur*

Hybrid Fiber Coax (HFC) netwerken bestaan uit glasvezelringen die de lokale centra met elkaar verbinden. Vanaf de lokale centra worden de optische signalen gedistribueerd over de wijkcentra, waar de overgang plaatsvindt van fiber naar coax. Vanaf de wijkcentra lopen individuele coaxiale kabels via de groepversterkers naar de eindversterkers. De eindversterkers bevinden zich in de aansluitkast op circa 50 m. van de huizen en vormen het begin van de Mini-Sternetten. Vanuit de eindversterker lopen 20 tot 25 afzonderlijke coaxiale aansluitkabels naar de huisaansluitingen ofwel de Abonnee Overgave Punten (AOP) van de afzonderlijke woningen. Deze aansluitkabels ontvangen hun radio-, televisie- en eventuele internetsignalen

¹⁹ I.W.T. Medialab

via de geplaatste eindversterker. De gemiddelde afstand tussen wijkcentrum en de AOP is ongeveer 1 km.²⁰ Zie voor visualisering van het netwerk figuur 4.10.



Figuur 4.10: Het CATV netwerk

De configuratie van kabelnetten in Nederland is niet overal hetzelfde. Doordat gemeenten indertijd allen hun eigen netwerken hebben aangelegd, heerst er een grote diversiteit. Globaal zien ze er uit als in bovenstaande figuur maar er bestaan ook grote onderlinge verschillen. Voor kabelproviders is het daarom zeer lastig om een nationaal geharmoniseerd netwerk te bouwen.

▪ Netwerkcapaciteit en bereik

In de praktijk is downstream een transportcapaciteit van ongeveer 38 Mbps per draaggolf beschikbaar en upstream maximaal 2,5 tot 5 Mbps. Voor upstream is de frequentieband van 5-65 MHz gereserveerd. De frequentieband voor downstreamverkeer is 85-862 MHz. Elk kanaal wordt gedeeld door meerdere gebruikers. Het downstreampad van een kabelnet wordt hoofdzakelijk gebruikt voor distributie van analoge radio- en televisiekanalen. Hoogstens enkele kanalen zijn vrijgemaakt voor digitale interactieve diensten. De praktisch beschikbare capaciteit voor eindgebruikers is afhankelijk van verschillende factoren. De plaats van de Cable Modem Termination System (CMTS) in het netwerk, de penetratiegraad van kabelmodems, het aantal gebruikers en het surfgedrag van abonnees bepalen met name de snelheid tussen de backbone en de individuele gebruiker. De afhankelijkheid van deze factoren komt voort uit het feit dat de totaal beschikbare bandbreedte van het medium gedeeld moet worden (shared) tussen de gebruikers.

Een aanbieder kan echter kiezen voor een bepaalde mate van oversubscriptie. Een alternatief voor oversubscriptie is om het aantal personen dat aangesloten is op de wijkcentrale of de eindversterker, te verlagen. Zo wordt de capaciteit over minder personen verdeeld en stijgt de bandbreedte die per huishouden beschikbaar is. Minder aansluitingen leidt wel tot een reductie in de schaalvoordelen. Een ander alternatief om meer bandbreedte te verkrijgen is het toepassen van meerdere golflengtes licht (WDM).

²⁰ Capaciteitsaspecten Breedband Toegang, 2002

- *Upgraden van kabelnetten*

Om gebruikers hogere snelheden te bieden, is capaciteitsgroei noodzakelijk. De capaciteit van HFC netwerken kan in een aantal stappen worden vergroot.

Ten eerste bieden kabelmodemdiensten een manier om, naast doorgifte van televisiediensten, toegang tot breedbandig internet te ondersteunen over een CATV netwerk. Kabelmodems gebruiken in dit geval één of meer CATV kanalen als een gedeeld medium voor toegang tot Internet. Dit vergt echter de nodige investeringen om het netwerk geschikt te maken voor tweewegsverkeer. Kabelmodems die snelheden tot 2 Mbps mogelijk maken, zijn tegenwoordig al in zeer veel gebieden beschikbaar.²¹ Drastische verhogingen in de capaciteit vergen echter substantiële investeringen: er moeten vergaande uitbreidingen in de periferie van het netwerk worden gedaan, al dan niet gecombineerd met een digitalisering van (een deel van) het televisieaanbod.

Om breedbandige datanetwerken te realiseren over HFC moeten twee belangrijke veranderingen in het netwerk worden doorgevoerd. Om de upstream bandbreedte te verhogen, moet het traditionele time-shared²² karakter van het upstream spectrum geëlimineerd worden. Daarnaast moet het netwerk geschikt gemaakt worden voor symmetrisch breedbandverkeer. Er zijn verschillende technieken in ontwikkeling om het traditionele time-shared karakter van het upstream spectrum uit te schakelen, maar deze worden hier verder niet behandeld.

Er zijn drie opties om het CATV netwerk symmetrisch te maken:

1. Upgraden van de CMTS, waardoor aan de upstreamkanalen (van de bewoner naar het netwerk) meer en slimmer capaciteit wordt toegedeeld (zie paragraaf 4.6.1)
2. Nieuwe technieken, die gebruik maken van transmissie boven de 1GHz zodra de laatste actieve versterker is gepasseerd. Een voorbeeld hiervan is Narad networks²³ (zie paragraaf 4.6.2)
3. Het aanleggen van coaxkabels uit woningen tot de actieve apparatuur in een wijkcentrum. Een voorbeeld van deze techniek is "Maxi-Sternet" (zie paragraaf 4.6.3)

4.6.1 Upgraden van de CMTS (Cable Modem Termination System): CMTS+

Een mogelijke stap in opwaardering is de techniek van 'virtueel glas'. Dit wil zeggen dat de capaciteitsvoordelen van een glasvezelnetwerk naar het coaxgedeelte van het HFC netwerk gebracht worden. Omdat het kabelnet van origine ontworpen is als broadcastinfrastructuur, is upgradering van de CMTS vereist om zeer hoge datasnelheden mogelijk te maken. Deze aanpassing bestaat uit het plaatsen van versterkers in de Central Offices die in twee richtingen versterken. De oude versterkers werkten slechts in één richting. Naast het fysieke gedeelte in de head-ends moet ook de gehanteerde protocolarchitectuur geschikt zijn voor hoge snelheden. Daarnaast moeten de centrale punten dicht bij de gebruiker gebracht worden. De centrale punten in de huidige CATV netwerken liggen tot 10 km van de klant af. Dat betekent dat het signaal richting de eindgebruiker voortdurend versterkt moet worden met mogelijk signaalverlies als gevolg. Door deze centrale punten dicht bij de eindgebruikers te brengen, wordt de afstand die het signaal moet afleggen een stuk korter. De apparatuur van de eindgebruiker hoeft niet te worden aangepast. De nieuwe apparatuur vormt dus geen toetredingsdrempel voor eindgebruikers. Willen zij digitale diensten kunnen ontvangen, dan moeten zij in het bezit zijn van een decoder.

- *Dienstenpakket*

Digitale TV wordt doorgegeven d.m.v. de DVB-C standaard (Digital Video Broadcast Cable). Hoeveel kanalen een kabeloperator zal reserveren voor digitale videodiensten hangt af van de marktsituatie m.b.t. dit soort diensten, i.e. de vraagzijde, het filmaanbod en de concurrentie van andere operators en aanbieders.

²¹ DOCSIS 1.0 (Data over Cable Systems Interface Specifications) biedt een 6 MHz TV kanaal ter ondersteuning van Mbps downstream data. Het kanaal wordt gedeeld door 500 tot 2000 gebruikers. De datasnelheid per gebruiker ligt meestal rond de 500 Kbps of hoger.

²² Er wordt hier gebruik gemaakt van TDMA (Time Division Multiplexing).

²³ <http://www.naradnetworks.com>

Tabel 4.6: Dienstenpakket upgraden van de CMTS

	Web browsing	VoIP	Video conferencing	VOD	MVOD	Streaming video	Interactieve video	Video bewaking	HDTV	MDTV	Telecommuting	Tele working	Tele medicine	LOA	Games
CMTS +	X	X					X	X			X		X	X	X

- **Snelheid**

De maximale upstreamsnelheid bij EuroDOCSIS 1.1 over een 6 MHz breed kanaal is circa 10 Mbps. Momenteel zijn datasnelheden van 34 Mbps downstream en 2,5 of 5 Mbps upstream praktisch via de Nederlandse kabelnetten implementeerbaar.²⁴

- **Kosten**

Bij hogere datasnelheden valt te verwachten dat de prijzen omhoog zullen gaan voor eindgebruikers. In de head-ends van het huidige netwerk moet een aanpassingsslag plaatsvinden. Er zijn geen graafwerkzaamheden nodig, omdat de CMTS zich op centrale plaatsen in het netwerk bevindt. Wel zijn er kosten verbonden aan de nieuwe apparatuur in de head-ends.

- **Schaalbaarheid**

De uitrol van virtueel glas is geografisch schaalbaar per lokaal centrum. Dit houdt in dat indien in één wijkcentrum de vereiste aanpassingen zijn gedaan, alle aansluitingen op het wijkcentrum geschikt zijn gemaakt voor hoge transmissiesnelheden, dit zijn er gemiddeld ca. 1500. Voor het aansluiten van één extra eindgebruiker, dient deze een decoder aan te schaffen voor het kunnen ontvangen van digitale diensten.

- **Standaardisatie**

Hybris Fiber Coax (HFC) is in Nederland via de EuroDOCSIS VI.1 gestandaardiseerd.

4.6.2 Narad Networks

- **Netwerkkarchitectuur**

De Narad techniek maakt gebruik van de liggende kabelinfrastructuur. De structuur van het kabelnet is geschikt voor een Narad netwerk, aangezien dit stervormig is opgebouwd. Ook Narad is een 'virtuele glas' oplossing.

- **Compatibiliteit**

Een eerste stap die gezet moet worden om Naradnetwerken mogelijk te maken is het verglazen van de multitaps in het kabelnetwerk. Deze liggen op een afstand van 400-500 meter van de huizen af en bedienen elk zo'n 700-1000 huishoudens. Deze verglazing vormt geen grote belemmering, aangezien deze taps al voor ca. 70% verglaasd zijn (dit verschilt echter wel per CATV aanbieder).

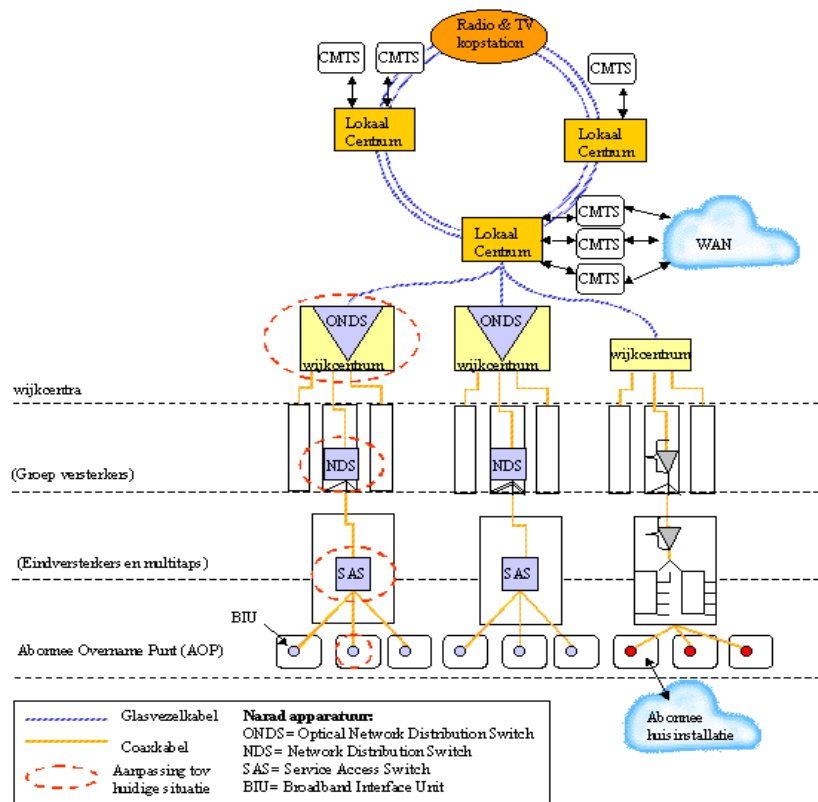
Een tweede stap is het plaatsen van Naradapparatuur in deze wijkcentra. Bij kabels met een laag vezeltal wordt de ruimte in de apparatuurkastjes nu problematisch. Bij kabels met een hoog vezeltal moet alleen de Narad elektronica geplaatst worden. Ook hier speelt dus het ruimteprobleem in de aansluitkastjes maar in mindere mate.

De derde stap die genomen moet worden ligt bij de eindversterkers in het netwerk. Deze liggen op ca. 50 m. van de huizen af en bedienen elk 25-30 huizen. Dit zijn nog oude versterkers met elektronica. De vraag die hier speelt is of het wel of niet acceptabel is dat internet wegvalt als de stroom uitvalt.

De Narad systemen zijn ontwikkeld voor Amerikaanse kabelnetten. Deze hebben een andere periferie dan die in Nederland. In figuur 3.9 is de implementatie van een soortgelijk systeem in

²⁴ Realisme in breedband, opties voor infrastructures, 2003

het Nederlandse kabelnet weergegeven. De gestippelde cirkels geven de veranderingen weer ten opzichte van de oorspronkelijke situatie.



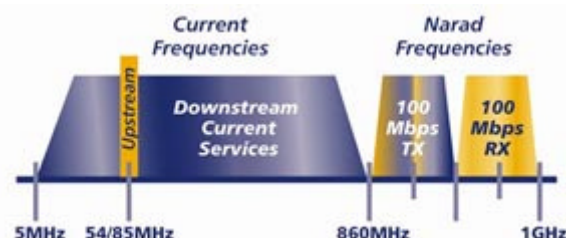
Figuur 4.11: Narad netwerk in het Nederlandse kabelnet

▪ Netwerkkapaciteit en bereik

Met Narad Networks kan een 100 Mbps Ethernet of 1 Gbps Ethernet verbinding geleverd worden.²⁵ Aangezien Narad een PtP medium is, is deze snelheid niet afhankelijk van het aantal aangesloten huishoudens op het netwerk. Het feit dat de capaciteit van het kabelnet bij toepassing van Narad technieken niet meer gedeeld hoeft te worden met andere eindgebruikers is een groot voordeel ten opzichte van de huidige CATV configuraties.

▪ Frequentiespectrum

Narad networks gebruikt het voorheen niet gebruikte spectrum boven de 860 Mhz om hoge capaciteit te creëren over een tweewegskanaal. Dit hogergelegen spectrum kan eenvoudig in gebruik genomen worden.



Figuur 4.12: Narad frequentiespectrum²⁶

²⁵ Narad Broadband Access Network (NBAN) whitepaper, 2003

²⁶ idem

- **Standaardisatie**

Narad kabelmodems voor bij de eindgebruikers zijn niet gestandaardiseerd. De modems zijn dus niet in de winkel verkrijgbaar en installatie vergt een monteur.

- **Dienstenpakket**

Het mogelijke dienstenpakket hangt af van de beschikbare capaciteit. Bij gebruik van multiplex technieken zullen meer breedbanddiensten mogelijk zijn.

Tabel 4.7: Dienstenpakket Naradnetwerken

	Web browsing	VoIP	Video conferencing	VOD	MVOD	Streaming video	Interactieve video	Video bewaking	HDTV	MDTV	Telecommuting	Tele working	Tele medicine	LOA	Games
Narad	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

- **Kosten**

Een schatting voor het bedrag voor de installatie in de eindversterkers is €1000,- per eindversterker. Hierbij komen de kosten van de apparatuur in de wijkcentra. Een Naradnetwerk vereist ombouw van kastjes in het lokale netwerk en een hoop extra elektronica. Het de wijk insturen van onderhoudsmonteurs om op iedere straathoek een kastje te installeren vergt tevens veel arbeidstijd en dus hoge kosten.

- **Ontwikkelingstijd**

In Nederland is Narad nog niet geïmplementeerd. Wel wordt in Gouda reeds de hogere frequentieband gebruikt om TV kanalen door te geven. Gouda heeft de reputatie van CATV netwerk met de laagste abonnementskosten, de meeste TV-kanalen, maar ook de minste beeldkwaliteit. In Gouda kan Narad dus niet meer worden toegepast zonder beperking van het huidige TV-aanbod.

- **Schaalbaarheid**

Geografische schaalbaarheid is mogelijk per aansluiting als het Naradnetwerk geïnstalleerd is tot op het niveau van de eindversterker. Iedere eindgebruiker die de dienst wenst te ontvangen kan aangesloten worden. Ligt het netwerk tot op niveau van de wijkcentrale, dan kan het netwerk opgeschaald worden per eindversterker.

Technisch kan de techniek opgeschaald worden met behulp van multiplextechnieken als WDM. Hiervoor kan over dezelfde glasvezelkabel meer capaciteit verstuurd worden, waardoor de capaciteit bij de eindgebruikers toeneemt.

4.6.3 Maxi-Sternet

- **Netwerkarchitectuur**

Maxi-Sternet is een coax kabel infrastructuur waarbij de kabel niet meer gedeeld hoeft te worden met meerdere personen, zodat de hoge bandbreedte van de glasvezel vanaf het wijkcentrum beschikbaar is voor ieder huishouden. Net als bij ADSL in telefoonnetten is de woning rechtstreeks verbonden met de telecom infrastructuur van de internetprovider. Er is in tegenstelling tot ADSL echter geen beperking in het aantal abonnees per aansluitpunt. In het Maxi-Sternet van CAI-Westland²⁷ worden 200 tot 250 individuele coaxiale aansluitkabels samengebracht in het wijkcentrum, dat direct door een glasvezelkabel van radio, televisie- en telecommunicatiesignalen (waaronder Internet) wordt voorzien.²⁸

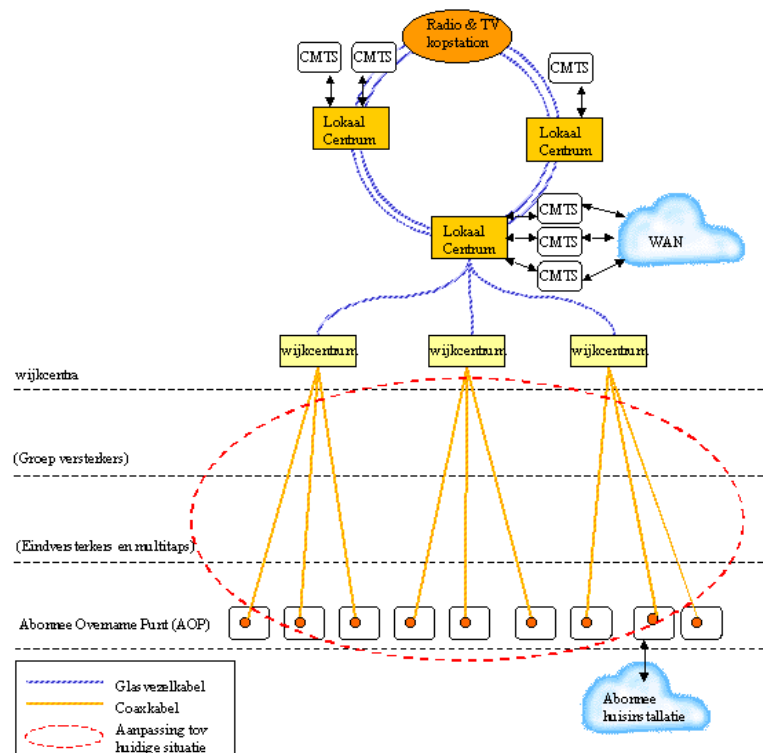
- **Compatibiliteit**

Een Maxi-Sternet ontstaat door ieder huishouden een aparte dunne coax kabel te geven die direct van de wijkcentrale naar het huis loopt en dus de eindversterker overslaat. Per multitap worden een paar honderd huishoudens aangesloten. De paar honderd dunne kabels die vanuit

²⁷ <http://Hakabel.nl>

²⁸ Planet Multimedia, 22-5-2000

het wijkcentrum worden gebundeld hebben al een flinke omvang. De maxi- sternet constructie kan dan ook alleen uitgevoerd worden met dunne coax, aangezien de doorsnede van de bundel anders veel te groot wordt om nog gelegd te kunnen worden (enkele meters). Door gebruik van slechts één versterkerpunt tussen ontvangststation en abonnee i.p.v. tenminste drie versterkerpunten in Mini-Sternetten wordt ook, met name bij telecommunicatie- toepassingen, de signaalkwaliteit verhoogd.



Figuur 4.13: Maxi-Sternet configuratie

▪ Netwerkcapaciteit en bereik

De maximale transmissiesnelheid naar de abonnee kan tot 34 Mbit/s worden opgevoerd. Dunne coax kabels kunnen echter maar over een korte afstand gebruikt worden wil de kwaliteit aan de eisen blijven voldoen.

▪ Standaardisatie

De standaardisatie bij Maxi-Ster is gelijk aan die van reguliere kabelnetten, namelijk EuroDOCSIS VI.1. Ook dit systeem kan mee evolueren naar latere EuroDOCSIS standaarden.

▪ Dienstenpakket

Het dienstenpakket dat aangeboden kan worden beslaat alle diensten die tot 34 Mbps nodig hebben.

Tabel 4.8: Dienstenpakket Maxi-Sternet

	Web browsing	VoIP	Video conferencing	VOD	MVOD	Streaming video	Interactive video	Video bewaking	HDTV	MDTV	Telecommuting	Tele working	Tele medicine	LOA	Games
Maxi-Sternet	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

▪ Kosten

Door het ontbreken van de eindversterkers wordt het aantal versterkerpunten met circa 80% gereduceerd, met als gevolg een afname van het energieverbruik en de onderhoudsbehoefte.

Een Maxi-Ster vereist enorm veel graafwerk en het ombouwen van het huidige CATV netwerk (Mini-Sternet) naar een Maxi-Sternet is daarom zeer duur.

▪ *Schaalbaarheid*

De mogelijke diensten bij een provider hangen af van de hoeveelheid bandbreedte de provider beschikbaar stelt per klant. De provider hoeft niet direct de maximale hoeveelheid beschikbaar te stellen, zo kan hij zijn netwerk later opschalen tot 34 Mbps. Wanneer technieken als WDM toepasbaar zijn, is hiermee de capaciteit verder op te schalen.

▪ *Toepassingen*

Het Maxi-Sternet concept kan alleen vlakbij flats geïmplementeerd worden, aangezien anders de afstand tussen de aparte woningen te groot wordt. In gewone woonwijken is het waarschijnlijk niet mogelijk.

4.6.4 Alternatieve methoden

Naast de in deze paragraaf behandelde aanpassingen in het kabelnetwerk, zijn er nog een aantal alternatieve methoden om de capaciteit op de kabel te verhogen. Ten eerste is er de methode van de 'low split'. Bij deze methode wordt het frequentiespectrum evenwichtiger tussen up- en downstream verdeeld. Op deze wijze ontstaat er een beter symmetrie in het frequentiespectrum en tussen de snelheden die mogelijk zijn van en naar de eindgebruiker. Een andere mogelijkheid is om de CMTS en alle apparatuur meer richting de eindgebruiker te brengen. Om meer ruimte voor datatransmissie te verkrijgen zonder verdere technische ingrepen, kunnen kabelproviders besluiten meer CMTS kanalen aan de gebruiker toe te kennen voor internet. Dit kan door een aantal programma's uit het aanbod te verwijderen en in plaats hiervan transmissie van internetdiensten over de vrijgekomen kanalen mogelijk te maken.

Digitale diensten nemen veel minder kanaalruimte in beslag, waardoor er voldoende kanalen overblijven voor internet. In Groot Brittannië heeft de regering analoge transmissie van TV verboden om ruimte op de kabel beschikbaar te maken voor internet. Dit hoeft niet per se op zeer drastische wijze te gebeuren maar geleidelijke migratie naar digitale TV is een relatief goedkope manier om veel extra capaciteit op de CATV netwerken te realiseren.

4.6.5 Samenvatting

Tabel 4.9: Samenvatting Coaxtechnieken

	CMTS	Narad	Maxi-Sternet
Bandbreedte	34 Mbps	100 Mbps of 1 Gbps dedicated PTP	Tot 34 Mbps dedicated PTP
bereik	Afhankelijk van # versterkers onderweg	400-500 m. (tot wijkcentra)	50 m
Gebruikt Frequentie Spectrum	▪ Coax kabel: 5-65 MHz up, 85-862 MHz down	> 860 MHz	▪ Coax kabel:: 5-65 MHz up, 85-862 MHz down
Aanpassingen	▪ Time-shared karakter van upstream spectrum uitschakelen ▪ 2 richtingsversterkers in CSMA ▪ Centrale punten dichterbij eindgebruiker ▪ Digitalisering televisie ▪ Protocollen aanpassen aan hoge datarates ▪ Decoder bij eindgebruikers voor digitale diensten ▪ Glasvezel nodig tot wijkcentra, 400-500 m van huizen ▪ Vergaande activiteit en planning in wijkcentra	▪ Implementatie van Ethernet switches in het kabelnetwerk ▪ Verglazing wijkcentra ▪ Bij laagvezelige netwerken: WDM of elektronica tussen vezels of hoog- i.p.v. laagvezelige kabels ▪ Naradapp. in wijkcentra ▪ Naradapp. in eindversterkers ▪ Fiber nodig tot wijkcentra, 400-500 m. van huizen	▪ Coaxkabel van huizen tot wijkcentrum ▪ Fiber vanaf het wijkcentrum

	CMTS	Narad	Maxi-Sternet
Standaardisatie	▪ DOCSIS ▪ DVB-C voor digitale TV	Nog niet	DOCSIS
Diensten	High speed Internet; VoIP; VoD; browsing; TV; videoconferentie; telepresence; pay per view; e-mail; digitale	High- speed internet; VPN; Telefonie; VOD; web hosting; storage area networking	Radio; TV; high-speed internet
Kosten	▪ Lager dan fijnmazig glasvezelnet ▪ Kosten zijn 35% dienstspecifiek	▪ Ca. €1000,- per eindversterker ▪ Narad apparatuur in wijkcentra	▪ Vergelijkbaar met UTP/FttD ▪ Veel graafwerk
BB in 3 jaar?	Ja, is mogelijk	Zeker op korte termijn mogelijk bij hoogvezelige bekabeling, laagvezelige bekabeling vergt meer aanpassingen en kosten	Ja, is reeds toegepast door CAI-Westland in Maassluis
Geografische Schaalbaarheid	Per lokaal centrum	Per aansluiting als netwerk tot eindversterker ligt, anders per eindversterker	Per aantal aansluitingen van wijkcentrum
Technische Schaalbaarheid	Niet veel hoger dan 10 Mbps op te schalen	(D)WDM en Gbit Ethernet	Tot 34 Mbps
Toepassingen	FttN	FttN op plaatsen met hoogvezelige glasvezelkabel	Bij nieuwbouw flats als concurrent voor FttD

4.6.6 Afwegingen

In tabel 4.10 zijn belangrijke voor- en nadelen van de drie coax technologieën weergegeven. Hierna volgen enkele belangrijke afwegingen die gemaakt moeten worden bij een eventuele keuze voor één van de drie varianten.

Tabel 4.10: Voor- en nadelen van coax technologieën

	CMTS	Narad	Maxi-Sternet
Voordelen	▪ 'Toonbankmodel' voor modems ▪ De minst ingrijpende aanpassing ▪ Plug & play modem ▪ Lage toetredingsdrempels voor eindgebruikers	▪ Redelijk goed schaalbaar ▪ Stapsgewijs investeren ▪ Virtuele glasvezel snelheden ▪ Structuur sluit aan bij kabelnet	▪ Reductie van aantal versterkerpunten met 80%, afname van het energieverbruik en de onderhoudsbehoefte ▪ Standaardisatie is gelijk aan die van reguliere kabelnetten ▪ Betere signaalkwaliteit ▪ Onbeperkt aantal abonnees per aansluitpunt ▪ Snelheid is dedicated ▪ 'Toonbankmodel' voor modems ▪ Plug & play modem
Nadelen	▪ Hoge kosten graafwerk en nieuwe head-end apparatuur ▪ Beperkt schaalbaar ▪ Bandbreedte is shared ▪ Beperkt aantal abonnees per aansluitpunt	▪ Geen standaard ▪ Veel aanpassingen ▪ Monteurs nodig per huis ▪ Geen 'toonbankmodel' voor modems ▪ Bandbreedte is gedeeld	▪ Ombouw van huidig CATV netwerk naar Maxi-Sternet is zeer duur. ▪ Alleen uitvoerbaar met dunne coax kabel ▪ Klein bereik

▪ Upgraden van de CMTS pro en contra

Het perspectief voor upstream > 10Mbps voor CATV is zeer beperkt door beperkte bandbreedte in de onderste 65 MHz. Hierdoor wordt het al snel nodig om andere technologieën te gaan toepassen of in een ander frequentiespectrum te gaan opereren.

▪ Narad netwerken pro en contra

Hoewel al 70% van de kabelnetten tot de wijkcentra zijn verglaasd, is het probleem hierbij dat de meeste van de gelegde glasvezelkabels vrij dun zijn qua vezeltal, vaak maar 1 of 2 vezelig per knooppunt. Een glasvezelkabel bevat een bepaalde hoeveelheid glasvezels (het vezeltal) die elk een bepaalde hoeveelheid bandbreedte leveren. Hoe meer vezels er in de kabel, hoe meer bandbreedte de kabel in zijn geheel heeft. Voor de doorgang van analoge

televisiesignalen moet al een grote hoeveelheid bandbreedte gereserveerd worden. Hierdoor is er bijna geen capaciteit over voor andere diensten dan TV doorgifte, aangezien de doorgifte van extra TV kanalen vrijwel alle overige bandbreedte gebruikt.

Een mogelijke oplossing is om de bandbreedte per vezel in de kabel te verhogen. Dit kan door middel van de toepassing van WDM. Een andere mogelijkheid is om elektronica tussen de vezels te schakelen, zodat de capaciteit verhoogd wordt. Een probleem hierbij is echter, dat de apparatuurkasten in de wijkcentra erg krap worden. Het bedekken van heel Nederland met een Narad netwerk is niet mogelijk, door de te lage vezeltallen in het glasvezelnet van kabelmaatschappijen. In de wijken waar echter kabels met hoog vezeltal gelegd zijn, kan Narad waarschijnlijk zonder problemen ingevoerd worden.

Tevens speelt er bij Narad netwerken een reliability (betrouwbaarheid)afweging. Reliability is een eigenschap van iedere computergelateerde component (software, hardware of een netwerk) die consistent presteert volgens zijn specificaties. In theorie is een 'betrouwbaar' product volledig vrij van technische fouten. In de praktijk drukken verkopers de betrouwbaarheid van een product doorgaans uit in een percentage.

De vraag die speelt bij Narad is of het wel of niet acceptabel is dat Internet wegvalt als de stroom uitvalt. Indien het antwoord op deze vraag instemmend is, dan kunnen de oude versterkers gebruikt worden. Wanneer het betrouwbaarheidspercentage niet voldoende wordt geacht, dienen tegen een aanzienlijke investering nieuwe eindversterkers gebouwd te worden in nieuwe kastjes. De straatkasten raken vol, hetgeen problematisch kan worden bij bijplaatsen van teveel nieuwe apparatuur. Bouwen van straatkasten vereist toestemming van de schoonheidscommissie, hetgeen een problematische zaak is. Tevens zijn telefoonkastjes in het bestemmingsplan opgenomen. Aanpassing hiervan vergt erg veel tijd en energie en is vaak erg problematisch.

Een ander probleem voor Narad is, dat Naradkabelmodems bij de eindgebruikers niet gestandaardiseerd zijn. De modems zijn dus niet in de winkel verkrijgbaar en installatie vergt een monteur, hetgeen leidt tot zeer hoge installatiekosten.

▪ *Narad netwerken versus Maxi-Sternet*

Standaardisatie

Belangrijk bij de afweging tussen Maxi-Ster en Narad is het standaardisatieprobleem. Het voordeel van Maxi-Ster is, dat het systeem voortbouwt op de huidige kabelstandaarden en geen proprietary systeem gebruikt, zoals Narad netwerken doen. Met deze techniek kan dus met standaardmodems het breedbanddomein betreden worden. Wanneer ook de Naradtechniek gestandaardiseerd wordt, is de overlevingskans van het systeem veel groter. Het technologisch concept is goed, maar standaardisatie is noodzakelijk. Het nadeel van standaardisatie voor Narad is echter, dat wanneer zij standaardiseren, zij het monopolie van het aanbod verliezen. Ook Maxi-Ster kan dan overschakelen op hogere frequentiegebieden maar wel gebruik blijven maken van DOCSIS²⁹ modems. De meerwaarde van Narad is dan niet heel groot meer. Een voordeel van standaardisatie is echter, dat de afzetmarkt enorm toeneemt.

Splitters

Bij Maxi-Ster zijn meer *optisch elektrische* splitters nodig, omdat de splitsing naar eindgebruikers al plaatsvindt in het wijkcentrum. Er is ook een configuratie mogelijk, waarbij naar elke aparte klant één CMTS kanaal loopt. Deze netwerkstructuur heeft minder *reguliere* splitters nodig dan de gebruikelijke structuur, waardoor de signaalkwaliteit bij de eindgebruiker beter is. Elke splitter levert namelijk een verslechtering van het signaal op. Een Maxi-Ster heeft een betere upstreamkwaliteit dan traditionele kabelnetstructuren, omdat de kabels direct (zonder tussenkomst van splitters) van het wijkcentrum naar de klant lopen. De splitters in het wijkcentrum moeten echter van hoge kwaliteit zijn, omdat hier sprake is van zeer hoge bandbreedtes. Splitters van een dergelijke kwaliteit zijn zeer duur (circa € 35.000).

²⁹ DOCSIS modems zijn de op dit moment gestandaardiseerde kabelmodems die op de markt verhandeld worden. Data Over Cable Service Interface Specification. Defines interfaces for cable modems involved in high speed data distribution over cable television networks

Hiertegenover staat, dat ook de kastjes die voor Narad in het Abonnee Overgave Punt (AOP) geïnstalleerd moeten worden investeringen vergen. Deze kosten zijn naar schatting circa €1000, hetgeen op grote schaal zeer hoge initiële investeringen met zich meebrengt. Voordelen van zowel Narad als Maxi-Ster zijn, dat mensen op afstand kunnen worden aan- en afgesloten, waardoor dure monteurs hiervoor niet bij afzonderlijke huizen hoeven langs te gaan.

II Nieuwe technologieën voor geleide transmissiemedia

4.7 Glasvezel

Glasvezelkabels worden gemaakt van zeer helder glas en maken gebruik van lichtgolven om data te transporteren. Er zijn twee typen glasvezels te onderscheiden, single-mode (SM) en multi-mode (MM). Als er meerdere voortplantingswijzen (propagatiemodi) gelijktijdig in de vezel mogelijk zijn, is er sprake van een MM vezel. Bij een SM vezel kan het licht zich alleen maar door het centrum van de glasvezelkern verplaatsen (monomode lichtvoortplanting). Multimode kan slechts een afstand overbruggen van enkele honderden meters, een FttH configuratie vereist echter een overbrugging van een aantal kilometers. Tegenwoordig wordt daarom eigenlijk alleen nog gebruik gemaakt van singlemode fibers.

▪ *Netwerkarchitectuur*

Elk FttH netwerk heeft een wijktechnische ruimte (WTR). Dit is een groot concentratiepunt van alle signaallijnen, die vanuit dit punt ieder naar de juiste afnemer moeten worden gebracht en vice versa.³⁰ Hier kunnen alle dienstenaanbieders hun signaal op het netwerk inkoppelen. Apparatuur in de Central Office is gekoppeld aan het publieke telefoonnet (PSTN) en is verbonden met ATM- of Ethernet interfaces. Videodiensten komen het systeem binnen via de head-end van een CATV netwerk of via een satellietvoeding. Broadcast televisie vergt een eigen signaalpad wat verwezenlijkt kan worden door een extra glasvezel of een extra golflengte (WDM) over een glasvezel. Binnenshuis wordt het optische signaal geconverteerd naar een elektrisch signaal. Dit gebeurt in een optical-electrical converter (OEC). De OEC splitst het signaal in de diensten waartoe de eindgebruiker toegang wil hebben.

Een FttH netwerk kan op verschillende manieren worden opgezet. Welke de meest geschikte is, hangt af van de gewenste applicaties, de geografische omgeving en de gewenste toekomstige mogelijkheden.³¹ Bij PtMP worden vanuit de Central Office alle signalen naar de aangesloten huizen gedistribueerd. Bij een PtP architectuur of enkele ster architectuur wordt vanuit de Central Office naar ieder huis afzonderlijk een glasvezel aangelegd.

▪ *Technieken*

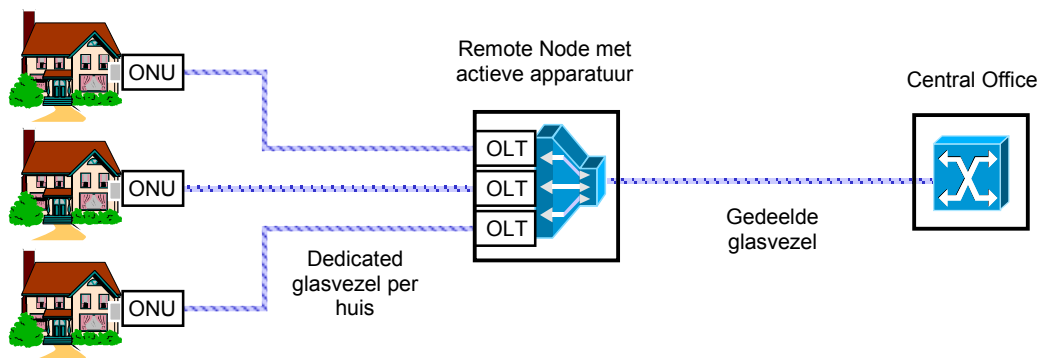
Er zijn twee basisvarianten van FttH, een actief optisch netwerk en een passief optisch netwerk (PON).

Optisch Ethernet

Bij het actief optisch ethernet netwerk komt glasvezel tot in de huizen, hetgeen veel glasvezelkabels vereist. Actief betekent in de praktijk dat er een distributie/concentratiestap plaatsvindt met behulp van actieve elektronica die in straatkasten/distributiehuisjes wordt geplaatst. Aangezien de remote node van elektriciteit moet worden voorzien, vallen de kosten voor de apparatuur in een actief netwerk een stuk hoger uit, hetgeen significante implicaties geeft voor de kosten per woning. Doordat de bandbreedte van het voedingsnetwerk gedeeld wordt tussen meerdere eindpunten is de maximale capaciteit per huis, zowel up- als downstream, lager dan met een PtP architectuur. De bekendste toepassing van het actieve optische netwerk is Optisch Ethernet, waardoor de termen AON en Optisch Ethernet vaak door elkaar gebruikt worden.

³⁰ Fiber to the Home; FttH voor breedbandige aansluitingen van bedrijven en consumenten, 2002

³¹ idem

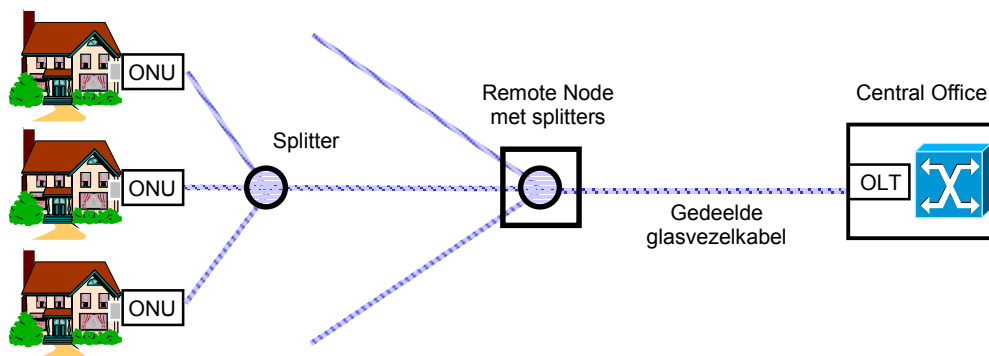


Figuur 4.14: Configuratie van een actief optisch netwerk (AON)

Passief optisch netwerk (PON)

Bij een passief optisch netwerk komt het glasvezelnetwerk ook tot in de individuele huizen, waarbij zo min mogelijk actieve apparatuur wordt gebruikt in het laatste stuk. Dit maakt het beheer eenvoudig. Er zijn twee glasvezels nodig per 16 of 32 huizen (één upstream en één downstream). De capaciteit van de glasvezel wordt gedeeld door middel van een splitter die de lichtbundel opdeelt in 16 of 32 gelijke delen. Er bestaan verschillende varianten van het PON, maar voor alle geldt dat er nog weinig producten op de markt voor zijn. Passieve optische netwerken hebben als voordelen dat ze leiden tot wel 50% goedkopere oplossingen en minder ruimte en onderhoud vereisen.

Hoewel binnen een PON geen actieve elektronica binnen het toegangsnet aanwezig is, is er wel een actieve apparatuur nodig voor de transmissie van licht door de vezels. In passieve ontwerpen zoals de huidige koperen telefoonkabels en PON's voor FttH/B vindt de distributie/concentratie in de telefooncentrale plaats of met protocollen. Hiervoor bestaan twee technieken. De eerste is Ethernet, er is dan sprake van Ethernet-PON of EPON, de tweede is ATM, waarbij sprake is van ATM-PON of APON.



Figuur 4.15: Configuratie voor een passief optisch netwerk (PON)

EPON

Ethernet PON levert via ethernet internet van 1 Gbps over de glasvezelkabel over een afstand tot 20 km. Deze capaciteit wordt geshared tussen acht of zestien personen. EPONs leveren spraak-, data- en videodiensten als telefonie, Ethernet, T1³² en T3³³. Een andere term voor EPON is EFM PON of EFMP (Ethernet in the first mile-PON). Het modem zorgt bij deze techniek voor de filtering van het juiste signaal bij de eindgebruikers. EPON vergt minder en/ of

³² Een dedicated telefoonverbinding die datasnelheden van 1.544 Mbps ondersteunt. Een T-1 lijn bestaat uit 24 individuele kanalen, die elk 64 Kbps ondersteunen. Elk 64 Kbps kanaal kan geconfigureerd worden om spraak of dataverkeer te dragen.

³³ Een dedicated telefoonverbinding die datasnelheden van 43 Mbps ondersteunt. Een T-3 lijn bestaat uit 672 individuele kanalen, die elk 64 Kbps ondersteunen.

kleinere voorzieningen in de wijk om de verbinding aan te leggen dan APON. Downstream is een broadcast PtMP netwerk. Om upstream ook PtMP te krijgen, is een protocol voor PtMP nodig.

Bij gebruik van een EPON systeem is een specifiek modem nodig voor de internetaansluiting en extra apparatuur voor betaaldiensten, vaak een extra kastje per provider en dienst. Deze vorm verlaagt de initiële investering en verplaatst de verantwoordelijkheid voor het verzorgen van de kastjes van de eindgebruiker naar de provider. Het verhoogt echter de complexiteit voor de eindgebruiker. De CPE bevindt zich in dit geval in de meterkast, bij de PC als randapparatuur of in aparte ruimtes. Dit laatste gebeurt in grote complexen als flats.

APON

APON of ATM PON is een passief optisch netwerk gebaseerd op het ATM protocol. Het is opgezet voor internet, TV- distributie en telefonie op een hoog kwaliteitsniveau. Een enkele glasvezel is vaak al voldoende om alle applicaties aan de eindgebruiker te kunnen aanbieden. De techniek vergt een hogere investering dan Ethernet maar ATM maakt extra beheersvoorzieningen mogelijk die over Ethernet niet mogelijk zijn, zodat het netwerk efficiënter is te exploiteren. APON biedt meerdere QoS garanties.

Bij gebruik van een APON systeem is één aansluitkastje nodig, waarop aan de ene zijde glasvezel aangesloten wordt en aan de andere zijde standaard aansluitingen zitten voor telefoon, Internet of TV. Deze CPE is niet de goedkoopste maar hier staat groot gemak tegenover, aangezien met één kastje alle diensten mogelijk zijn en er geen extra voorzieningen in de kastjes nodig zijn voor VoD, betaaltelevisie of Internet.

▪ *Compatibiliteit*

Zoals reeds vermeld is bij de aanpassingen in het koper TP- en coaxnetwerk, is het wegens ruimtegebrek problematisch om apparatuur in de bestaande wijkkasten bij te plaatsen. Om dienstverlening mogelijk te maken moeten het Central Office en de kabelverdeelkast na het leggen van de glasvezelkabel voorzien worden van netwerkapparatuur.

Bij toepassing van EPON moet in de Central Office een Ethernetswitch geplaatst worden die in staat is om 100 Mbps Fast Ethernet interfaces te ondersteunen. Voor elke verbinding met een huis is zo'n switch vereist.

▪ *Kosten*

De uitrol op grote schaal van glasvezel naar 90 procent van alle gezinnen en kleinere bedrijven zal grof geschat € 5,4 - 7,7 miljard bedragen.³⁴ De kosten zitten voornamelijk in het vele te verrichten graafwerk.

De kosten van glasvezelontsluiting van huishoudens variëren sterk op de belangrijkste kostenposten. De kosten van het openen en dichten van het wegdek hangen af van factoren als de afstand, de graafdiepte en het type wegdek. De kosten van het leggen van buizen en glasvezels daarin hangen af van het aantal meter benodigde kabel en het aantal collocatie- of koppelpunten. Zodoende is de gekozen architectuur van invloed op de kosten van het FttH netwerk.

Vanaf het moment dat voor levering van de gewenste telecommunicatiediensten een continu grote doorgiftesnelheid van 4 Mbps aan een bepaalde afnemer nodig is, wordt het rendabel om een glasvezel naar de betreffende afnemer aan te leggen.³⁵ Daadwerkelijke reducties in de kostprijs van de lokale netten op basis van schaalvoordelen zijn pas te verwachten als op grote schaal Gigabit Ethernet diensten worden aangeboden.³⁶

Door bij nieuwbouw direct buizen te leggen en hierin eventueel ook onbelichte glasvezels, worden de graafwerkzaamheden zoveel mogelijk gecombineerd met andere grondwerken, hetgeen kan leiden tot grote kostenbesparingen. Dit dient echter vroeg ingepast te worden in het bouwplan in verband met het nauwe kritieke pad dat in de bouw gehanteerd wordt, dat

³⁴ Commissie Andriessen, 2001

³⁵ Advies Nma betreft vergunningverlening Wireless Local Loop (WLL) nr. 1391/7, 2001

³⁶ De Boer en Rood, 2001

nauwelijks ruimte tot uitloop biedt. KPN en TriLink leggen lege ducts in combinatie met het koperen telefoonnet aan in nieuwbouwwijken ter voorbereiding op FttH.³⁷

- **Dienstenpakket**

Tabel 4.11: dienstenpakket Optisch Ethernet, EPON en APON

	Web browsing	VoIP	Video conferencing	VOD	MVOD	Streaming video	Interactive video	Video bewaking	HDTV	MDTV	Telecommuting	Tele working	Tele medicine	LOA	Games
Optisch Ethernet	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
EPON	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
APON	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

- **Schaalbaarheid**

Door de hoge kosten van het openleggen van de straat en de herbestrating erna is het financieel niet op te brengen om FttH incrementeel aan te leggen en dus dienen alle huizen aan die straat tegelijk te worden ontsloten. Wanneer het aansluiten niet in één keer geschiedt, is opschaling van het netwerk bovendien als gevolg van gemeentelijk beleid de eerste vier tot tien jaar³⁸ doorgaans niet mogelijk.

Om de capaciteit van de kabels op te voeren wordt gebruik gemaakt van WDM. Deze technologie is nog volop in ontwikkeling³⁹. Met DWDM is glasvezel zelfs op te schalen tot het tienvoudige van de huidige bandbreedte en wellicht nog meer bij verbeterde multiplextechnieken. Glasvezel heeft hierdoor een hoog ontwikkelingspotentieel en kan hiermee de behoeften over langere tijd dekken.

Carriers leggen over het algemeen meer kabels neer dan zij nodig hebben. Om aan de vraag naar bandbreedte te voldoen, is dan alleen nog belichting nodig, waarbij optische netwerkapparatuur geïnstalleerd wordt aan beide uiteinden van de glasvezel. Deze zogenaamde 'dark fiber', of geïnstalleerde glasvezelkabel die nog niet belicht is, is voor verhuur beschikbaar bij carriers.

³⁷ <http://www.trilink.nl>

³⁸ De precieze tijdsduur verschilt per gemeente

³⁹ Ciena Corporation biedt momenteel een systeem voor 1,6 Terabit/s aan. Zie <http://www.ciena.com>

4.7.1 Samenvatting

Tabel 4.12: Samenvatting glasvezeltechnologieën

	FttH algemeen	APON	EPON	Optisch Ethernet
Architectuur	PtP of PtMP	PtMP	PtMP	PtP
Maximale Bandbreedte	Tot 2,5 Gbps per aansluiting	1 Gbps dedicated		
bereik		20 km		
Frequentie Spectrum	-			
Aanpassingen	- Glas/coax of glas/koper converters op de overgangspunten - Telefonie: speciaal modem in huis en wijkcentrale - CPE: mediaconverter / modem, civiele gebouwen voor apparatuur huisvesting - Fiber tot de meterkast - Apparatuur in CO en remote node	Eén aansluitkastje nodig	Kastje per provider en dienst	
Standaardisatie		FSAN en ITU- T gestandaardiseerd	IEEE 802.3, nog niet gestandaardiseerd	Ja, met name voor 100 Mbps
Diensten	Zeer uitgebreid dienstenspectrum	POTS; CATV; data, VoIP, VOD	Data, VoIP, VOD	
Kosten	Ca. € 5,4- 7,7 mrd voor 6 miljoen huishoudens € 900 - 1150 per aansluiting	Duur ATM protocol	Goedkoop Ethernet protocol	Lasers vormen nu een belangrijke kostenpost in de aanleg. Veel glasvezel nodig
BB in 3 jaar?	Op kleine schaal mogelijk of in pilotvorm maar aanleg van een fijnmaziger glasvezelnetwerk vergt ca. 10 jaar	In pilots	In pilots	In pilots als de verwachte prijsval van lasers plaatsvindt.
Geografische schaalbaarheid	Van PtP naar PtMP is mogelijk, niet andersom	-	-	--
Technische Schaalbaarheid	WDM	++	++	++
Toepassingen	Nieuwbouwwijken	Nieuwbouwwijken	Nieuwbouwwijken	Nieuwbouwwijken

4.7.2 Afwegingen

▪ Afwegingen FttH

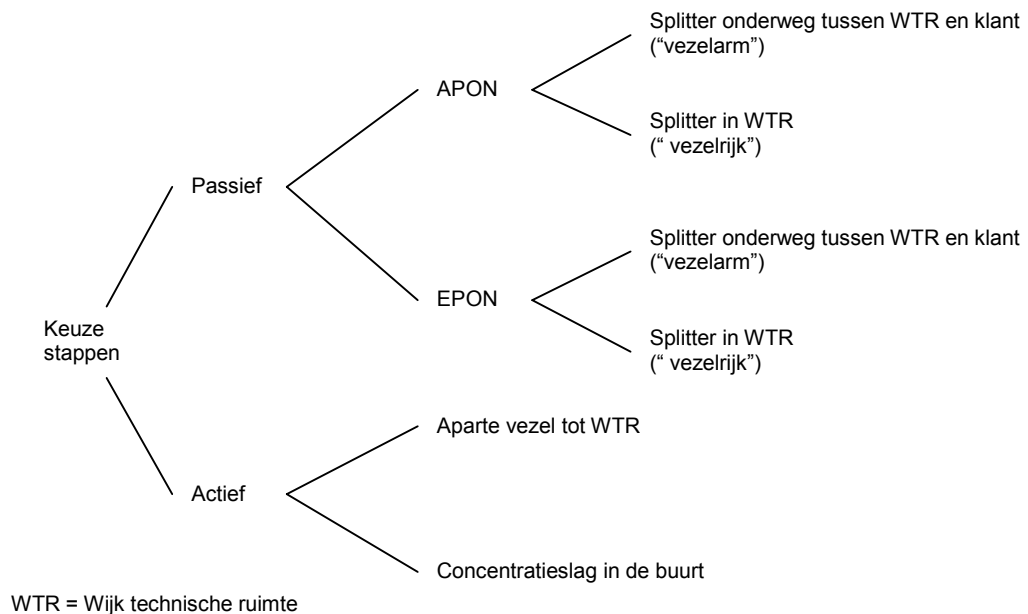
Een voordeel van glasvezel is dat het ongevoelig is voor elektromagnetische interferentie en daardoor in het algemeen storingsongevoelig. De verzwakking van het signaal is aanzienlijk minder dan bij andere geleiders en datatransport kan met minder dataverlies plaatsvinden. Ook is glasvezel roestvrij en ook anderszins nauwelijks aan slijtage onderhevig. Bij een keuze voor de juiste kwaliteit maakt dit een afschrijvingstermijn van 20 jaar mogelijk.⁴⁰ Ten slotte wordt glasvezel gefabriceerd uit overal voorradig zand i.p.v. het schaarse metaal koper. Dat laatste materiaal wordt bovendien in relatief "onstabiele" landen gewonnen (Congo, Zambia, Chili en Zuid-Afrika). Reparatie van glasvezelkabels is wel lastig. Glasvezelbreuken vereisen bij kabels met veel vezels vaak acht tot tien uur reparatieduur. Glasvezel is lichter, kan langere afstanden overbruggen en heeft meer bandbreedte dan metalen bedrading. Het aanleggen ervan is echter moeilijker.

Een hoge drempel voor de aanleg van FttH is, dat, wanneer men eenmaal is gaan graven, een hele wijk verglaasd moet worden. Door de hoge kosten van het openleggen van de straat en de herbestrating erna, is het niet op te brengen om FttH incrementeel aan te leggen en dus dienen alle huizen aan die straat tegelijk te worden ontsloten. Bovendien voeren veel gemeenten het

⁴⁰ Van der Vorst, 2001

beleid, dat als de straat eenmaal open is geweest, dit de eerste 4 tot 10 jaar, afhankelijk van de gemeente, niet meer mag gebeuren.

De verschillende technieken die mogelijk zijn bij glasvezelnetwerken zijn in de volgende figuur schematisch weergegeven.



Figuur 4.16: Keuzestappen voor glasvezelnetwerken

Op dit moment is het moeilijk om aan te geven welke techniek het meest geschikt is. Mede daarom is het verstandig om bij het graven van glasvezel te kiezen voor een buizeninfrastructuur. Hierbij kunnen later de gewenste vezels door de buis worden geblazen.

▪ APON versus EPON

De ATM techniek vergt een hogere investering dan Ethernet maar maakt extra beheersvoorzieningen mogelijk die over Ethernet niet mogelijk zijn, zodat het netwerk efficiënter is te exploiteren. APON biedt meerdere QoS garanties, die succesvolle transmissie van geïntegreerde spraak-, video- en datadiensten door prioritering van verkeer mogelijk maken. Tevens biedt APON de mogelijkheid tot statistische multiplexing voor bursty verkeer als internettoegang en data uitwisseling. EPON vergt minder en/ of kleinere voorzieningen in de wijk om de verbinding aan te leggen dan APON.

▪ PtP versus PtMP

Een PtP structuur vergt grote hoeveelheden kabel (ca.12.000 km voor 5000 woningen). Aangezien de benodigde glasvezels een belangrijk aandeel in de kosten van een FttH netwerk vormen leidt deze structuur tot zeer hoge kosten. Ook vergt de configuratie veel meer OLT's (een OLT interface per huis) in vergelijking met de gedeelde infrastructuur.

In gebieden waar de penetratie laag is, is de PtP architectuur significant duurder omdat er in dit scenario meer glasvezel van tevoren aangelegd moet worden. In gebieden waar sprake is van hogere concentratie, bijvoorbeeld steden, dalen de kosten per gepasseerd huis. De kosten per gepasseerd en aangesloten huis zijn gevoelig voor de lengte van de loop, met name in het geval van de PtP architectuur. In het geval van landschappelijke en verafgelegen gebieden zijn de kosten per gepasseerd (en aangesloten) huis daarom veel hoger voor een PtP architectuur, met name daar waar de penetratie laag is.

▪ Actief versus passief

Bij een actief optisch netwerk zijn veel meer glasvezels nodig dan bij de passieve variant en er is bovendien beheer nodig voor de apparatuur. Lasers vormen nu een belangrijke kostenpost in

de aanleg van actief optische netwerken. Passieve optische netwerken hebben als voordelen dat ze leiden tot wel 50% goedkopere oplossingen en minder ruimte en onderhoud vereisen. De remote node levert in het geval van een actief sternetwerk significante implicaties op voor de kosten per aangesloten huis. De kosten om de node van elektriciteit en elektronica te voorzien maken het veel duurder dan PON's en daarom een stuk onaantrekkelijker.⁴¹ Economisch gezien lijkt PON de meest aantrekkelijke FttH architectuur.

Tabel 4.13: voor- en nadelen van glasvezeltechnologieën

	FttH algemeen	APON	EPON	Actief optisch netwerk
Voordelen		▪ Gegarandeerde QoS ▪ Extra beheersvoorzieningen ▪ Eén CPE kastje voor alle diensten	▪ Goedkopere CPE ▪ Lagere initiële investering	Om te zetten in PON
Nadelen	▪ Graafwerkzaamheden zijn kostbaar en zorgen voor veel overlast ▪ Civiele werken leveren problemen op ▪ Moeilijk schaalbaar	▪ CPE kastje is erg duur	▪ Alleen geprioriteerde QoS ▪ Extra CPE kastje per dienst of provider	▪ Duur in onderhoud ▪ Niet om te zetten naar PtMP ▪ Relatief veel glasvezelkabel nodig

⁴¹ Digital Rivers Final Report, 2002

Ongeleide transmissiemedi

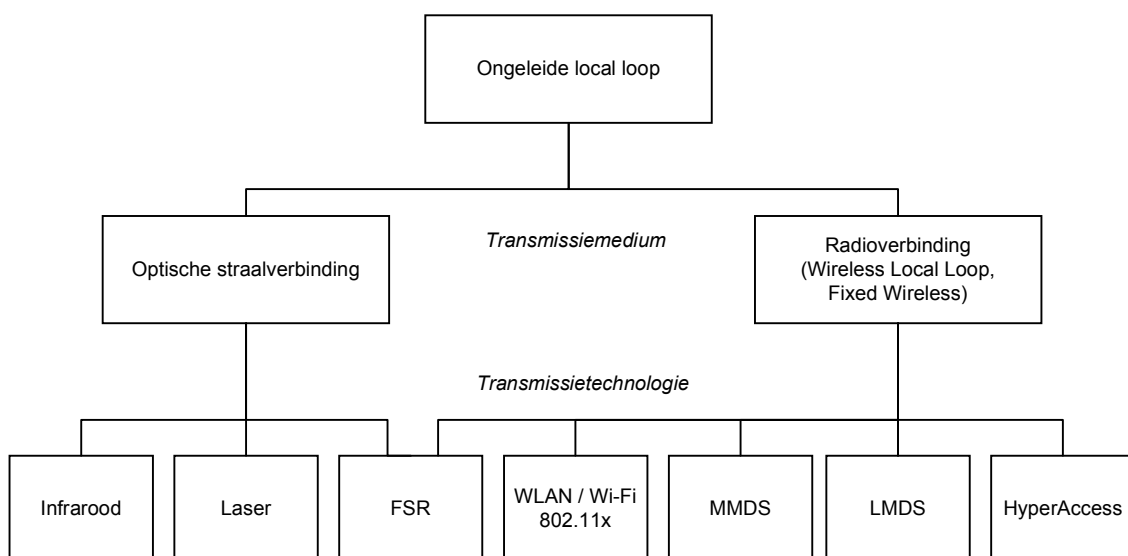
De basisveronderstelling achter de inzet van breedbandige draadloze technologieën is het verwijderen van de noodzaak tot een fysieke verbinding (glasvezel, koper- of coaxkabel) om een eindgebruiker aan te sluiten op het netwerk. Dergelijke vaste verbindingen met eindgebruikers kunnen duur zijn om aan te leggen en te onderhouden. Wanneer draadloze verbindingen in geschikte situaties worden toegepast, hebben zij het voordeel dat het gemakkelijker is om nieuwe klanten aan te sluiten. Daarnaast zijn de onderhoudskosten doorgaans lager en gaat de installatie (mogelijk) met minder juridische belemmeringen gepaard.

Of een bepaald type architectuur geschikt is voor een bepaalde omgeving hangt af van een aantal factoren. Hoewel alle draadloze systemen dezelfde twee elementen gebruiken, namelijk één of meerdere zendantennes en ontvangers, zijn er meerdere verschillende typen draadloze systemen in gebruik. Het meest eenvoudige is een point-to-point (PtP) systeem, waarbij één zender uitzendt naar één ontvanger op een andere locatie. PtP systemen kunnen verschillende frequenties gebruiken, van radiogolven tot optische laser. Deze systemen vereisen een directe zichtlijn (line-of-sight of LOS) tussen de zender en de ontvanger. Ze zijn niet schaalbaar aangezien ze maar één zender-ontvanger combinatie hebben. Ze zijn echter effectief wanneer een vaste verbinding tussen twee punten niet mogelijk is. Dit kan komen door een fysieke belemmering als een rivier of een spoorwegverbinding of door een economische belemmering als het lastig te verkrijgen recht van overpad.

Naast PtP bestaat point-to-multipoint (PtMP), waarbij meerdere terminals communiceren met één, enigszins gericht, basisstation. PtMP systemen gebruiken radiofrequenties in zowel gelicenseerde als ongelicenseerde banden. Ook PtMP systemen vereisen een directe zichtlijn tussen de zender en de ontvangers. Deze systemen zijn wel schaalbaar, aangezien er meer terminals aan het systeem toegevoegd kunnen worden.

Een veelbelovende technologie is draadloos Ethernet. Dit systeem wordt voornamelijk ingezet om met behulp van een broadcast antenne een continue dekking in een bepaald gebied te leveren. Zowel de zender als de ontvanger zijn ongericht en vereisen dus ook geen directe zichtlijn. Belemmeringen reduceren echter de beschikbare datasnelheid en de maximale afstand tussen zender en ontvanger. Draadloos Ethernet gebruikt met name ongelicenseerde banden.

Figuur 4.17 biedt een schematisch overzicht van breedbandtechnologieën voor ongeleide local loop.



Figuur 4.17: Breedband transmissietechnologieën voor de ongeleide local loop

De verschillen tussen deze technologieën zitten in het feit of de transmissies in meer of mindere mate gericht zijn (in PtP of PtMP architecturen) of naar alle kanten in het rond zenden (omnidirectioneel). Andere verschillen tussen draadloze architecturen zijn de bandbreedte die het systeem biedt (enkele Kbps tot vele Mbps), de frequentieband waarin het systeem werkzaam is, of voor het frequentiegebruik een licentie vereist is of niet en het bereik van de verbinding.

De doorvoersnelheid is de beperkende factor voor het gebruik van toepassingen of het delen van de draadloze verbindingen. Hoe groter de doorvoersnelheid, hoe meer mogelijkheden er zijn en hoe makkelijker de bandbreedte gedeeld kan worden door meerdere gebruikers. De maximale doorvoersnelheid en afstanden die bij de verschillende standaarden wordt genoemd zijn zuiver theoretisch. In de praktijk zijn ze afhankelijk van factoren als het aantal gebruikers en atmosferische invloeden, waardoor de maximale afstand en bandbreedte vaak niet bereikt kunnen worden. De technologieën die dit hoofdstuk beschouwt, zijn draadloos in beide richtingen en leveren (in theorie) een symmetrische bandbreedte van ten minste 10 Mbps op de verbinding.

III Conventionele technologieën voor ongeleide transmissiemedia

4.8 Generieke aspecten van ongeleide radioverbindingen

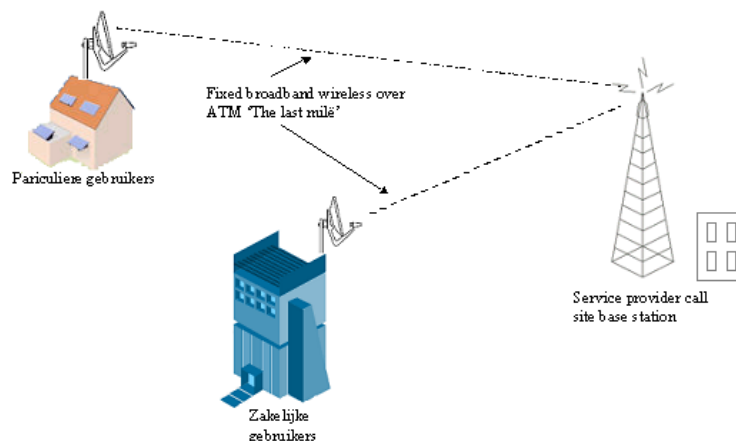
Een ongeleide radioverbinding is een algemene term voor een toegangssysteem dat deels een draadloze verbinding gebruikt in plaats van een conventionele koperdraad om eindgebruikers te verbinden met hun lokale centrale. Veelgebruikte termen voor ongeleide radioverbindingen zijn 'Fixed Wireless Access' (FWA) en 'Wireless Local Loop' (WLL). Deze laatste term zal in de rest van dit hoofdstuk gehanteerd worden. WLL is toepasbaar in telefoon- en datanetwerken. In het tweede geval vormt het een alternatieve technologie om over de local loop breedbanddiensten aan te bieden.

Bij een draadloze technologie moet altijd de rol van vaste backbone providers gezien worden. Deze bieden toegang tot de rest van het Internet en ondersteunen transport binnen de kern van het netwerk. Deze providers kunnen tevens concurrerende vaste toegangslijnen aanbieden.

- *Netwerkconfiguratie en technieken*

Bij Wireless local loop (WLL) worden draadloos vanuit een centraal punt, het basisstation, digitale straalverbindingen opgezet naar meerdere afnemers van telecommunicatiediensten. WLL is dus een PtMP systeem. Elke zendantenne bedient een zeker geografisch oppervlak, een cel genoemd. De omvang van dit gebied en de bandbreedte die het systeem binnen dit gebied kan ondersteunen, worden bepaald door de signaalsterkte van het radiosignaal. De grootte van de cel en het aantal mensen dat door één cel wordt bediend zijn beperkt. De plaats en het type van de antenne vormen kritieke factoren in elke draadloze omgeving. De eindgebruikers bevinden zich op de aansluitpunten. Op deze aansluitpunten gebruikt WLL een kleine, goedkope microgolf antenne. De eindgebruikersapparatuur staat in een directe zichtlijn teruggedicht op het basisstation. Men spreekt in dit geval van zogenaamde 'Line of Sight' (LOS) technologieën. De apparatuur ontleent normaliter haar elektrisch vermogen aan het elektriciteitsnet.

WLL kan slechts op één bepaalde locatie worden gebruikt, namelijk de locatie waar het basisstation en de eindgebruikersterminals zijn opgesteld. WLL is dus een vaste aansluiting en daarmee niet geschikt voor mobiel gebruik. In die zin is een WLL netwerk vergelijkbaar met een draadgebonden aansluitnet, wat de term 'fixed wireless' verklaart.



Figuur 4.18: Wireless Local Loop configuratie

WLL kan zowel in stedelijke als landelijke gebieden gebruikt worden als een alternatieve infrastructuur voor de koper twisted pair en coax verbindingen. Daarnaast kan het systeem een aantrekkelijke toepassing zijn voor nieuwe operators die wel beschikken over een glasvezelnetwerk maar nog geen directe verbinding hebben met hun potentiële klanten.⁴² WLL biedt de mogelijkheid om de bestaande vaste infrastructuur op de local loop te omzeilen bij het aanbieden van data diensten. Een andere toepassing is een interim oplossing in afwachting van glasvezel of toegang tot een openbare telefoonnetwerk (bijvoorbeeld in nieuwbouwwijken). WLL is geschikt voor 'moeilijke' locaties, zoals dunbevolkte gebieden en gebieden met een, voor coax en koper, ongeschikte bodemgesteldheid.

▪ Netwerkkapaciteit en bereik

De beschikbare snelheid per eindgebruiker neemt af bij toename van het aantal aansluitingen.⁴³ Een provider kan kiezen voor relatief weinig aansluitpunten per net met hoge doorgiftesnelheden per aansluiting (doorgaans de zakelijke markt) of voor relatief veel aansluitingen met lage doorgiftesnelheden (de consumentenmarkt). Er is hier dus sprake van een trade-off tussen de omvang van het dekkingsgebied en de bandbreedte per gebruiker. De snelheid van WLL is tevens afhankelijk van de gebruikte techniek en het frequentiegebied waarin het systeem opereert. Bij elke draadloze technologie is er tevens sprake van een trade off tussen bereik en prestatie.

Het bereik van een WLL-basisstation is, afhankelijk van de gebruikte techniek, meestal enkele honderden meters maar sommige technologieën halen afstanden tot 15 km. Het bereik wordt ten eerste beperkt doordat de ontvangende antennes direct in het zicht van de antenne op het basisstation moeten staan (LOS). In stedelijke gebieden is het bereik daardoor slechts enkele kilometers. In landelijke gebieden kan het bereik daarentegen oplopen tot tientallen kilometers. Aan de andere kant beperken gasverzwakking, free-space verzwakking, belemmeringen en omgevingsruis het vermogen en hiermee het bereik en het dekkingsgebied van draadloze systemen.

▪ Frequentiespectra

Voor draadloze toegangsnetwerken zijn per land verschillende frequentiegebieden toegewezen. Er zijn in Nederland thans drie banden gepland voor gelicenseerd WLL-gebruik. Het gaat om (delen van) de 26 GHz band, de 3,5 GHz band en de 2,6 GHz band.

▪ Standaardisatie

Het gaat bij WLL zowel om zogenaamde 'proprietary' systemen (fabrikantspecifieke oplossingen) als om gestandaardiseerde toepassingen. De standaardisatie heeft echter slechts betrekking op de aansluitpunten met het netwerk en de randapparatuur en op aspecten van de

⁴² <http://www.antennebureau.nl/toepassingen>

⁴³ Indien er bij een totale capaciteit van 40 Mbps bijvoorbeeld 20 aansluitingen zijn kan er tegelijkertijd maximaal een snelheid van 2 Mbit/s per aansluitpunt worden gerealiseerd.

systemen die van belang zijn voor het storingsvrij naast elkaar kunnen functioneren. Voor proprietary systemen is interoperabiliteit tussen de verschillende systemen niet gewaarborgd.

Ongelicenseerde technologieën zijn vaak beperkt in capaciteit en carriers kijken op tegen het installeren van systemen die interferentieproblemen kunnen opleveren. Gelicenseerde radiotechnologieën kunnen daarentegen voldoende bandbreedte leveren maar het initiële kapitaal voor spectrum licenties maakt het vaak een onaantrekkelijke investering.

- *Dienstenpakket*

De mogelijke telecommunicatiediensten die WLL netwerken kunnen aanbieden hangen met name af van de beschikbare frequentieruimte. Meer bandbreedte betekent hogere doorgiftesnelheden. Bij kleine bandbreedtes levert WLL veelal alleen spraaktelefonie, bij grotere bandbreedtes levert WLL ISDN-snelheden (128 Kbps) oplopend tot zeer snel dataverkeer (tot maximaal 155 Mbit/s). De frequentieruimte die in Nederland in 1999 beschikbaar is gesteld voor WLL is niet bedoeld voor omroep.

- *Kosten*

De kosten van een draadloze verbinding zijn in de loop der jaren sterk gedaald. Voor de aanleg van een draadloos netwerk hoeven geen kabels in de grond gelegd te worden, hetgeen de investeringskosten laag houdt. WLL vereist minder hoge initiële investeringen dan vaste infrastructures. De investeringen kunnen gelijk oplopen met de ontwikkeling van de omvang van de vraag naar diensten, doordat gebruikersterminals pas geplaatst hoeven te worden wanneer er daadwerkelijk afname van diensten plaats gaat vinden. Omdat antennes een beperkt geografisch gebied en een beperkt aantal gebruikers van diensten kunnen voorzien, volgen de kosten die gepaard gaan met het inzetten van antennes bij benadering een stapfunctie.

- *Schaalbaarheid*

Veel typen draadloze infrastructuur kunnen schaalbare infrastructuur bieden als de penetratie slechts langzaam in de tijd groeit. De gebruikersterminals hoeven pas geplaatst te worden wanneer er daadwerkelijk afname van diensten plaats gaat vinden. Aanleg van nieuwe basisstations en herindeling van cellen vindt plaats wanneer meer mensen in het bereikbare gebied zich met het netwerk laten verbinden.

- *Ontwikkeling*

Om in de beginfase de afzet van de diensten te maximaliseren en de gemaakte investeringen zo snel mogelijk te kunnen terugverdienen, is het aanbod van meer traditionele diensten noodzakelijk. Een WLL netwerk kan zeer snel worden aangelegd. Het is uitvoerbaar om binnen 90 tot 120 dagen een toegangsnetwerk te activeren. Dit is een belangrijk voordeel voor service providers die concurreren om dezelfde gebruikersbasis

De rest van dit deel gaat nader in op de toepassingsmogelijkheid van WLL als alternatieve technologie om over de local loop breedbanddiensten aan te bieden. Er bestaan verschillende technologieën. In dit deel worden de conventionele technologieën WLAN, Wi-Fi (een specificatie van WLAN), MMDS, LMDS, HiperAccess en MMW systemen nader belicht. Deel IV van dit hoofdstuk beschrijft nieuwe technologieën.

4.8.1 WLAN en Wi-Fi

Een eerste vorm van WLL is het Wireless Local Area Network (WLAN). WLAN, oftewel Wireless LAN, is eigenlijk een algemene term voor LAN's op radiobasis. Met een WLAN is het mogelijk om zonder bekabeling op de local loop een netwerk te creëren. Binnenshuis worden WLANs gebruikt om apparaten (PC's, laptops, printers, etc.) via radiogolven met elkaar te verbinden. Ze worden dan ook regelmatig toegepast in bijvoorbeeld stations, vliegvelden en kantoren. Deze paragraaf beschouwt echter alleen de mogelijkheden voor het gebruik van WLAN buitenshuis.

Wi-Fi is de afkorting van "wireless fidelity". Het is een benaming voor apparatuur die aan de 802.11x standaarden voldoet en als zodanig compatible is met apparaten die hier ook aan voldoen. 'Wi-Fi Certified' is het geregistreerde handelsmerken van de Wi-Fi alliance dat dit aantoont. Op dit moment bestaat het alleen voor de 802.11b en 802.11a specificaties. Een Wi-Fi netwerk kan gebruikt worden om computers met elkaar, met het Internet en met vaste netwerken (die gebruik maken van IEEE 802.3 of Ethernet) te verbinden. De termen Wi-Fi en WLAN worden vaak door elkaar gebruikt.

- *Netwerkarchitectuur en technieken*

WLAN functioneert binnenshuis via modems met een reikwijdte van ongeveer 150 meter. Het netwerk kan modulair worden uitgebreid. Bij Wi-Fi is de draadloze link tot ca. 100 m lang en loopt van de apparatuur van de eindgebruiker tot het basisstation. Het basisstation is verbonden met een (draadloze) toegangslijn naar een backbone netwerk van een carrier. Van hieruit loopt eventueel een verbinding met het Internet. Na de last-mile valt Wi-Fi terug op dezelfde netwerkverbindingen en transmissie ondersteunende infrastructuur als geleide technieken.

Met Wi-Fi- technologie en richtantennes is het mogelijk om over grote afstanden buitenshuis een WLAN verbinding te realiseren tussen twee computernetwerken. Voor de uitbouw van het netwerk zijn een aantal hoge plekken verspreid over de stad nodig, bijvoorbeeld hoge flats of kantoorgebouwen, die als knooppunten kunnen fungeren.

Wi-Fi maakt gebruik van packet switching en is direct aan Ethernet/ IP netwerken te koppelen. De 802.11b variant maakt alleen gebruik van DSSS als transmissietechnologie. Voor 802.11a (5 GHz) zijn de line-of-sight eisen minder strikt. Op deze frequentie is demping van muren en atmosfeer echter veel sterker. De 11a en 11b varianten zijn prima in staat om naast elkaar te bestaan in één netwerk en er zijn applicaties beschikbaar die beide simultaan ondersteunen.

- *Standaardisatie*

802.11 verwijst naar een groep specificaties die is ontwikkeld door de IEEE voor de draadloze LAN technologie. De 'basis' 802.11 standaard beschrijft een interface door de lucht tussen een draadloze eindgebruiker en een basisstation of tussen twee draadloze eindgebruikers. Zij is van toepassing op WLAN's en maakt gebruik van de 2.4 GHz frequentieband. De 802.11 standaard is onderverdeeld in verschillende specificaties als 802.11a, b en g. In Nederland wordt voornamelijk de 802.11b standaard toegepast.

De Wi-Fi standaard biedt geen omschrijving van incriptie en beveiliging. 802.11a is gecertificeerd in 15 landen in Noord Amerika, inclusief de VS, Canada en Mexico, in meer dan 10 landen in West Europa en in Japan.

De WLAN standaard is voortdurend in ontwikkeling. De werkgroep achter de ontwikkeling van de 802.11 standaard voor draadloze netwerken is heeft eind mei 2003 ingestemd met een laatste concept voor de 802.11g specificatie, wat de weg vrij maakt voor een officiële goedkeuring van de standaard in juni 2003.⁴⁴

- *Netwerkcapaciteit en bereik*

Met de huidige WLAN's zijn snelheden tot 11 Mbps mogelijk. Door de invloed die de afstand tot het basisstation heeft op de snelheid, komt dit in de praktijk neer op maximaal 6 Mbps. Om in elk geval connectiviteit te behouden, valt bij een grotere afstand de snelheid automatisch terug naar 5.5 Mbps, 2 Mbps of 1 Mbps.⁴⁵ De 802.11a en g varianten kunnen snelheden tot 54 Mbps

⁴⁴ <http://www.internetnieuws.com>

⁴⁵ <http://www.gigaport.nl/netwerk/access/ta/wlan.html>

halen.⁴⁶ Een speciaal 802.11a systeem⁴⁷ met vier zend- en vier ontvangstantennes levert een viervoud van deze capaciteit, tot 216 Mbps. Afhankelijk van het aantal gebruikers heeft 802.11b een bereik binnenshuis van ongeveer 50 meter en buitenshuis van ongeveer 550 meter.

▪ *Frequentiespectra*

Voor WLAN worden de licentievrije 2,4 GHz (ISM⁴⁸) en 5 GHz (UNII⁴⁹) frequentiebanden gebruikt. De frequentie die gebruikt wordt is vooral belangrijk voor storingen door andere gebruikers van die frequentie. IEEE 802.11b en g werken in de 2.4 GHz ISM band, die onder andere wordt gebruikt door magnetrons en Bluetooth producten. De 802.11a standaard maakt gebruik van de 5 GHz UNII band, waar nog volop ruimte is.

▪ *Compatibiliteit*

De aansluiting op de huidige bedrade netwerken is vrij simpel. Via een access point dat fungeert als interface tussen het bedrade en het draadloze gedeelte van het netwerk wordt het draadloze netwerk opgebouwd. Dit access point werkt daarbij als zender én ontvanger en vormt een zogenaamde radiocel. Een WLAN netwerkkaart binnen een radiocel kan in het access point inloggen.

Op elk knooppunt van het systeem wordt een PC met Wi-Fi kaart en een kleine radioantenne geïnstalleerd. Voor het opzetten van het systeem moeten er ter plaatse enkele aanpassingen gedaan worden, waarna het systeem vervolgens op afstand via het netwerk onderhouden kan worden. Bij voorkeur worden de antennes op het dak van een hoog gebouw of een hoge mast geplaatst. Tevens moeten er transmissieverbindingen worden gerealiseerd en een basisstation ingericht.

Tabel 4.14: Bandbreedte, frequentie en standaardisatie van Wi-Fi standaarden

Standaard	Bandbreedte	Frequentie	Omschrijving
IEEE 802.11	Tot 2 Mbps	2,4 GHz	1997: gestandaardiseerd
IEEE 802.11a	54 Mbps	5 GHz	Eind 1999: goedgekeurd
IEEE 802.11b	11 Mbps	2,4 GHz	Sept 1999: goedgekeurd
IEEE 802.11g	54 Mbps	2,4 GHz	Sept 2002: draft goedgekeurd Juni 2003: goedkeuring verwacht
IEEE 802.11n	Tot 320 Mbps		IEEE 802.11 Task Group N wordt gevormd

▪ *Security*

Alle WLANs beschikken over een ingebouwde veiligheidsvoorziening, het beveiligingsprotocol WEP (Wireless Equivalent Privacy). Het protocol is gedefinieerd in de 802.11b standaard. Voor kleine bedrijven en privé-netwerken volstaat het deze veiligheidsvoorziening in te schakelen om zich afdoende te beschermen tegen hackers en andere digitale af luistering. Voor zakelijke gebruikers en bedrijven zijn zeker nog enkele bijkomende veiligheidsmaatregelen noodzakelijk. Het IEEE 802.11i comité is bezig met de productie van een gedetailleerde specificatie die de veiligheidseigenschappen van een WLAN systeem enorm zullen verbeteren. 802.11i levert verbeterde data- integriteit ten opzichte van het WEP protocol. De trade-off bij elk beveiligingssysteem is dat hoe krachtiger de encryptie is, hoe trager het netwerk wordt.

▪ *Dienstenpakket*

Er is inmiddels een groot aantal WLAN Ethernet adapters en access points op de markt, onder andere van Lucent. Telenor biedt systemen aan die in staat zijn enorme verhogingen van datacapaciteiten te realiseren, die mobiele Internettoegang, draadloos high-definition video (HDTV) en andere applicaties te realiseren. De producten die nu op de markt zijn, zijn bijna allemaal gebaseerd op de 802.11b standaard. Wi-Fi biedt platforms voor draadloze toegang tot

⁴⁶ Hoeks, 2002

⁴⁷ Dit systeem maakt gebruik van MIMO: Multiple input, multiple output

⁴⁸ ISM is de afkorting van Industrial, Scientific and Medical

⁴⁹ UNII is de afkorting van unlicensed national information infrastructure

het Internet en andere communicatiediensten. Met de groeiende interesse in ondersteuning van real-time diensten zoals spraak en video over IP netwerken is het mogelijk om spraaktelefoniediensten te leveren over WLAN's. Het bedrijf Agere verwacht dat de marktvraag begin 2004 op gang gaat komen voor apparaten die Internet, televisie, audio en andere breedbanddiensten draadloos met elkaar verbinden.⁵⁰

Tabel 4.15: Dienstenpakket WLAN / Wi-Fi

	Web browsing	VoIP	Video conferencing	VOD	MVOD	Streaming video	Interactive video	Video bewaking	HDTV	MDTV	Telecommuting	Tele working	Tele medicine	LOA	Games
WLAN / Wi-Fi	X	?	?				X	X			X	X	X	X	?

Het probleem bij Wi-Fi netwerken is, dat de bandbreedte door weinig QOS niet te garanderen is, waardoor het dienstenpakket uit Tabel 4.15 niet gegarandeerd kan worden.

▪ Kosten

Er is reeds veel eenvoudig te installeren Wi-Fi netwerkapparatuur verkrijgbaar. Met de standaardisatie van Wi-Fi is de prijs voor allerlei Wi-Fi componenten sterk gedaald en komt naar verwachting snel binnen het bereik van het budget van consumenten. Een eenvoudige Wi-Fi kaart voor in een laptop kost nu ca. € 50,-. Dual-mode 802.11a/b cliëntkaarten kunnen de draadloze standaard die in gebruik is detecteren en automatisch naar dat systeem overschakelen. Deze kaarten komen binnenkort op de markt. Wi-Fi toegang op de Betuwe en in de Gelderse Vallei is voor consumenten reeds competitief geprijsd.

▪ Ontwikkelingstijd

Draadloze netwerktoegang komt van de grond, veelal gerealiseerd door zelfstandige ISP's. Commercialisering van Wi-Fi als een toegangsdienst staat echter nog in haar kinderschoenen. De consumentenvraag is voornamelijk bedrijfsmatig maar in opkomende mate huishoudelijk.⁵¹ Voor de uitrol van Wi-Fi zijn verschillende marktmodellen zijn mogelijk. Particulieren en consumenten kunnen zelf netwerken opzetten voor eigen gebruik maar ook een publiek netwerk is een optie. In het laatste geval wordt de toegang geleverd door gebouweigenaren, ISP's, operators, etc. Een andere mogelijkheid voor het uitrollen van een Wi-Fi netwerk is door middel van "social sharing": Hierbij maken de gebruikers gebruik van elkaars netwerken door deze open te stellen.⁵²

▪ Schaalbaarheid

Op dit moment is er uitzicht op een schaalbaarheid tot 320 Mbps (zie kader). De geografische schaalbaarheid is goed maar kent wel een maximum aantal gebruikers.

▪ Toepassingen

Wi-Fi is vooral attractief als substituuut voor ISP's bij het leggen van verbindingen naar klanten op of dichtbij het eigen bedrijfsterrein. Wi-Fi inzetten als substituuut voor netwerktoegang blijkt vooral populair buiten de grote steden. Dit valt deels te verklaren uit de lagere beschikbaarheid van breedbandige toegangstechnieken in die contreien en deels door de eenvoudige realisatie van Wi-Fi als gevolg van de aanwezigheid van minder hoge gebouwen tussen de ISP en de klant dan in stedelijke gebieden.

Ook is het mogelijk om toegang te bieden die complementair is aan de vaste breedband technieken. De techniek speelt dan in op gebruikers die zich verplaatsen en voor hun laptop of PDA toegang tot internet zoeken. Burgers bieden vrije toegang aan burens en voorbijgangers door een Wi-Fi basisstation te koppelen aan een breedbandaansluiting (kabelmodem of DSL).

⁵⁰ Silicon news: Agere demonstrates 162 Mbps Wireless Networking Chip for de 5 GHz band.
<http://www.convergedigest.com/Silicon/siliconarticle.asp?ID=5624; 18-11-2002>

⁵¹ Lehr en McKnight, 2002

⁵² Brand en Gielkens, 2002

De webpagina <http://www.wirelessnederland.nl> probeert een forum te creëren en geeft initiatieven aan in Arnhem, Eindhoven, Leeuwarden, Nijmegen en Utrecht.

Ook kan Wi-Fi ingezet worden als alternatief voor netwerktoegang om een retail internetdienst te bieden. Dit is mogelijk op zowel moeilijk bereikbare locaties als in regio's waar andere vormen van netwerktoegang te duur worden geacht of niet verkrijgbaar zijn. Er dient wel een zichtlijn te bestaan tussen de twee antennes.

Als substituuat is Wi-Fi in Nederland vooral in de regio's buiten de steden van de Randstad te vinden. Als een complementaire dienst zijn er veel starters net begonnen met de uitrol. Zij hebben voor hun basisstations echter vaak een inkoopbehoefte voor breedbandtoegang. Kabelfoon is de eerste volledig geïntegreerde partij die deze dienst heeft gelanceerd.⁵³

- *Recente ontwikkelingen*

Op 18 november 2002 heeft Agere een 162 Mbps Wireless Networking Chip voor de 5 GHz band gedemonstreerd voor het ondersteunen van video met hoge beeldkwaliteit voor toekomstige home entertainment en zakelijke desktop PC applicaties. De chip combineert verschillende technologieën om datasnelheden te bereiken van meer dan 162 Mbps. Het Agere platform maakt bij het versturen van data gebruik van de IEEE 802.11a (Wi-Fi) technologie in de 5 GHz frequentieband.

Wi-Fi standaard goed voor 320 Mbps

Het IEEE-instituut, een instelling voor technische standaarden, heeft de eerste specificaties voor 320 Mbps Wi-Fi bekendgemaakt. De 802.11n standaard lijkt goed nieuws voor mobiele downloaders.

De '802.11' is een standaard voor draadloos internet. Op dit moment is in de Wi-Fi wereld de 802.11a, met een snelheid van rond de 10 Mbps, het meest gangbaar. En sinds enige tijd is er de 802.11g die een theoretische snelheid van 54 Mbps heeft.

Volgens onder andere The Register en Unstrung is de snelheidsaanduiding van de nieuwe 802.11n standaard aangepast: in de huidige standaarden zit veel overhead, bijvoorbeeld van pakketjes data om het verkeer te regelen. Daarmee daalt de effectieve snelheid.

De bedoeling is om het netwerkverkeer zelf te optimaliseren en efficiënter te laten verlopen, zonder opnieuw zomaar de doorvoerstroom te vergroten. De officiële 802 standaarden zijn hier te vinden.

802.11n is de voorlopige naam die de IEEE gebruikt. Volgens de 'High Throughput Study Group' van de IEE kan het nog wel tot 2005 of 2006 duren voordat de standaard helemaal af is en de apparatuur in de winkel ligt. De snelheid zal tussen de 108 Mbps tot 320 Mbps liggen.

Bron: Planet Multimedia van 14 april 2003

4.8.2 Microgolfsystemen: LMDS

Local Multipoint Communication / Distribution Service (LMCS/LMDS) is een microgolfttechniek om draadloze communicatie op hoge snelheden mogelijk te maken. LMDS is een PtMP systeem en vereist een directe zichtlijn tussen de zendende en ontvangende antenne.

LMDS biedt een oplossing om breedbanddiensten over de last mile naar huizen en kantoren te brengen in dichtbevolkte stedelijke gebieden waar het moeilijk en duur is om additionele of nieuwe vaste infrastructuur aan te leggen. De mogelijke locaties van de eindgebruikersapparatuur zijn breed. Voorbeelden zijn grote bedrijven, kantoorgebouwen, ziekenhuizen, campussen maar ook kleine locaties en woonhuizen. Mogelijke diensten zijn spraak-, video- en datadiensten.

- *Netwerkarchitectuur en technieken*

De LMDS netwerk architectuur bestaat hoofdzakelijk uit vier delen: het netwerk operatie centrum (NOC), de glasvezel infrastructuur, het basisstation en eindgebruikersapparatuur. Een carrier verdeelt een oppervlakte rond het basisstation in sectoren. Elke sector krijgt van een operator een bepaalde hoeveelheid bandbreedte toegewezen die verdeeld wordt over de gebruikers binnen de sector. Aan de kant van de centrale hoeft men slechts één antenne per sector te installeren. Op ieder aan te sluiten gebouw in de betreffende sector komt een

⁵³ Van Bussel en Rood, 2002

schotelantenne te staan. Het systeem is in staat variabel bandbreedte toe te wijzen aan klanten/ gebouwen die daar op dat moment behoefte aan hebben (bandwidth on demand).

▪ *Netwerkkapaciteit en bereik*

Een typische downstreamsnelheid voor LMDS is 45 Mbps in een PtMP configuratie. LMDS heeft echter de potentie om een snelheid van 155 Mbps te overstijgen⁵⁴ en kan opgeschaald worden tot 2 Gbps. Het transmissiebereik ligt tussen de 1 en 5 km, afhankelijk van de regenval in het gebied.⁵⁵ Ook muren, bergen en zelfs loofrijke bomen kunnen het signaal blokkeren, reflecteren en verstoren.

▪ *Frequentiespectra*

LMDS maakt gebruik van frequentiebanden tussen 26 en 31 GHz, ver boven GSM en UMTS. De toebedeelde frequentiespectra verschillen per werelddeel. De in 2000 geplande veiling voor PtMP systemen in de 26 GHz band heeft tot nu toe nog niet plaatsgevonden.

▪ *Standaardisatie*

Op dit moment bestaat er nog geen overeenstemming over de standaarden. Wanneer draadloze LMDS toegangssystemen evolueren, worden standaarden steeds belangrijker. Verschillende instanties houden zich bezig met de LMDS standaardisatie.⁵⁶

▪ *Dienstenpakket*

LMDS ondersteunt spraak, video en data. PtP LMDS producten bestaan al enige tijd en worden gebruikt door carriers om verbindingen naar eindgebruikers te creëren om zo hun netwerk compleet te maken. Omdat overheden in verschillende werelddelen andere frequenties uitdelen, zijn radio's die voor een bepaald land gemaakt zijn, mogelijk niet bruikbaar in een ander land, hetgeen betekent dat leveranciers aparte producten moeten ontwikkelen voor verschillende gewesten.

Tabel 4.16: Dienstenpakket LMDS

	Web browsing	VoIP	Video conferencing	VOD	MVOD	Streaming video	Interactive video	Video bewaking	HDTV	MDTV	Telecommuting	Tele working	Tele medicine	LOA	Games
LMDS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

▪ *Kosten*

Omdat radiocomponenten voor hoge frequenties nog niet op grote schaal te fabriceren zijn, zijn verkopers niet in staat om een zodanig prijsniveau te halen dat het inzetten van de technologie aantrekkelijk wordt. De radio-onderdelen zijn precies en erg duur.

▪ *Schaalbaarheid*

Bij toenemende vraag is de capaciteit enerzijds te vergroten door de sectoren te verkleinen, waardoor elke sector minder gebruikers bevat. De totale capaciteit hoeft dan over minder mensen verdeeld te worden, waardoor de bandbreedte per eindgebruiker toeneemt. Anderzijds kan meer apparatuur bijgeplaatst worden.⁵⁷

⁵⁴ Wexler, 2000

⁵⁵ Project P816-PF: Implementation frameworks for integrated wireless-optical access networks; Enabling Technologies for Hybrid Fibre Radio Architectures (final results), 2000

⁵⁶ ATM forum, de Digital Audio Video Council (DAVIC), het Europese Telecommunicatie Standaardisatie Instituut (ETSI) en de Internationale Telecommunicatie Unie (ITU).

⁵⁷ Van Steenis, 2000

4.8.3 Microgolfsystemen: MMDS

MMDS is de meest voorkomende vorm van WLL in de Verenigde Staten. Met behulp van MMDS kunnen telefoonmaatschappijen, internetaanbieders en andere bedrijven draadloze high-speed internet en telefonie aanbieden aan bedrijven en particulieren en vormt als zodanig een alternatief voor xDSL en kabel.

MVDS⁵⁸/MMDS staat voor Multichannel Video/ Multipoint Distribution Service. De technologie is ook wel bekend onder de naam 'wireless cable'. MMDS systemen zijn éénrichtings PtMP systemen en vereisen een LOS tussen de zender en ontvanger. Het frequentiespectrum dat de techniek gebruikt is gelicenseerd en wordt onderverdeeld in stukjes van 6 MHz. Het verre bereik en de lage vermogenssnelheden maken dat MMDS geschikt is voor rurale gebieden. Door het lage prijsniveau is MMDS ook geschikt voor kleine bedrijven en toepassingen in woonwijken.

- *Netwerkkarchitectuur en technieken*

Een MMDS configuratie bestaat zend- en ontvangstapparatuur. De zendapparatuur omvat satelliet signaal ontvangstapparatuur, radiozenders, overige broadcast apparatuur en een transmissie antenne. De zendapparatuur is verbonden met een omnidirectionele of sectorantenne. Aan de gebruikerskant is op vaste plaatsen ontvangstapparatuur opgesteld. Deze bestaat allereerst uit een kleine antenne. Deze is vervolgens verbonden met een frequentie conversie apparaat, om de microgolf frequenties te converteren naar reguliere videosignalen. Het conversie apparaat kan direct met de TV installatie verbonden zijn. Bij een gecodeerd MMDS systeem is een decoder tussen de antenne en de TV geïnstalleerd. Om MMDS signalen door te zenden naar afgelegen gebieden kunnen repeater stations gebruikt worden om het signaal onderweg te versterken.

De MMDS technologie brengt een tweetal problemen met zich mee. Ten eerste kunnen dichte bebouwing, bergen of gebouwen de transmissie onderbreken. Om deze belemmeringen te ondervangen zijn meer antennes en versterkers nodig. Een tweede probleem kan optreden als gevolg van verstoring door signaalreflecties dichtbij gebouwen of andere constructies. Deze problemen zijn wel te ondervangen. Door de lage frequenties waarop het systeem werkzaam is, heeft het echter geen last van verstoring door regen of dichte mist. Bij MVDS is dit wel het geval, aangezien dit systeem in hogere frequentiegebieden opereert.

- *Netwerkkapaciteit en bereik*

MMDS kan normaliter snelheden halen van 0,5 tot 3 Mbps. Cisco Systems⁵⁹ heeft een eigen MMDS product ontwikkeld, 'vector OFDM' dat downstream 22 Mbps en upstream tot 18 Mbps kan leveren. Het bedrijf Wi-LAN⁶⁰ heeft een patent op WOFDM (Wide OFDM), een technologie om de capaciteit van MDDS nog verder te verhogen. Over het algemeen kan een MMDS headend een gebied tussen de 20 en 50 km overbruggen.

- *Frequentiespectra*

De meeste MMDS systemen zijn geïmplementeerd in de 2,5 tot 2,69 GHz band.⁶¹ In Nederland zullen de 2,6 GHz, de 3,5 GHz en de 26 GHz banden nog in 2003 geveild worden. Wel zijn er reeds enkele tijdelijke licenties uitgegeven maar voordat het licentieproces is voltooid zal grootschalige inzet van MMDS niet plaatsvinden. Voor MVDS is in Europa door CEPT de 40,5-42,5 GHz band toegewezen.

- *Standaardisatie*

In Nederland zou in de zomer van 2000 het proces plaatsvinden om een aanvraag in te dienen voor het omzetten van de oude MMDS licenties in nieuwe bidirectionele licenties. Dit proces heeft echter niet plaatsgevonden.

⁵⁸ MVDS is vergelijkbaar met MMDS maar is werkzaam in de 40 GHz band.

⁵⁹ <http://www.cisco.com>

⁶⁰ <http://www.wi-lan.com>

⁶¹ Project P816-PF: Implementation frameworks for integrated wireless-optical access networks; Enabling Technologies for Hybrid Fibre Radio Architectures (final results), 2000

- *Dienstenpakket*

De zenders worden gebruikt door docenten voor lesprogramma's. Kanalen die niet voor deze toepassing gebruikt worden, kunnen verhuurd worden aan kabeloperators om videoprogrammering aan te bieden op abonneebasis. Daarnaast zijn MVDS/MMDS systemen geschikt voor televisie programma's.

Tabel 4.17: Dienstenpakket MMDS

	Web browsing	VoIP	Video conferencing	VOD	MVOD	Streaming video	Interactive video	Video bewaking	HDTV	MDTV	Telecommuting	Tele working	Tele medicine	LOA	Games
MMDS	x	x					x	x			x	x	x	x	x

- *Kosten*

De MMDS uitrusting is redelijk goedkoop op te zetten.

4.8.4 HiperAccess

High Performance Radio Access (HiperAccess) is een interoperabele standaard die is toegesneden op breedbandige toegang voor huizen en het MKB. Het is een specificatie van HiperLAN (High PErformance Radio Local Area Networks), een groep WLAN communicatie standaarden. Twee andere specificaties zijn HiperLAN/1 en HiperLAN/2, maar alleen HiperAccess is geschikt als alternatieve local loop technologie, de andere twee zijn mobiele toepassingen.

De voornaamste eigenschap waarmee het HiperAccess systeem zich onderscheidt van de huidige, concurrerende systemen, is de mate van aangeboden interoperabiliteit. Producten en diensten zijn interoperabel wanneer zij met elkaar samen kunnen werken, ongeacht hun fabrikant of aanbieder. Naar verwachting zal deze eigenschap leiden tot een veel bredere acceptatie van radioverbindingen als technologie voor breedbandige toegangsnetwerken dan het geval is met de huidige systemen.

- *Netwerkarchitectuur en technieken*

HiperAccess is toegankelijk door het gebruik van geschikte gestandaardiseerde packetprotocollen als ATM en IP. Het systeem ondersteunt geen mobiliteit.⁶²

- *Netwerkcapaciteit en bereik*

De HiperAccess standaard is ontwikkeld als breedbandsysteem met een datasnelheid van gemiddeld 100 Mbps. Echter, verwacht wordt dat 25 Mbps de meest gebruikte snelheid zal zijn.

- *Frequentiespectra*

HiperAccess is ontwikkeld voor frequentiebanden boven 11 GHz en in het bijzonder voor de 40,5 - 43,5 GHz band.

- *Standaardisatie*

De specificaties van HiperAccess werden in oktober 2002 door ETSI afgerond.

- *Dienstenpakket*

HiperAccess zal vaste breedband diensten leveren.

⁶² Project P816-PF: Implementation frameworks for integrated wireless-optical access networks; Enabling Technologies for Hybrid Fibre Radio Architectures (final results), 2000

Tabel 4.18: Dienstenpakket HiperAccess

	Web browsing	VoIP	Video conferencing	VOD	MVOD	Streaming video	Interactive video	Video bewaking	HDTV	MDTV	Telecommuting	Tele working	Tele medicine	LOA	Games
HiperAccess	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

▪ Toepassing

De techniek biedt een mogelijkheid tot een flexibel en concurrerend alternatief voor vaste toegangsnetwerken als coax en xDSL. De standaard zal samen kunnen werken met andere systemen, zodat een massamarkt met laaggeprijsde producten gecreëerd kan worden.

4.8.5 Millimetergolf (MMW) systemen

Millimeter golven bevinden zich in het frequentiedomein van 30 GHz tot 300 GHz van het elektromagnetisch spectrum. Een voordeel van millimetergolven is dat zij een hoge penetratiediepte hebben, waardoor het mogelijk is om door kledingstukken, multiplex of mist te stralen maar niet door levend weefsel, metaal of steen.⁶³ De millimeter band maakt breedband transmissie en gebruik van kleine apparatuur mogelijk. Er zijn verschillende technologieën werkzaam in het MMW gebied. Twee belangrijke gebruiken de 60 GHz en 71-74 GHz frequentiebanden.

Een van de belangrijkste voordelen van de 60 GHz frequentie is haar prestatie in de atmosfeer. Zuurstof absorbeert frequenties rond 60 GHz en limiteert als zodanig het communicatiebereik binnen deze band. Hoewel dit een negatieve factor lijkt, werkt het juist positief voor stedelijke toepassingen over korte afstanden. De kans dat systemen met elkaar interfereren is namelijk klein, aangezien de MMW energie zo snel geabsorbeerd wordt. De hoge mate van veiligheid en de lage kans op interceptie maken betrouwbaar transport van breedbanddiensten binnen deze band mogelijk. Ook regen beïnvloedt de prestatie van 60 GHz systemen. Bij neerslag verstrooien regendruppels de radiogolven. De 71GHz- 74 GHz band wordt niet, zoals de 60 GHz band, beïnvloed door zuurstofabsorptie en kan daardoor langere afstanden overbruggen.

▪ Netwerkcaciteit en bereik

Een verbinding in de frequentieband van 60 GHz met redelijke afmeting kan bij helder weer ongeveer 1500 meter overbruggen. In hevige regen is het maximale bereik echter beperkt tot minder dan 500 meter. Datasnelheden tot 622 Mbps en hoger zijn mogelijk.

Een verbinding in de frequentieband van 71-75 GHz kan, afhankelijk van de geografische locatie, afstanden overbruggen tot 12,8 km met 99.9% beschikbaarheid. Het systeem haalt snelheden tot 1,5 Gbps.

▪ Dienstenpakket

De 71-74 GHz oplossing van Loea Corporation kan een HDTV signaal zonder compressie oversturen.

Tabel 4.19: Dienstenpakket MMW

	Web browsing	VoIP	Video conferencing	VOD	MVOD	Streaming video	Interactive video	Video bewaking	HDTV	MDTV	Telecommuting	Tele working	Tele medicine	LOA	Games
MMW 60	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
MMW 71-74	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

⁶³ http://www.etro.vub.ac.be/Education/work_colleges.htm

▪ *Kosten*

Hoge snelheid communicatieverbindingen vereisen significante investeringen in de onderliggende netwerkkapparatuur en wanneer de verbindingen ongelicenseerd zijn, kan de investering in gevaar komen als er interferentie is met andere communicatieverbindingen. De kans hierop is het grootst in dichtbewoonde, stedelijke gebieden.

▪ *Schaalbaarheid*

Een radio kan snel geïnstalleerd worden en biedt tevens veel flexibiliteit, wat zorgt voor goede geografische schaalbaarheid van beide systemen. Het 71-74 GHz systeem biedt veel additionele capaciteit.

4.8.6 Samenvatting

Tabel 4.20: Vergelijking radioverbindingen

	WLAN / Wi-Fi (802.11 a, b, g)	MMDS	LMDS	MMW	HiperAccess
Technologie	PtP en PtMP LOS	- PtMP - asymmetrisch - LOS technologie - Cellulair	- PtMP en PtP - Asymm.en symmetrisch - LOS techn. - Cellulair - ATM en IP	PtP en PtMP	ATM en IP
Maximale Bandbreedte	- Tot 2 Mbps - a: 54 Mbps - MIMO: 216 Mbps shared - Proxim: 108 Mbps - Dual band: 10 Mbps - b: 11 Mbps - g: 54 Mbps	10 Mbps in de nabije omgeving Cisco: 22 Mbps down en 18 Mbps up.	- PtMP Down: 45 Mbps - Potentieel: tot 2 Gbps shared tussen en binnen sectoren - in 41,5-43,5 band: 155 Mbps symm.	60 GHz: Ca.622 Mbps 71-74 GHz: tot 1,5 Gbps	25 Mbps
Overbrugbare afstand	Afhankelijk van de configuratie en de frequentie Wi-Fi: 4-6 km met goede richt-antenne Ethernet - Wi-Fi: 32 km	48 km	- LOS dekking: 1 - 5 km - over 2,4 GHz: 16 km	60 GHz: 500-1500 m 71-74 GHz: 12,8 km	Tot 5 km
Frequentie spectrum	2,4 GHz: ISM band 5 GHz: UNII-band	- Europa: 40,5-42,5 GHz - NL: nog niet geveild - VS: UNII banden - Meeste MMDS systemen in 2,5-2,96 GHz band (VS)	- Continentaal Europa: 26 GHz band - VS: 31,0-31,3 GHz - Centraal Amerika: 28, 31, 24 en 39 GHz - Californië: test met 41,5-43,5 band	30 GHz tot 300 GHz	Boven 11 GHz
Licentie vereist?	nee	Europa: ja VS: ja en nee	Ja	Ja en nee	Meestal wel
Standaardisatie	IEEE Wi-Fi: IEEE a, b, g	FCC	Nog geen standaard	?	ETSI
Diensten	WLAN: mobiele internettoegang - a: grote files, streaming video; browsing; real-time spraak - b: applicaties met lage bandbreedte, HDTV	- Les-programma's - Televisie	Combinatie van spraak, data en video	- Breedband transmissie 71-74 GHz: HDTV zonder compressie	Vaste breedband-diensten

	WLAN / Wi-Fi (802.11 a, b, g)	MMDS	LMDS	MMW	HiperAccess
Aanpassingen in netwerk	Glasvezel nodig tot het punt waar de draadloze verbinding begint (het access point)	Antenne op ieder gebouw	• Antenne op ieder gebouw • Radiocomponent en voor hoge frequenties	Antenne	
Kosten	Winstar: kosten 30% lager dan KPN • Elektriciteit: ca. €15 / jr • Wi-Fi kaart en kleine antenne • Particulier: € 30 -€ 80⁶⁴ • Zakelijk: € 99 • Laptop Wi-Fi kaart: € 50	MMDS uitrusting is redelijk goedkoop	Radio-onderdelen zijn erg duur	Significante investeringen in de onderliggende netwerk apparatuur	Laaggeprijsde producten
BB in 3 jaar?	Ja	• Gelicenseerde band: ja • In vrije band: mogelijk	Ja	Mogelijk	Ja
Geografisch Schaalbaar	++	++	++	++	++
Technisch Schaalbaar	• b: - • a: +	+/- mbv Wide OFDM	+	++	+/-
Waar inzetbaar?	• a: bij grote aantallen gebruikers in bedrijfs-omgevingen • b: buiten grote steden	• Rurale gebieden • Uitgestrekte gebieden	• Dichtbevolkte stedelijke gebieden • Kantoor-gebouwen, ziekenhuizen, grote bedrijven, campussen, kleine locaties en woonhuizen	• 60 GHz: stedelijk • 71-74 GHz In gebieden met weinig neerslag	Vaste panden
Toepassing	• b: substitueert op bedrijfsterreinverbindingen en voor netwerktoegang • Kabelfoon	Substituut voor kabel, DSL	Substituut voor kabel of glasvezel local loop	Substituut voor kabel, DSL	Substituut voor vaste toegangsnetwerken als xDSL of kabel.

4.8.7 Afwegingen

In tabel 4.21 zijn de voor- en nadelen van de besproken draadloze radiotechnieken bijeengebracht.

▪ *MMDS versus LMDS*

LMDS ondersteunt een hogere capaciteit dan MMDS. MMDS kan grotere afstanden overbruggen dan LMDS, tot circa 50 km. De trade off is dus tussen bandbreedte en bereik.⁶⁵ Op de lage frequenties waarin MMDS werkzaam is, beïnvloeden hevige regen en mist de transmissie niet.

▪ *Millimetergolven versus Microgolven*

Microgolf verbindingen zijn beperkt in snelheid en er is vandaag de dag nog geen technologie beschikbaar die Gigabit snelheden kan leveren. De mogelijkheid bestaat om meerdere microgolfverbindingen te combineren om zo gigabit snelheden te bereiken maar dit is een erg dure methode. Daarnaast vormt het weer een probleem bij meerdere microgolfverbindingen, waardoor de signal to noise ratio verslechtert. Millimetergolven zijn tevens veiliger voor mensen dan microgolven als gevolg van het lage vermogen dat voor de verbindingen gebruikt wordt.

⁶⁴ prijzen van It's Logic, Wireless Betuwe en Betuwenet

⁶⁵ Wexler, 2000

Tabel 4.21: Voor- en nadelen radiotechnologieën

	WLAN / Wi-Fi	MMDS	LMDS	MMW	HiperAccess
Voordelen	▪ Snelle ontwikkelingen ▪ Goedkoop en snel inzetbaar ▪ Geen licentie ▪ Weinig bureaucratie ▪ 802.11a: geen LOS vereist ▪ Prijs voor allerlei componenten is sterk gedaald	▪ Op lage frequenties geen verstoring door regen en mist ▪ In UNII banden: vrije toegang maakt snelle uitrol mogelijk ▪ Laag prijsniveau maakt systeem geschikt voor woonwijken en kleine bedrijven. ▪ De uitrusting is redelijk goedkoop op te zetten.	▪ Bandwidth on demand	60 GHz: ▪ Hoge penetratiediepte ▪ Goede prestatie in de atmosfeer ▪ Hoge veiligheid ▪ Lage kans op interceptie 71-74 GHz: ▪ Langere afstanden door gebrek aan zuurstofabsorptie	▪ Hoge mate van interoperabiliteit ▪ Massamarkt
Nadelen	▪ Verzwakkende factoren: ▪ Free space- en gasverzwakking ▪ Belemmeringen ▪ Noise/ ruis regen ▪ 802.11b: LOS vereist ▪ Kapitaal-intensiever voor ISP ▪ Vereist toegang tot hoog gebouw/ mast voor antennes ▪ 5 GHz: sterkere demping van muren en atmosfeer ▪ 802.11g en 802.11b storen elkaar in 2,4 Ghz band	▪ LOS-eis vereist meer antennes en versterkers ▪ Verstoring door signaalreflectie ▪ Frequenties in NL nog niet geveild ▪ Verzwakkende factoren ▪ Aanvraagproces licenties is tijdrovend ▪ LOS is moeilijk in stand te houden ▪ nog geen bidirectionele licenties beschikbaar	▪ Licenties zijn duur ▪ Licenties zijn nog niet geveild ▪ Signaal - verzwakking ▪ Verschillende frequentiebanden vereisen specifieke producten per gewest ▪ Interferentie in ongelicenseerde banden ▪ Aanvraagproces licenties is tijdrovend. ▪ Geen overeenstemming over standaarden ▪ Aparte producten voor verschillende gewesten vereist tgv frequentieverschillen	Regen verslechtert de prestatie	Verzwakkende factoren

▪ WLAN/ Wi-Fi versus LMDS/ MMDS

WLAN en Wi-Fi zijn oorspronkelijk ontwikkeld voor kantooromgevingen. Het toepassen van deze technologieën op de local loop is eigenlijk een vorm van 'oneigenlijk gebruik' van deze techniek. Het is wel mogelijk maar heeft vrij forse beperkingen. Ten eerste moet de capaciteit nu met een veel groter aantal mensen gedeeld worden. Ten tweede geeft deze alternatieve toepassing van WLAN ook in technische zin problemen. Ten derde is de techniek niet ontworpen voor lange afstanden, waardoor de technologie in veel gevallen aangepast moet worden bij toepassingen buitenshuis. In de praktijk is het bereik een paar honderd meter tot maximaal 500 meter, waardoor de inzetbaarheid als toegangstechnologie redelijk beperkt is. Daarnaast biedt de techniek geen mogelijkheden voor QoS. Dit wordt veroorzaakt door het volgende probleem. De kwaliteit van de dienstverlening en de QoS van ongeleide media zijn afhankelijk van andere gebruikers van de frequentieband. Omdat de licentiebanden waarin WLAN opereert vrij zijn, is het gebruikersaantal echter niet te controleren en te beheren. Omdat nooit zeker is hoeveel mensen de band gebruiken, is QoS ook niet te garanderen.

MMDS en LMDS zijn daarentegen specifiek ontworpen voor Wireless Local Loop. Beide technieken opereren in gelicenseerde frequentiebanden. Deze eigenschappen leiden ertoe dat deze technologieën een groter bereik en een grotere capaciteit hebben en dat QoS bij deze systemen wel te garanderen is. Voor de local loop zijn LMDS en MMDS dus interessanter en betrouwbaarder dan Wi-Fi. De licenties voor de 2,6 GHz, 3,5 GHz en 26 GHz frequentiebanden, de banden die LMDS en MMDS gebruiken, worden nog in 2003 geveild.

IV Nieuwe technologieën voor ongeleide transmissiemedia

4.9 Optische straalverbindingen en hybride systemen

4.9.1 Infrarood en laser

Een optische straalverbinding is een draadloze breedband technologie die gebruik maakt van lasers of infrarood lichtpulsen.⁶⁶ De Engelse term voor optische straalverbinding is Free Space Optics (FSO).

Er bestaan twee typen FSO configuraties, PtP en PtMP verbindingen. Bij een PtP verbinding staan er twee lasers op elkaar gericht zonder tussenliggende obstakels. Een PtMP systeem is alleen mogelijk met infrarood. PtMP systemen kunnen twee typologieën gebruiken, een wiel en een maas.

- *Netwerkarchitectuur en technieken*

Een FSO systeem voor local loop toegang omvat enkele laserterminals, elk geplaatst bij een netwerkknooppunt. Deze laserterminals of knooppunten zijn geïnstalleerd op huizen van abonnees of achter een raam. De signalen worden van en naar centrale knooppunten door een stad gestraald.

- *Netwerkcapaciteit en bereik*

Met PtP kan FSO snelheden ondersteunen van 155 Mbps of 622 Mbps in een straal van een aantal kilometer om de centrale heen. De exacte afstand en bitrate verschillen per fabrikant. De lasers in vermaasde PtMP netwerken kunnen tot vier richtingen tegelijkertijd bestralen met elk 622 Mbps over 200 tot 450 m en 155 Mbps over 1 tot 2 km.⁶⁷ Bij gebruik van een zeer sterke laser kan een wielarchitectuur 100 Mbps tot 1 à 2 km bereiken.

- *De wisselwerking tussen performance, bereik en betrouwbaarheid*

Voor een beschikbaarheid van 99,999% gelden maximale afstanden van een paar honderd meter. Performance, bereik en betrouwbaarheid hangen samen met het vermogen van de laser en de golflengte die de apparatuur gebruikt. Omdat FSO een LOS technologie is, beïnvloedt deze zichtlijn zowel de transmissiesnelheid als de signaalkwaliteit. Als de lengte van de straal een bepaald punt overschrijdt, divergeert deze te veel om nog goed gelezen te kunnen worden door de ontvangende knooppunten.⁶⁸

Bij atmosferische omstandigheden die het zicht beperken tot enkele honderden meters, voornamelijk bij dichte mist, treden forse signaalonderbrekingen op. Bij een pure FSO implementatie moeten de verbindingen zo kort zijn dat ze bij alle weersomstandigheden beschikbaar blijven (enkele honderden meters voor enkele honderden Mbps).⁶⁹

- *Frequentiespectra*

Om datapakketjes te versturen maakt FSO gebruik van het niet gereguleerde Terahertz (THz) spectrumgebied. De twee frequentiebanden die gebruikt worden voor transmissie door de lucht zijn rond 194 THz en rond 375 THz. Signalen met deze frequenties behoren tot het infraroodspectrum en zijn onzichtbaar voor mensen.

- *Security*

Technisch gezien is FSO zeer veilig en zeer moeilijk af te luisteren. De stralen zijn namelijk onzichtbaar en erg smal, waardoor het erg moeilijk is een bepaalde link in de lucht te vinden.

Het menselijk oog is gevoelig voor infrarood en laserlicht en daarom is het veiligheidsniveau streng gelimiteerd. Voor het gebruik van lasers is daarom een vergunning vereist. FSO

⁶⁶ <http://www.wcai.com/fso.htm>

⁶⁷ Allen, 2001

⁶⁸ DFI International research 2001

⁶⁹ Schreinemachers en Rood, 2001

producten moeten zich voegen naar de Internationale IEC veiligheidsstandaard.⁷⁰ Deze standaard vereist dat de lasers op zeer laag vermogen werken, hetgeen een beperkende werking op de overbrugbare afstand heeft.⁷¹

▪ *Dienstenpakket*

Over een optisch systeem zijn data-overdracht en een gecombineerde spraak-/ dataverbinding mogelijk. De meeste producten richten zich op zakelijke eindgebruikers en zijn daardoor vooral toegesneden op het ondersteunen van datacommunicatiestandaarden. Er is een grote variëteit aan aanbod, kwaliteit en prijsniveau.

Tabel 4.22: Dienstenpakket FSO

	Web browsing	VoIP	Video conferencing	VOD	MVOD	Streaming video	Interactieve video	Video bewaking	HDTV	MDTV	Telecommuting	Tele working	Tele medicine	LOA	Games
FSO	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

▪ *Kosten*

Het prijsniveau voor een set van twee FSO apparaten waarmee een verbinding kan worden gevormd van 622 Mbps of Gigabit Ethernet ligt in de orde van \$30.000,- tot \$40.000,-.⁷²

▪ *Ontwikkeling*

Free space lasers bieden goede mogelijkheden om ook in de toekomst de sterke groei in de vraag naar grotere transmissiecapaciteit per verbinding af te kunnen handelen. Echter het zwakke punt blijft de lage beschikbaarheid op jaarbasis voor inzet op afstanden boven 1 km in de Nederlandse weersomstandigheden. Dit betekent dat de techniek niet zo competitief is als primaire aansluittechniek van grote klanten op een Internet backbone in een land als Nederland. Voor zonniger landen en regio's geldt een ander weerplaatje en daardoor een ander perspectief voor de inzetbaarheid.⁷³

Op 13 maart 2003 heeft Alcatel een samenwerking aangekondigd met fSONA Communications, een toonaangevende producent van zogenaamde Free Space Optics (FSO)-oplossingen voor draadloze optische verbindingen.

▪ *Schaalbaarheid*

Schaalbaarheid naar hogere bandbreedtes is goed mogelijk. De bandbreedte is op te schalen door het gebruik van WDM of optische versterkers. Free space lasers bieden hierdoor grote mogelijkheden om ook in de toekomst de sterke groei in de vraag naar grotere transmissiecapaciteit per verbinding af te kunnen handelen.

Lasers zijn uiterst compact, volledig modulair opgebouwd en kunnen zich zo aan de individuele behoeften van de klanten aanpassen en bieden hoge investeringszekerheid voor toekomstige ontwikkelingen. De capaciteit bij de klanten kan eenvoudigweg verhoogd worden door het aantal nodes en configuraties te veranderen.⁷⁴

▪ *Toepassingen*

Bij FSO is er sprake van pure en hybride netwerken. Pure laser oplossingen gebruiken FSO voor alle verbindingen tussen gebouwen. Hybride oplossingen combineren FSO en glasvezelkabel in verbindingen tussen de gebouwen. FSO kent daarnaast een tijdelijke en een permanente toepassing.

⁷⁰ <http://www.wcai.com/fso.htm>

⁷¹ Light reading- The global site for Optical Networking

⁷² Schreinemachers en Rood, 2001

⁷³ idem

⁷⁴ Allen, 2001

Tijdelijke toepassing

Een tijdelijke toepassing van FSO is zinvol in situaties waar de aanleg van het definitieve netwerk ongewenst veel vertraging oplevert voor de dienstverlening. De snelle inzetbaarheid en de hoge bandbreedte maken FSO een interessante tussenoplossing. Een kleine verzameling free space lasers kan successievelijk op verschillende groeiplekken in een netwerk worden ingezet om zo snel aan de toenemende vraag tegemoet te komen.

Een FSO systeem kan ook ingezet worden als voorloper van een definitieve oplossing, bijvoorbeeld als snelle dienstverlening in afwachting van glasvezel. De aanleg van glasvezelkabel vindt vervolgens plaats in de gebieden waar daadwerkelijk behoefte is aan die uitbreiding.⁷⁵ In nood back-upsystemen en ramp herstellingstoepassingen verschaft FSO een redundante verbinding indien een primaire glasvezelverbinding is doorgesneden of is beschadigd bij bijvoorbeeld een ongeluk of slecht weer.

Permanente toepassing

Permanente toepassing van FSO is zinvol in gebieden waar de aanleg van glasvezel niet rendabel is, doordat aanlegkosten te hoog zijn, er geen grote vraag te verwachten valt of doordat de aanleg van glasvezel niet mogelijk of niet toegestaan is. Ook het vereiste van een snelle roll-out kan pleiten voor FSO. Indien de oplossing voldoet, kan een dergelijk 'wireless optics' netwerk ook permanent in gebruik blijven.⁷⁶ Ook kan een FSO systeem fungeren als back-up voor een enkelvoudige glasvezelaansluiting. PtP producten zijn bruikbaar als hoge snelheidsverbindingen tussen gebouwen. De PtP verbindingen worden vaak toegepast in grote campus LAN's⁷⁷ en met name voor bedrijfsinterne LAN-LAN koppelingen.⁷⁸

FSO is goed toepasbaar in gebieden met redelijk heldere atmosferische omstandigheden en hoge gebouwen. De LOS door de lucht maakt de FSO een goede transmissietechniek om obstakels als bestaande bouw, snelwegen en trainrails te omzeilen. Zonder graafwerk en vergunningen maakt FSO snelle aanleg en incrementele uitbreiding mogelijk van netwerken in stadskernen en bedrijventerreinen. Deze incrementele groei met behoud van kwaliteit is met name aantrekkelijk in dynamische omgevingen waar de vereiste plaats en omvang van een communicatienetwerk geregeld verandert en steeds kort tevoren bekend is.⁷⁹ De hoge snelheden zijn alleen te behalen in stedelijke gebieden. FSO implementaties moeten relatief dicht bij grote hubs geplaatst worden, wat betekent dat voorlopig alleen klanten in grote steden in aanmerking komen. In meer afgelegen gebieden is FSO mogelijk indien providers hubs in dat gebied plaatsen.⁸⁰

4.9.2 Hybride systemen: Hybride FSO-Radio (HFR)

Hybride FSO-RADIO (HFR) is een draadloos systeem dat de free space optics (FSO) technologie met de 60 GHz millimeter golf technologie combineert. HFR levert een sterke uitbreiding van het bereik van FSO. De gecombineerde technologieën van HFR elimineren de beperkingen die de beide technologieën apart hebben. Mist en droge sneeuw, de belangrijkste problemen voor FSO systemen, hebben vrijwel geen invloed op de propagatie afstand van 60 GHz radiogolven. Daarnaast levert regen, hét probleem van radiosystemen, geen grote problemen op voor FSO systemen, zelfs niet voor zeer heftige regengebieden (> 150 mm/uur) waar de MMW systemen down zijn. Mist en regen kunnen niet tegelijkertijd optreden, aangezien de lucht maar een bepaalde hoeveelheid vocht kan vasthouden en de regen de mist 'wegwast'. Hierdoor vullen FSO en 60 GHz radio systemen elkaar aan en bieden zo een alternatieve last mile oplossing. Het samenvoegen van de twee technologieën levert een gecombineerd systeem, waar het datapad schakelt tussen de twee paden op een protocol onafhankelijke manier. HFR heeft een zeer uitgestrekt bereik bij een betrouwbaarheid van 99,999%.⁸¹

⁷⁵ Schreinemachers en Rood, 2001

⁷⁶ idem

⁷⁷ Light reading- The global site for Optical Networking, 2000

⁷⁸ Van Bussel en Rood, 2002

⁷⁹ Schreinemachers en Rood, 2001

⁸⁰ Allen, 2001

⁸¹ <http://www.airfiber.com/products/HFR.htm>

Het Amerikaanse bedrijf Omnilux combineert FSO met Wi-Fi. Het bedrijf heeft een apparaat ontwikkeld dat het, in combinatie met reguliere software, mogelijk maakt om huizen en kantoren met elkaar te verbinden. Wanneer zij in elkaars zichtlijn liggen (LOS), kunnen data uitgewisseld worden met behulp van light-emitting diodes (LED's.) Wanneer een signaal een huis of kantoor bereikt, wordt het via een Ethernet of 802.11b verbinding naar computers gerouteerd.

▪ *Netwerkarchitectuur en technieken*

Een techniek voor de implementatie van HFR systemen is het gebruiken van de Redundant Link Controller (RLC). Deze zorgt voor feilloze schakeling zonder vertraging tussen FSO en MMW en corrigeert voor tijdelijke blokkades door bijvoorbeeld vogels.

Bij HFR wordt dezelfde informatie simultaan over de FSO link en de 60 GHz link verzonden (padredundantie). De RLC controleert de informatie op beide transmissiepaden op fouten en stuurt alleen de foutloze informatie door.

▪ *Netwerkcapaciteit en bereik*

HFR levert, ongeacht de weersomstandigheden, een 99,999% beschikbaarheid van de verbinding met snelheden van 155 Mbps, 622 Mbps of 1,25 Gbps over een afstand van een kilometer. HFR systemen zijn geoptimaliseerd voor een full-duplex Fast Ethernet verbinding met een snelheid van 100 Mbps en een overbrugbare afstand tot 2 km. Met automatische omschakeling zal de laser het overgrote merendeel van de tijd in bedrijf zijn en het microgolfsysteem zal slechts voor geringe tijd per jaar het primaire systeem zijn. Klanten kunnen dus soms een lagere datasnelheid krijgen maar zij zullen altijd verbinding behouden.⁸² Het apparaat van Omnilux haalt tot 400 meter datasnelheden tot 100 Mbps.

▪ *Frequentiespectra*

Zowel de 60 GHz radiogolven als de FSO stralen maken gebruik van ongelicenseerde frequentiebanden. Voor het gebruik van FSO is wel een vergunning nodig. Deze is echter zonder problemen verkrijgbaar.

▪ *Kosten*

De kosten van het systeem zijn afhankelijk van factoren als de te overbruggen afstand, de configuratie, etc.

▪ *Dienstenpakket*

Tabel 4.23: Dienstenpakket HFR

	Web browsing	VoIP	Video conferencing	VOD	MVOD	Streaming video	Interactive video	Video bewaking	HDTV	MDTV	Telecommuting	Tele working	Tele medicine	LOA	Games
HFR	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

▪ *Schaalbaarheid*

Rendabele migratie van Fast Ethernet naar Gigabit Ethernet over afstanden tot 1000 meter is mogelijk.

▪ *Ontwikkelingstijd*

De antennes zijn eenvoudig door de gebruiker te installeren.⁸³

⁸² Allen, 2001

⁸³ Gesellschaft für optische Kommunikationssysteme mbH, 2001

4.9.3 Samenvatting

In Tabel 4.24 zijn de eigenschappen van beide FSO systemen naast elkaar gezet, zodat een snelle vergelijking mogelijk is.

Tabel 4.24: Vergelijking optische straalverbindingen

	Optische straalverbinding	FSO-Radio FSR
Technologie	• P2P • P2MP: maas/ wiel	PtP
Capaciteit	• P2P: 155 Mbps / 622 Mbps • 2.4-10 Gbps is aangekondigd	155 Mbps / 622 Mbps / 1.25 Gbps (IP1000 systeem)
Bereik	• P2P: aantal km rond centrale: • P2MP wiel: 1 –2 km: • P2MP maas: 200- 450 m tot in 4 richtingen:	• Met 99,999% reliability: 1 km • 100 Mbps: tot 2 km • In open gebied: tot 24 km met krachtige lasers
Frequentie-spectrum	• Rond 194 THz • Rond 375 THz	• Radiogolf: 60 Ghz • FSO straal: THz gebied
Licentie vereist?	Nee	Nee
Standaardisatie	IEC veiligheidsstandaard voor producten	IEC veiligheidsstandaard voor producten
Diensten	• Gecombineerde data-/ spraakverbinding tv, radio, internet, interactieve diensten en • Bewakingsfaciliteiten	Geoptimaliseerd voor full-duplex fast Ethernet
Technische aanpassingen in netwerk	Glasvezel aanleggen tot: • Kabelverdeler (P2P) • Central Office (P2MP)	Glasvezel aanleggen tot de kabelverdeler
Kosten	▪ Geringe installatiekosten (doe-het-zelf) ▪ Eenvoudig beheer ▪ \$30.000,- tot \$40.000,- voor 2 FSO apparaten (622 Mbps) ▪ ROI binnen een aantal maanden ▪ Kosten voor Jaarlijkse onderhoudsbeurt	Netwerkinstallatie is duur De kosten van het gecombineerde systeem zijn hoger dan de aparte technologieën. (Airfiber levert tegen fractie van kosten voor FttH) Geringe installatiekosten (doe-het-zelf)
BB in 3 jaar?	Ja	Afhankelijk van ontwikkeling van straalverbindingen en kostenontwikkeling
Geografische Schaalbaarheid	++ • verbinding is binnen 2-3 dagen realiseerbaar • Netwerkkarchitectuur blijft gelijk bij toevoeging van extra gebouwen aan het netwerk	++
Technische Schaalbaarheid	++ • Volgt progressietempo van glasvezel: WDM en DWDM toepasbaar • Aanpasbaar aan individuele behoeften van gebruikers • Capaciteitsverhoging eenvoudig: door verandering van aantal nodes en configuraties	++ • Rendabele migratie van Fast Ethernet naar Gigabit Ethernet over afstanden tot 1000 meter is mogelijk middels uitwisseling van applicatiemodules.
Toepassingen	• Gebieden met redelijk heldere atmosfeer en hoge gebouwen • In dynamische omgevingen waar communicatie-netwerk geregeld verandert • In stedelijke gebieden • In landelijk gebied als providers hubs plaatsen • Permanente en tijdelijke toepassingen	• Gebieden met hoge gebouwen • In stedelijke gebieden • In landelijk gebied als providers hubs plaatsen Door de hoge kosten zal men bij dit systeem niet snel kiezen voor een tijdelijke oplossing

4.10 Afwegingen

In tabel 4.25 zijn de voor- en nadelen van de technieken bijeengezet. Andere afwegingen die spelen bij de keuze voor optische straalverbindingen worden uiteengezet.

Tabel 4.25: Voor- en nadelen optische straalverbindingen

	Optische straalverbinding	FSO-Radio FSR
Voordelen	▪ Snel inzetbaar ▪ Geen graafwerk ▪ Geen licentie ▪ Geen andere partijen dan gebruikers ▪ Doe-het-zelf installatie binnen 2-3 dagen ▪ Indien tijdelijke oplossing voldoet, kan FSO permanent worden ingezet: risicoverlagend ▪ Zeer veilig en zeer moeilijk af te luisteren ▪ Geen crosstalk ▪ Veilig voor menselijk / dierlijk oog	▪ Reliability van 99,999% ▪ Zeer betrouwbaar ongeacht atmosferische omstandigheden ▪ Naadloze schakeling tussen beide systemen ▪ Antennes eenvoudig door gebruiker te installeren
Nadelen	▪ grote gevoeligheid voor dichte mist, zware regenval en sneeuw. ▪ Vereiste van onbelemmerde zichtlijn (LOS) ▪ Hoge snelheden alleen haalbaar in stedelijk gebied ▪ FSO implementaties moet redelijk dicht bij grote hubs	▪ Vrij gebruik van de band verhoogt kans op storingen ▪ Het systeem is zeer duur ▪ Vereiste van onbelemmerde zichtlijn (LOS)

▪ Afwegingen Free-space optics (FSO)

FSO technologieën zijn alleen inzetbaar op afstanden onder een kilometer wil een redelijke capaciteit behaald worden. Free space laser kent een sterke wisselwerking tussen prestatie, bereik en betrouwbaarheid. FSO heeft een enorm time-to-market voordeel ten opzichte van glasvezel. Een FSO link kan in een aantal dagen operationeel zijn.

Het grote nadeel van FSO is de grote gevoeligheid voor met name dichte mist. Om te voorkomen dat het weer de netwerkprestaties onacceptabel beïnvloedt, is het raadzaam een hybride oplossing te kiezen om te voorkomen dat het netwerk single points of failure bevat.⁸⁴ De hybride technologie van FSO en radiogolven is een mogelijkheid.

Een mogelijk implementatiescenario voor een nieuwe provider zonder bestaande infrastructuur is dat deze begint diensten te verkopen in een gedeelte van de stad. Als de provider klanten binnen één gebouw binnenhaalt, installeert hij de bedrading en de producten met een verbinding vanuit dat punt naar zijn backbone. Vervolgens market hij de dienst bij andere gebouwen binnen de zichtlijn van het eerste gebouw. Als een klant is binnengehaald hoeft alleen de apparatuur ingezet te worden. Deze methode kan het voor een provider mogelijk maken alleen de ruimte te huren op het connectiepunt naar de nationale backbone (in plaats van een ruimte huren in elk Central Office van de huidige operator). De provider hoeft op deze wijze geen geld te investeren in infrastructuur tot het moment dat een klant het product wil afnemen.⁸⁵

▪ Afwegingen Hybrid Free Space Radio (HFR)

Bij HFR treden een aantal algemene nadelen van hybride systemen op. Een eerste nadeel van hybride systemen is dat de kosten hoog zijn. De totale kosten zijn in deze gevallen namelijk de som van de kosten van beide systemen. Ten tweede levert het samenvoegen van meerdere systemen naast voordelen ook extra nadelen op, omdat het systeem te kampen heeft met de nadelen van beide systemen. Ten slotte geldt dat de capaciteit van het gecombineerde systeem wordt bepaald door de zwakste schakel. De in dit opzicht slechtst presterende techniek bepaalt dus de capaciteit van het systeem.

HFR levert aan de andere kant een sterke uitbreiding van het bereik van FSO. De gecombineerde technologieën van HFR elimineren de beperkingen die de beide technologieën apart hebben. Mist en droge sneeuw, de belangrijkste problemen voor FSO systemen, hebben

⁸⁴ Schreinemachers en Rood, 2001

⁸⁵ Allen, 2001

vrijwel geen invloed op de propagatie afstand van 60 GHz radiogolven. Daarnaast levert regen, hét probleem van radiosystemen, geen grote problemen op voor FSO systemen.

In een HFR configuratie is het denkbaar om te starten met een 1 Gbps radioverbinding en op termijn uit te breiden met een optische straalverbinding van grotere bandbreedte zodra deze beschikbaar wordt. Zodra de laserverbinding de radioverbinding vervangt, kan de radioverbinding dienen als back-up van de laser.⁸⁶

4.11 Transmissiepaden naar een breedbandig netwerk

Zoals eerder is uitgelegd, sluiten evolutionaire technologieën beter aan bij de huidige situatie op de markt. Tabel 4.26 geeft typeringen weer van de overgangen naar verschillende technologieën. De tabel dient van links naar rechts gelezen te worden en geeft als zodanig een typering van de overgang van de techniek in de *linkerkolom* naar de techniek in de *bovenste rij*.

- *Overgangen vanuit VDSL*

VDSL kan evolutionair opgebouwd worden door te beginnen met VDSL glas/koper en dan over te stappen naar VDSL-glas. Als stap hierna kan ook het laatste koperdeel vervangen worden door een glasvezel met een PON of een AON. Ook kan een draadloze verbinding gebruikt worden in de vorm van HFR. Deze techniek heeft wel een LOS vereiste maar haalt zeer hoge snelheden. Deze technologie kan ook gebruikt worden ten tijde van de overgang naar glasvezel of voordat tot aanleg overgegaan wordt, om te kijken of er wel behoefte is aan dergelijke snelheden. De overgang naar Etherloop2 zou een verbetering betekenen voor de bandbreedte en eenvoud van het systeem maar is zeer onwaarschijnlijk ten gevolge van de grote aanpassingen die gedaan zijn om VDSL mogelijk te maken. Dit zou kapitaalvernietiging betekenen.

- *Overgangen vanuit Etherloop2*

Etherloop2 biedt snelheden van 100 Mbps over een paar honderd meter naar ieder huis. De overstap naar VDSL betekent dan dus een achteruitgang in bandbreedte. Door de local loop te verglazen zou een vooruitgang geboekt kunnen worden, mits een snelheid van hoger dan 100 Mbps gehaald wordt met deze technologieën. Aangezien hiervoor het hele toegangsnet in één keer verglaasd moet worden, is dit een revolutionaire ontwikkeling. Een overstap naar HFR is niet waarschijnlijk, aangezien beide technologieën dezelfde bandbreedte leveren.

- *Overgangen vanuit CMTS+*

Veranderingen in de CTMS geven een maximale snelheidsverbetering tot 10 Mbps. Iedere overgang naar andere technologieën levert dus sowieso een verbetering in bandbreedte op. Voor de overgang naar Narad is de stap evolutionair, waarbij overgegaan wordt op Naradtechnologie wanneer de capaciteit niet meer voldoende is. Maxi-Ster vormt wederom een revolutionaire overgang. Dit geldt ook voor de overgang naar een glasvezelnetwerk.

- *Overgangen vanuit Narad*

Met Narad kan een gedeelde bandbreedte gehaald worden van 100 Mbps of 1 Gbps. De overgang naar CMTS+ en Maxi-Ster zijn dus een achteruitgang. De overgang naar een glasvezeltechnologie is ook hier revolutionair, aangezien er nog niet eerder in het netwerk met glas is gewerkt. De overgang is tevens onwaarschijnlijk, aangezien het aannemelijk is dat de keuze voor aanleg van óf glas óf Narad weloverwogen zal zijn. Aan deze keuze gaat een afweging vooraf tussen de kosten van beide opties en de bijbehorende winst aan bandbreedte. Wanneer hierna alsnog overgestapt gaat worden op glasvezeltechnologie, is er sprake van kapitaalvernietiging.

- *Overgangen vanuit Maxi-Ster*

Maxi-Ster is een revolutionaire technologie ontwikkeling. Het hele netwerk van de wijkcentrale tot de huizen wordt hierbij vervangen. Elke overgang naar een andere technologie is dus of onmogelijk of revolutionair en daarmee zeer onwaarschijnlijk. Voordat er gekozen wordt voor

⁸⁶ Schreinemachers en Rood, 2001

een Maxi-Ster moet dus goed nagedacht worden, want de weg terug betekent kapitaalvernietiging en de nieuwe technologie vergt wederom enorme investeringen.

Tabel 4.26: Transmissiepaden

	Twisted Pair		Coax			Glasvezel			Draadloos						
	VDSL	Etherloop2	CTMS+	Narad	Maxi-Ster	EPON	APON	AON	WLAN / Wi-Fi	MMDS	LMDS	MMW	HiperAccess	FSO	HFR
VDSL		O	-	-	-	E	E	E	C	X	C	C	X	C	E
Etherloop2	X		-	-	-	R	R	R	X	X	X	X	X	C	O
CTMS+	-	-		E C	R	R	R	R	C	O	C	C	C	C	E
Narad	-	-	X		X	R	R	R	O	O	O	O	O	O	O
Maxi-Ster	-	-	X	O		O R	O R	O R	O	O	O	O	O	O	O
EPON	C	X	X	X	X		O	O	O	O	O	O	O	O	O
APON	C	X	X	X	X	E		O	O	O	O	O	O	O	O
AON	C	X	X	X	X	\$	\$		O	O	O	O	O	O	O
WLAN / Wi-Fi	O	E	C	O	X	R	R	R		X	O	E	X	E C	E
MMDS	O	E	C	O	O	R	R	R	E		E	E	\$	E C	E
LMDS	O	O	C	O	O	R	R	R	O	X		\$	X	E C	E
MMW	X	X	C	O	O	R	R	R	X	X	\$		X	E C	E
HiperAccess	O	O	C	O	O	R	R	R	E	X	E	E		E C	E
FSO	O	X	C	O	O	R	R	R	E C	E C	E C	E C	E C		E
HFR	X	X	X	X	X	O R	O R	O R	X	X	X	X	X	X	

E = Evolutionaire ontwikkeling (incrementele verbetering)

R = Revolutionaire ontwikkeling (radicale verbetering)

X = Technologische achteruitgang

C = Complementair: tegelijkertijd aanwezig in één netwerk

O = Onwaarschijnlijk

- = Niet van toepassing ivm overgang tussen verschillende transmissiemedia

\$ = Keuze die hoofdzakelijk op financiële argumenten zal berusten

 Nu nog niet beschikbaar

 Zinnige transmissiepaden van / naar kansrijke technologieën

- *Overgangen vanuit EPON*

Aangezien glasvezel de hoogste bandbreedte levert van alle transmissiemedia, betekent de overgang naar een ander medium per definitie een verslechtering. Wel kunnen overgangen plaatsvinden tussen de verschillende technologieën die mogelijk zijn over glasvezel.

Wanneer is gekozen voor een EPON technologie, is de overgang naar APON onwaarschijnlijk omdat er evolutionair gezien wordt steeds meer verkeer gebaseerd is op het IP protocol. Ethernet is geschikter voor IP verkeer dan ATM, wat deze overgang dus zeer onlogisch maakt. Breedband wordt voornamelijk gebruikt om diensten via internet af te nemen. De meeste huisnetwerken zijn ook ethernet gebaseerd. Het is in dit opzicht niet logisch om een IP backbone om te zetten naar een stuk ATM netwerk en dan vervolgens in huis weer over te schakelen op een IP netwerk.

De overgang naar een actief netwerk is nog onwaarschijnlijker en zeer onlogisch, aangezien dan alle grond open moet om de passieve splitters weg te halen en grote kasten gebouwd moeten worden om actieve apparatuur in te plaatsen.

- *Overgangen vanuit APON (Optisch Ethernet):*

De keuze voor een overgang van APON naar EPON is een waarschijnlijke overgang, gezien de ontwikkelingen die beschreven zijn bij de overgang vanuit EPON.

De overgang naar een actief netwerk is zeer onwaarschijnlijk en zeer onlogisch, aangezien dan alle grond open moet om de passieve splitters weg te halen en meer glasvezel aan te leggen en wijkcentra gebouwd moeten worden om actieve apparatuur in te plaatsen.

- *Overgangen vanuit AON:*

De overgang van een actief naar een passief optisch netwerk is logischer. De actieve switches worden hierbij vervangen door de veel kleinere passieve splitters. Dit zal vooral een kostenoverweging zijn. De gebruikte glasvezels moeten echter wel single mode zijn, aangezien multimode vezels niet in een passief netwerk gebruikt kunnen worden.

- *Overgangen vanuit draadloze verbindingen*

De overgang van een WLAN naar VDSL, Nard of Maxi-Ster is onwaarschijnlijk, aangezien de capaciteitswinst hiermee zeer beperkt is en de noodzakelijke investering zeer hoog. De overgang van een WLAN naar Etherloop is evolutionair, aangezien er weinig aanpassingen in het netwerk nodig zijn en de capaciteitswinst aanzienlijk is.

Iedere draadloze verbinding kan als complement ingezet worden. Ten eerste kan dit in een netwerk waar alleen de CMTS is opgeschaald. Het laatste stukje in het netwerk kan dan vervangen worden door een draadloze verbinding om de local loop te versnellen. Ten tweede zijn de radioverbindingen complementair te gebruiken met FSO. Tezamen vormen zij dan een HFR netwerk.

De overgang van iedere draadloze verbinding naar glasvezel, in welke vorm dan ook, is revolutionair, aangezien er in een keer naar het huis verglaasd moet worden. De overstap naar andere draadloze verbindingen hangt af van de behalen snelheid en de kosten. Is er weinig capaciteitswinst, dan is de overgang onwaarschijnlijk. Bij veel capaciteitswinst is er sprake van evolutie, omdat er niet veel veranderingen hoeven plaats te vinden. Soms levert de overgang een verslechtering op van capaciteit. Wanneer de te behalen snelheden van twee draadloze technologieën ongeveer gelijk zijn, zal er sprake zijn van een kostenafweging.

- *Overgangen vanuit HFR:*

HFR levert de snelheden van glasvezelnetten over draadloze verbindingen, waardoor de overgang naar elke koper- of coax technologie een achteruitgang betekent. Wanneer HFR geïnstalleerd is, is de overgang naar vaste glasvezel onwaarschijnlijk, aangezien dit enorme investeringen vergt en geen winst in bandbreedte.

4.12 De keuze tussen FttH en alternatieve transmissiemedia

Bij het kiezen tussen transmissietechnieken en de transmissietechnologieën daaroverheen, spelen veel afwegingen. De keuze hangt af van veel factoren die verschillend zijn per provider en de omstandigheden waarin hij zich bevindt. Glasvezel tot aan de meterkast (FttH) is qua beschikbare bandbreedte de meest optimale vormgeving van de local loop. Door de grote onzekerheid van de benodigde miljardeninvesteringen voor de aanleg van een dergelijk netwerk en het onomkeerbare karakter ervan, is dit voor bedrijven in de huidige economische situatie niet erg aantrekkelijk en doorgaans financieel onmogelijk. In deze paragraaf worden daarom de meest succesvolle alternatieven afgezet tegen FttH, waarbij de afwegingen bij de keuze voor een bepaalde technologie uiteengezet worden. Uiteraard zijn de genoemde afwegingen niet de enige en spelen er nog meer afwegingen. Onderstaande afwegingen zijn bedoeld om inzicht te bieden in de complexiteit van de mogelijke keuzes.

4.12.1 Koper Twisted Pair versus FttH

- *VDSL versus FttH*

VDSL vereist dure aanpassingen in het netwerk. Deze zijn echter goedkoper dan bij de FttH variant. Bij VDSL kunnen de kosten van de verglazing verdeeld worden over de wijkbewoners, omdat de verglazing niet verder gaat dan de wijkkasten. Dit betekent een grote kostenreductie voor eindgebruikers ten opzichte van FttH, waarbij een nieuw net tot in de meterkast moet worden aangelegd en iedere bewoner dus de verglazing tot zijn huis alleen moet betalen.

VDSL in een FttC constructie is wel goedkoper dan FttH maar de maximaal te leveren capaciteit is minder. Hier speelt dus een kosten-prestatie afweging ten aanzien van de verwachting van de verkeersgroei. Het probleem hierbij is, dat het niet bekend is wanneer de verkeersgroei per huishouden de 26 Mbps symmetrisch overstijgt en of huishoudens meer dan 52 Mbps downloadcapaciteit gaan gebruiken. VDSL vergt verglazing tot 300 à 450 meter van de huizen. FttH vergt verglazing tot aan de huizen. VDSL kan dus gezien worden als een tussenoplossing tussen de huidige situatie en FttH. Doordat de voor VDSL benodigde verglazing ook nodig is voor FttH, is verglazen tot 300 meter van de huizen sowieso een nuttige investering. Blijkt de capaciteit van VDSL toch niet toereikend, dan is het laatste stuk ook te verglazen en is er sprake van een FttH constructie. Het is niet duidelijk of dit evolutie-scenario operationele problemen met zich meebrengt. Bij het in één keer aanleggen van glasvezel tot het huis, bestaat de kans dat de gebruikersbehoefte achter blijft bij de capaciteit van het geplaatste glasvezelnet of deze nooit bereikt. Het break-even point wordt nooit bereikt, hetgeen een enorme schuldenlast voor bedrijven met zich meebrengt.

In nieuwbouwwijken is het, gezien de verwachte groei in vraag naar bandbreedte, verstandig al buizen voor glasvezel naar het huis te leggen wanneer de grond toch open gaat voor de kabel en het elektriciteitsnet. De graafkosten voor het plaatsen van de vezels op een later tijdsip vervallen dan, waardoor de afweging tussen capaciteit en kosten gunstiger opschuift richting FttH.

4.12.2 Coax versus FttH

- *Narad versus FttH*

De afweging tussen de aanleg van Naradnetwerken en FttH is die tussen de kosten van het graven van glasvezels en de elektronica en nieuwe apparatuur die nodig zijn om met een Naradnetwerk dezelfde bandbreedte bij de eindgebruiker te krijgen.

- *Maxi-Ster versus FttH*

Bij de aanleg van een Maxi-Ster moet tot de laatste versterker de hele coax-infrastructuur vervangen worden. Hierbij dient dan afgewogen te worden wat de meerwaarde is van een Maxi-Sternet ten opzichte van een FttX constructie. Bij het geheel openhalen van de grond is het een toekomstvastere keuze om in ieder geval tot de stoep glas neer te leggen, zodat een FttC constructie ontstaat. De laatste meters hoeven niet verglaasd te worden maar kunnen ook met

een draadloze techniek overbrugd worden. Ook dient afgewogen te worden of het in dit geval niet rendabeler en toekomstvaster is om ook de laatste meters tot het huis erbij te trekken en glasvezel aan te leggen.

Er spelen verschillende trade-offs voor de keuze tussen deze technieken. Beide technieken brengen evenveel graafkosten met zich mee. Voor een CATV aanbieder is het echter makkelijker om een Maxi-Ster naar een flat aan te leggen, omdat hij het gebouw toch al van gebouwbekabeling moet voorzien. Een provider van FttH moet gebouwbekabeling apart regelen of glasvezel door het gehele gebouw aanleggen. Een tweede afweging is die tussen de kosten van de splitters.

De splitters die voor een Maxi-Ster aangelegd moeten worden in de wijkcentra zijn erg duur i.v.m. hoge kwaliteitseisen. Bij FttH (APON) vindt de optisch-elektrisch conversie echter pas plaats in de meterkast. Op eindgebruikersniveau liggen de eisen veel lager, waardoor de kosten per splitter bij FttH lager zijn dan bij Maxi-Ster. De lasers die in de splitters gebruikt worden zijn echter weer duurder dan die van de Maxi-Ster. Een FttH structuur vereist echter veel meer splitters dan de Maxi-Ster. Hier ligt dus een overweging tussen weinig dure splitters en zeer veel goedkopere splitters. Ergens ligt hier een break-even point. De plaats van dit punt hangt uiteraard af van het aantal benodigde splitters en de prijs van de afzonderlijke splitters.

Het Maxi-Sternet concept vereist enorm veel graafwerk en is dus minder geschikt voor bestaande reguliere woonwijken maar meer een optie voor nieuwbouw en flatgebouwen. Hier kan het een concurrentievorm worden voor fiber. Naast de glasvezels kan zo'n coaxbundel neergelegd worden of een aannemer of woningbouwvereniging kan in zee gaan met een kabelexploitant om de bewoners van breedband te voorzien. Op deze wijze ontstaat concurrentie tussen infrastructures. In een nieuwbouwwijk wordt het al lastiger om een Maxi-Ster aan te leggen. Bij 200 huizen moeten dan 200 dunne kabels in één straatkast samengepakt worden, hetgeen erg lastig wordt gezien de kleine inhoud van de kasten. Voor FttH is veel minder kabel benodigd.

4.12.3 Straalverbindingen versus FttH

Free space laserverbindingen vormen een betaalbaar en snel inzetbaar alternatief voor aanleg van glasvezelkabel over beperkte afstand en voor een omgeving met een lage dichtheid van aansluitingen. Ook voor bedrijven in stedelijke gebieden die een snelle datavoorziening nodig hebben is FSO een significant goedkopere optie dan FttH. De kostenvoordelen van free space laser spelen vooral als er geen schaalvoordelen optreden ten gunste van glasvezel. De geringe installatiekosten en het eenvoudige beheer van de apparatuur verklaren de lage kosten in vergelijking tot nieuwe glasvezelnetwerken. De installatie van de apparatuur is alleen afhankelijk van de betrokken gebouwen; er is geen sprake van graafwerk om glasvezelkabel via de openbare weg tussen de gebouwen aan te brengen. Er zijn nauwelijks andere partijen betrokken dan de gebruikers zelf. Tevens vermijdt het systeem de terugkerende kosten van huurlijnen.⁸⁷

Toepassing van FSO kan 50 tot 70 procent goedkoper zijn dan het leggen van vaste kabelverbindingen, waardoor de investeringen sneller kunnen worden terugverdiend.⁸⁸ Het grote probleem van FSO, de grote gevoeligheid voor dichte mist, wordt ondervangen door HFR. Volgens Airfiber is HFR leverbaar tegen een fractie van de kosten van het huidige FttH.⁸⁹

In een FSR configuratie is het denkbaar om te starten met een 1 Gbps radioverbinding en op termijn uit te breiden met een optische straalverbinding van grotere bandbreedte zodra deze beschikbaar wordt. Zodra de laserverbinding de radioverbinding vervangt, kan de radioverbinding dienen als back-up van de laser.⁹⁰

⁸⁷ Dornan, 2002

⁸⁸ Persbericht NRC Handelsblad: Breedband door de lucht met Free Space Optics, 2002

⁸⁹ <http://www.airfiber.com/products/HFR.htm>

⁹⁰ Schreinemachers en Rood, 2001

4.13 Conclusies

Er bestaan verschillende manieren om breedband op het niveau van de local loop te realiseren. Deze mogelijkheden zijn te verdelen in vier groepen: conventionele geleide media; conventionele ongeleide media; nieuwe geleide media en nieuwe ongeleide media.

De toegangsnetwerken in hun huidige vorm bereiken het maximum van hun capaciteit. Om aan de verwachte toename van bandbreedtevraag te kunnen voldoen, zullen de huidige koper- en coaxnetwerken aangepast moeten worden. Aanpassingen aan het traditionele vaste netwerk zijn erg duur en de vraag is of de kosten van de aanpassingen opwegen tegen de hierdoor gerealiseerde toename van capaciteit. De hamvraag hierbij is waar en wanneer het moment aanbreekt waarop de conventionele technologieën niet langer aan de vraag naar bandbreedte kunnen voldoen en waarop ook het verder upgraden van koper en kabel niet meer rendabel is. Zijn de investeringen in de traditionele netwerken terug te verdienen voordat de behoefte aan capaciteit de maximaal te leveren capaciteit met de traditionele transmissiemedia heeft overstegen? Valt het moment van Return-on-Investment (ROI) min of meer samen met het omslagpunt, ver ervoor (winst) of juist ver erna (verlies)? De vraag is of er dan niet beter direct glasvezel (als 'optimaal' medium) tot aan het huis aangelegd moet worden. Bij gelijke of snellere ROI niet, bij latere ROI wel. Dit omslagmoment is echter zeer moeilijk tot niet voorspelbaar en zal per locatie verschillen. In nieuwbouwwijken is dit omslagpunt waarschijnlijk al gepasseerd. Dit geldt ook voor bestaande locaties met een hoge dichtheid van (zware bandbreedte) gebruikers, zoals flats en appartementencomplexen.

Het realiseren van een glasvezelnetwerk is een erg dure oplossing om breedband op de local loop te bewerkstelligen. In de huidige economische omstandigheden zijn hoge initiële investeringen die gepaard gaan met veel onzekerheid, niet aantrekkelijk. Als alternatief kunnen draadloze of ongeleide breedband technologieën een economisch levensvatbaar alternatief vormen voor traditionele vaste toegangsnetwerken. De belofte en wellicht het gevaar van de huidige draadloze telecommunicatiemarkt is gelegen in haar uitgebreide assortiment aan toegangssapparatuur, dat een groot speelveld biedt waarop vele typen applicaties en uiteenlopende content ingezet kunnen worden.

In het buitenland, met name in Azië en Amerika, wordt veel onderzoek gedaan naar en geëxperimenteerd met nieuwe alternatieve technologieën die (wellicht tijdelijk) als substituut voor glasvezel kunnen dienen. Op deze wijze kan inzicht verkregen worden in de potentie van breedband en de vraag naar verschillende media. Tevens kunnen verschillende partijen kennisnemen van de mogelijkheden van breedband, zonder een keuze 'voor het leven' te moeten maken voor één variant. Er bestaan verschillende varianten die een veel kleinere investering vergen en zodoende een lagere financiële drempel opwerpen om in te investeren. Bovendien zijn de investeringen na enkele jaren reeds terugverdiend, waardoor de mogelijkheid voor exploitatie van een ander medium weer open komt te staan. Om de meeste van deze mogelijkheden te kunnen realiseren, zullen communicatie- en dienstenproviders zowel de netwerkinfrastructuur als nieuwe partnerships in overweging moeten nemen. Om niet alleen de strategie te bepalen voor *welke* technologie zij willen inzetten maar ook voor *wanneer* zij deze willen uitrollen, zullen zij zich tevens moeten verdiepen in de huidige kennis inzake de behoeften binnen specifieke geografische gebieden en verticale markten.⁹¹

4.13.1 Conclusies voor de belangrijkste criteria

De kansrijkheid van een bepaalde technologie als breedbandig aansluitnet wordt bepaald door de 'score' van de betreffende technologie op verschillende factoren. De volgende factoren zijn in dit kader belangrijk: afstand, geografische schaalbaarheid, schaalbaarheid in bandbreedte, standaardisatie, toepassing en kosten. In de volgende sub-paragrafen volgt een conclusie van de technieken op de belangrijkste criteria.

⁹¹ Five, 2003

Afstand

Op het criterium 'afstand' scoort MMDS het beste met een overbrugbare afstand van 48 km. De drie glasvezeltechnieken vormen de tweede plaats met 20 km, de derde positie wordt ingenomen door de draadloze technieken LMDS en MMW met ca. 12-16 km. Alle behandelde transporttechnologieën kunnen de afstand van het aansluitnetwerk echter overbruggen, eventueel in combinatie met een andersoortig voedend netwerk. In de meeste gevallen zal glasvezel hiervoor de beste optie zijn.

VDSL, MMDS, LMDS, HiperAccess en WLAN hebben een sterke afhankelijkheid tussen bereik en datasnelheid. Vooral weersomstandigheden als zware regenval en mist hebben een grote beperkende invloed op draadloze technologieën in hoge frequentiegebieden. HFR ondervangt dit probleem.

Geografische schaalbaarheid

Alle draadloze technologieën en Etherloop2 zijn geografisch zeer goed schaalbaar. Een extra aansluiting is immers met weinig moeite te realiseren. De glasvezeltechnieken zijn het slechtst schaalbaar, aangezien het slechts mogelijk is om het netwerk per wijk op te schalen in verband met de hoge kosten die met het benodigde graafwerkgepaard gaan.

VDSL kent, in verband met overspraak tussen de kabels, een maximaal aantal aansluitingen. Etherloop, APON, EPON en Optisch Ethernet ondervinden hier geen hinder van. Met MMDS, LMDS, MMW, FSO en HFR zorgt het LOS vereiste voor beperkte penetratiemogelijkheden in dichtbebouwde gebieden.

Bij draadloze technieken is het belangrijk dat er voldoende frequentieruimte is voor de (verwachte) gebruikers en de verwachting van nieuwe technologieën met hogere datasnelheden in dezelfde band. Voor LMDS en MMDS is voor het gebruik een licentie nodig. In Nederland zal de frequentie uitgifte door de overheid in 2003 nog plaatsvinden. Bij FSO en WLAN is het gebruik van het spectrum in beginsel licentievrij, mits het beslag op de beschikbare frequentieruimte door een operator onder een bepaald niveau blijft.

Schaalbaarheid in bandbreedte

Qua bandbreedte zijn de optische technologieën daarentegen wel zeer goed schaalbaar. Dit is te danken aan multiplextechnieken als DWDM. Ook optische straalverbindingen kunnen gebruik maken van deze technieken om hun bandbreedte op te schalen en kunnen in theorie dan ook dezelfde hoge snelheden halen als glasvezelkabels.

Voor LMDS, MMDS en WLAN zijn hogere datasnelheden te verwachten. Dit gaat echter vaak ten koste van het bereik, waardoor ook het frequentiespectrum uitgebreid dient te worden.

Bij opwaardering van VDSL wordt het bereik al snel te beperkt. Gedeeltelijke verglazing van het aansluitnet kan dit ondervangen. Er is echter nog geen wetgeving die open toegang tot de straatkast reguleert en het vinden van ruimte voor een nieuwe straatkast voor de DSLAM is problematisch.

Standaardisatie

Voor VDSL, WLAN, HiperAccess, APON, Optisch Ethernet, Maxi-Ster en HFC zijn volwassen standaarden gedefinieerd. Een standaard voor EPON en Etherloop wordt binnenkort verwacht. Voor LMDS, MMDS en FSO zijn geen volledige datatransmissie standaarden aanwezig. Er zijn wel normen gespecificeerd met betrekking tot het te gebruiken vermogen in een bepaalde frequentieband.

Het is voor partijen gunstig wanneer een technologie reeds gestandaardiseerd is, aangezien zij er dan van uit kunnen gaan dat deze techniek wereldwijd verkrijgbaar zal worden en dat veel mensen deze techniek aan zullen schaffen. Voor millimetergolf systemen (MMW) zijn, afhankelijk van de gebruikte frequentie, de producten wel of niet gestandaardiseerd.

Toepassingen

LMDS en MMDS worden vooral ingezet om huurlijnen te leveren aan de zakelijke markt, met name in (groot-)stedelijke gebieden en bedrijvenparken. LMDS is ook ingezet in landelijke gebieden waar de aanleg van een vaste infrastructuur naar een aantal klanten niet rendabel is. VDSL wordt onder andere in de VS door regionale operators gebruikt voor het aanbieden van video, internet en telefonie. APON en de eerste proprietary EPON systemen worden in de VS gebruikt of getest door telecombedrijven.

WLAN wordt toegepast om internettoegang te bieden in druk bezochte locaties zoals vliegvelden en winkelketens. FSO fungeert, omdat het ongelicenseerd is, als alternatief voor vaste hogesnelheids dataverbindingen om op bedrijventerreinen en tussen verschillende gebouwen van educatieve instellingen.

Kosten

Aangezien lage kosten gunstiger zijn dan hoge kosten, worden lage kosten dus het best gewaardeerd. Etherloop, WLAN/ Wi-Fi en HiperAccess zijn de goedkoopste alternatieven.

Voor de implementatie van nieuwe vaste technologieën is aanpassing van de huidige netwerken nodig. De meeste kosten van deze aanpassingen zitten in het benodigde graafwerk. Narad-networks en Maxi-Ster vergen redelijk hoge investeringen. FttH vergt de hoogste initiële investeringen. EPON vergt minder en/ of kleinere voorzieningen in de wijk om de verbinding aan te leggen dan APON maar een hogere investering dan Optisch Ethernet. Voor Etherloop is alleen een Etherlooppuitgang op de DSLAM in de NRC nodig en is hiermee de goedkoopste. Ook de gebruikte transmissietechniek beïnvloedt de prijs. ATM is een dure transmissietechniek, Ethernet is een stuk goedkoper.

De kosten van een draadloze verbinding zijn in de loop der jaren sterk gedaald. Voor de aanleg van een draadloos netwerk hoeven geen kabels in de grond gelegd te worden, hetgeen de investeringskosten laag houdt. Met de standaardisatie van Wi-Fi is de prijs voor allerlei Wi-Fi componenten sterk gedaald. Wi-Fi toegang op de Betuwe en in de Gelderse Vallei is voor consumenten reeds competitief geprijsd. LMDS en MMW systemen voor hoge snelheden zijn duur, ten gevolge van de dure en precieze radio- en lasercomponenten. MMDS is redelijk goedkoop in te zetten.

4.13.2 Conclusies voor transmissiepaden

Technologieën die beter aansluiten bij de 'natuurlijke' marktontwikkeling, minder drempels ondervinden bij de betrokken partijen en minder interventie van de overheid vereisen kunnen bijdragen aan de acceleratie van de adoptie van breedband. In hoofdstuk 3 zijn fysieke en cognitieve toegankelijkheid naar voren gekomen als de twee randvoorwaarden voor het bereiken van de kritieke massa. Ook de technologieën die bijdragen aan een verhoging van de fysieke en cognitieve toegankelijkheid, helpen dus om versneld te komen tot grootschalig(e) adoptie en gebruik van breedband. Wanneer bepaalde technologieën goed scoren op drempels die de cognitieve- en fysieke toegankelijkheid verhogen, dragen ook de betreffende technologieën bij aan acceleratie van adoptie.

Signalen uit de markt wijzen erop dat in Nederland op dit moment alternatieve, minder risicovolle methoden om breedband te ontwikkelen meer geschikt zijn dan methoden die gepaard gaan met omvangrijke risico's en initiële investeringen. Transmissiepaden die evolutionair of complementair zijn, sluiten op dit moment dus beter aan bij de huidige situatie en zijn aldus zinvol te noemen. Dit is gevisualiseerd in figuur 4.1. De volgende transmissiepaden bevatten verschillende migratiestappen. Deze stappen komen overeen met de zwarte stippen in figuur 4.1. De stapsgewijze investeringen die gedaan moeten worden per migratiestap, zijn gevisualiseerd in figuur 4.2. Per transmissienetwerk wordt nu een zinvol en evolutionair transmissiepad gegeven.

1. Kopernetwerken

Vanuit de huidige situatie wordt doorggegaan met de uitrol van ADSL. Zodra VDSL voldoende is uitontwikkeld, kan begonnen worden met de aanleg van de VDSL-koper variant. Bij toenemende vraag kan op een volgend keuzemoment overgestapt worden op de glasvariant van VDSL. Op verschillende plaatsen in het netwerk kunnen experimenten met FSO of LMDS gedaan worden om het gebruik van optische snelheden te testen en te stimuleren. Is de vraag naar optische snelheden voldoende hoog, dan kan begonnen worden met de verglazing van het laatste stukje netwerk tot de eindgebruiker. In de tussentijd kunnen FSO en LMDS, eventueel in combinatie (HFR) als interimnetwerk fungeren voor zeer hoge snelheden. Hiermee kunnen mensen tegen betaalbare prijzen beschikken over hoge datasnelheden, waardoor zij met breedband kunnen experimenteren. Blijkt de vraag naar deze snelheden op termijn niet zodanig hoog te zijn of kan volstaan worden met een lagere betrouwbaarheid, dan kan overwogen worden om voort te gaan met de VDSL configuratie met een complementair FSO/ LMDS of HFR netwerk.

2. Draadloze netwerken

Op verschillende plaatsen in Nederland worden draadloze breedbandverbindingen aangelegd, zoals LMDS, MMDS, Wi-Fi en FSO. Op deze wijze wordt snel en redelijk goedkoop fysieke toegankelijkheid voor breedband gecreëerd. Hierdoor wordt het (mede door stimulans van buiten) voor dienstenproviders interessant om diensten te ontwikkelen. Door gebruik van deze diensten leren mensen met breedband omgaan, waardoor de cognitieve toegankelijkheid en adoptie stijgen. Op deze wijze kan getracht worden de kritieke massa sneller te bereiken. Wanneer mensen de verbinding voor meer doeleinden gaan gebruiken, zullen naar verwachting de kwaliteitseisen toenemen. Wanneer de vraag naar vaste breedbandverbindingen stijgt, kan overgestapt worden op een vast breedbandnetwerk. Hiervoor kan Etherloop2 apparatuur in het telefoonnetwerk worden ingezet wanneer de standaard voor Etherloop2 is toegewezen. Deze overstap is evolutionair. Ook kan, bij voldoende vraag en investeringskapitaal, gekozen worden voor een revolutionaire stap naar een glasvezelconfiguratie. Dit transmissiepad kan pas gestart worden wanneer de veilingen van LMDS en MMDS zijn voltooid (eind 2003).

3. Kabelnetwerken

Vanuit de huidige configuratie wordt begonnen met het upgraden van de CMTS voor tweerichtingsverkeer. Ook hier is het zinvol om draadloze configuraties complementair in te zetten om de cognitieve toegankelijkheid van gebruikers te verhogen, waardoor de vraag naar breedband zal stijgen. Hierna kan stapsgewijs Narad apparatuur in het netwerk geïnstalleerd worden, waardoor hoge snelheden mogelijk worden.

▪ Doorlooptijd van de transmissiepaden

Iedere migratiestap zal een aantal jaren bestrijken, aangezien de technologie de innovatiecyclus moet doorlopen, mensen na iedere stap nieuwe apparatuur aan moeten schaffen en de investeringen moeten worden terugverdiend. De tijdsduur is dus voornamelijk afhankelijk van de adoptiesnelheid en de ROI- tijd van investeringen. Deze hangt af van het gebruikte economische model. Een berekening van deze ROI a.d.h.v. de Real Options Theory is daarom nuttig.

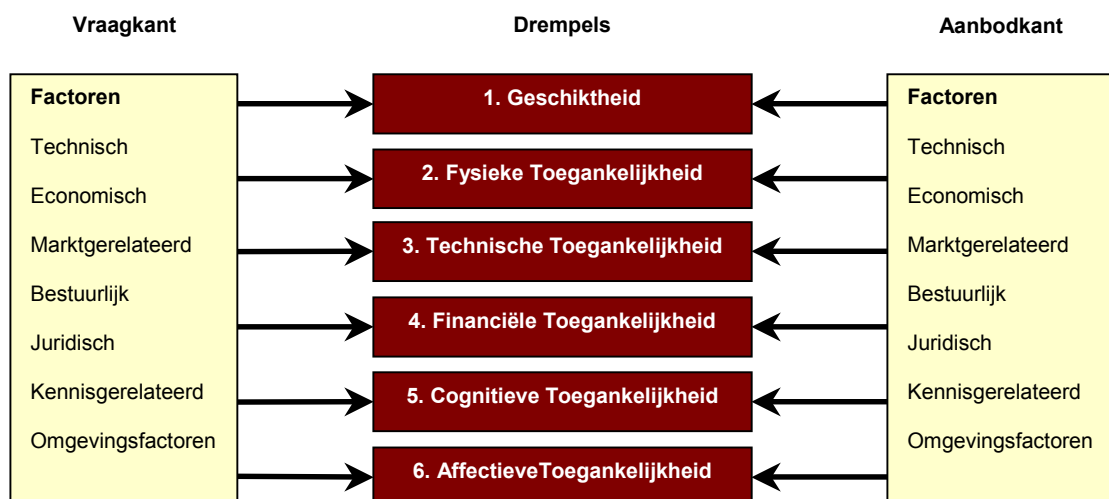
Hoofdstuk 5 De invloed van factoren op toegankelijkheid, geschiktheid en adoptie

5.1 Inleiding

In hoofdstuk 4 is uitgebreid ingegaan op de alternatieve breedbandtechnologieën voor de vaste local loop. Er is onderzocht in welke mate verschillende in ontwikkeling zijnde technologieën geschikt zijn als breedbandtechnologie op de local loop. Naast technologieën gaat het ook om de diensten die met deze technologieën mogelijk worden. Het gebruik van diensten is namelijk een belangrijke impuls voor de vraag, en dus de aanleg van breedband infrastructuur. Ook andere factoren zijn van belang, zoals de behoeften van mensen aan een bepaalde communicatievorm en de mate waarin de dienst daarin kan voorzien. Bij diensten speelt ook cognitieve toegankelijkheid een belangrijke rol.

In hoofdstuk 3 is uiteengezet hoe zes drempels een remmende werking hebben op de adoptie van breedbandtechnologieën. Om de ontwikkeling van breedband te stimuleren moeten deze zes drempels weggenomen of verlaagd worden. Drempelvorming aan de aanbod- en gebruikerskant levert namelijk vertraging op in het doordringen van breedband tot de kritieke massa. Om drempelverlaging te bewerkstelligen, moet gezocht worden naar factoren die de drempels kunnen beïnvloeden. Door (de)stimuleren van de juiste factoren kan richting de gewenste mate van geschiktheid en toegankelijkheid gestuurd worden. In dit hoofdstuk wordt per drempel gekeken welke factoren erop van invloed zijn. De factoren die in dit hoofdstuk zijn beschreven, zijn gebaseerd op deskresearch en brainstormsessies. Uiteraard is de in dit hoofdstuk behandelde lijst factoren niet volledig. Dit hoofdstuk streeft ook niet naar volledigheid maar naar het bieden van inzicht in de belangrijkste factoren. Een uitgebreide beschrijving van de in de tabellen genoemde factoren is opgenomen in bijlage III.

De opbouw van dit hoofdstuk is grafisch weergegeven in figuur 5.1. Per paragraaf worden de factoren in kaart gebracht die van invloed zijn op één van de zes drempels van het 6-Drempelmodel.



Figuur 5.1: Opbouw hoofdstuk 5

Iedere drempel kan beïnvloed worden door verschillende factoren vanuit de vraag- en aanbodkant. Aan de vraagkant vormen de factoren min of meer een spiegel voor de aanbodkant. Zo vormt de factor 'beschikking over' aan de vraagkant, het spiegelbeeld van de factor 'beschikbaarheid' aan de vraagkant en is 'prijs' het spiegelbeeld van 'kosten'. De factoren

zijn onder te verdelen in verschillende categorieën: technisch, economisch, bestuurlijk, juridisch, markt- en kennis gerelateerd en omgevingsfactoren. Onder deze laatste categorie vallen factoren waarop door individuele actoren geen invloed kan worden ugeoefend. Alle relevante factoren die de ontwikkeling van breedbandige transmissiemedia- en diensten op de local loop kunnen beïnvloeden maar niet goed onder zijn te brengen in de genoemde categorieën, worden samengebracht onder de factor 'overige factoren'. Van de verschillende categorieën volgt nu eerst een beschrijving.

- *Technische factoren*

Binnen deze categorie vallen alle factoren die gerelateerd zijn aan technologische eigenschappen van een transmissiemedium of een boodschap en hieraan gerelateerde zaken. Ook technische kennis die een gebruiker nodig heeft om te kunnen omgaan met informatie of een transmissiemedium valt binnen deze categorie.

- *Economische factoren*

Binnen deze categorie vallen alle factoren die gerelateerd zijn aan geldelijke middelen, zoals benodigde investeringen in apparatuur en netwerk en kosten van de ontwikkeling van technologie en diensten. Aan de kant van de gebruiker openbaren deze kosten zich in de prijs die een gebruiker voor verschillende factoren moet betalen om toegang te krijgen tot een dienst of medium.

- *Bestuurlijke factoren*

Deze categorie bevat alle factoren die gerelateerd zijn aan bestuurlijke inmenging van de overheid en / of andere bestuurlijke instanties. Deze inmenging kan zich uiten in positieve dan wel negatieve incentives maar ook in reclame, opleiding, heffingen en afname van diensten. De overheid kan verschillende rollen¹ innemen:

- Aanjager en generieke stimulator
- Vraagbundelaar
- Launching customer
- Financiële stimulator
- Regisseur / facilitator
- Toezichthouder

Uitgangspunt bij de verschillende rollen en beleidsmaatregelen is dat het overall beleid wordt gekenmerkt door consistentie, juridische voorspelbaarheid en betrouwbaarheid en dat het zekerheden biedt voor investeringen door marktpartijen. De maatregelen betreffen vooral de Rijksoverheid, maar op een aantal punten ook de lokale overheid (o.a.vraagbundeling en stimulering van lokale toepassingen).

- *Juridische factoren*

Binnen de categorie juridische factoren vallen alle factoren die te maken hebben met wet- en regelgeving, voornamelijk op het gebied van privacy, informatie- en computerrecht en de Telecommunicatiewet.

- *Kennisgerelateerde factoren*

Binnen deze categorie vallen alle factoren die met kennis van doen hebben. Enerzijds gaat het om kennis die wel of niet bij actoren aanwezig is op allerlei gebieden. Anderzijds vallen ook manieren om deze kennis te bemachtigen binnen deze categorie, zoals onderwijs en cursussen.

- *Marktfactoren*

Binnen marktfactoren vallen alle factoren die samenhangen met vraag en aanbod en hierop van invloed zijnde factoren.

- *Omgevingsfactoren*

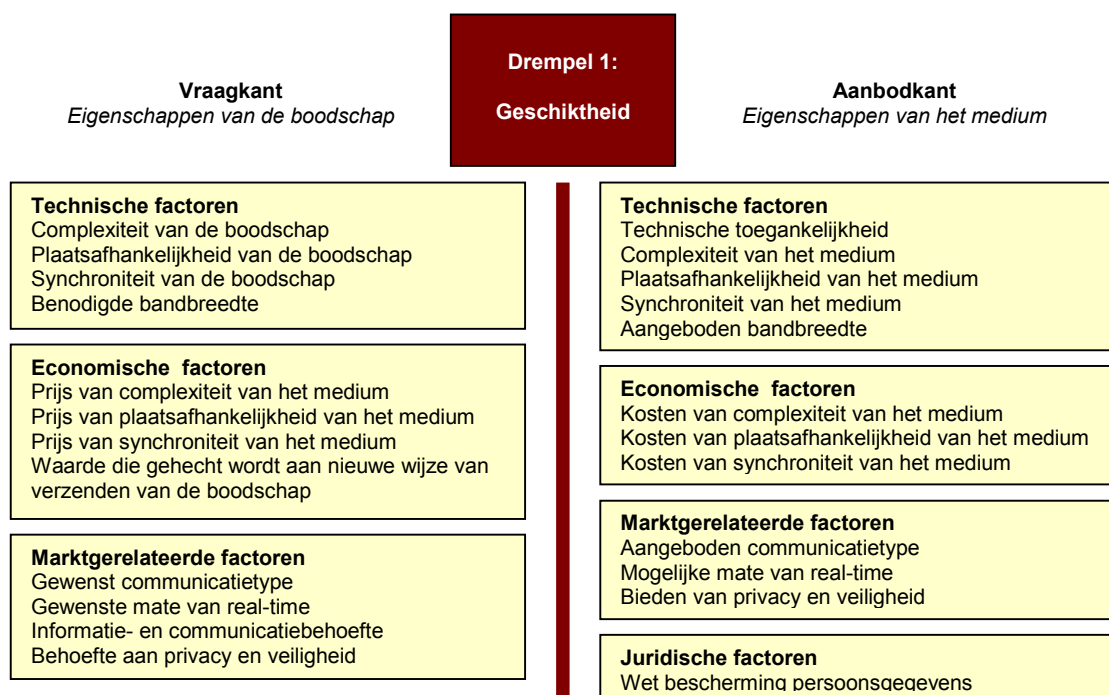
Onder omgevingsfactoren vallen de factoren die niet door een individuele actor zelf beïnvloed kunnen worden. Voorbeelden zijn de economische situatie, het weer of wetgeving.

¹ Expertgroep Breedband, 2002

De paragrafen 5.2 tot en met 5.7 behandelen achtereenvolgens de factoren die van invloed zijn op de zes drempels uit het 6-Drempelmodel. Paragraaf 5.8 besteedt tenslotte aandacht aan factoren die van invloed zijn op de adoptiesnelheid van een technologische innovatie, in dit geval dus breedband. Deze factoren zijn ontleend aan Rogers (1983, 1995).

5.2 Drempel 1: Geschiktheid van het medium

Bij geschiktheid van een transmissiemedium gaat het om de vraag of dit medium wel geschikt is als transmissiemedium voor de boodschap die een gebruiker wil oversturen of de informatie die hij wil vergaren. Aan de aanbodkant zijn hierbij factoren van belang die de eigenschappen van het medium of de dienst bepalen, aan de vraagkant zijn dit de eigenschappen van de boodschap die de gebruiker wil oversturen, de gewenste vorm van communicatie en de vorm van de informatie die de gebruiker via het medium wil vergaren. Het betreft hier de vraag welke taken met behulp van welke media het beste kunnen worden uitgevoerd.



Figuur 5.2: Beïnvloedingsfactoren Geschiktheid

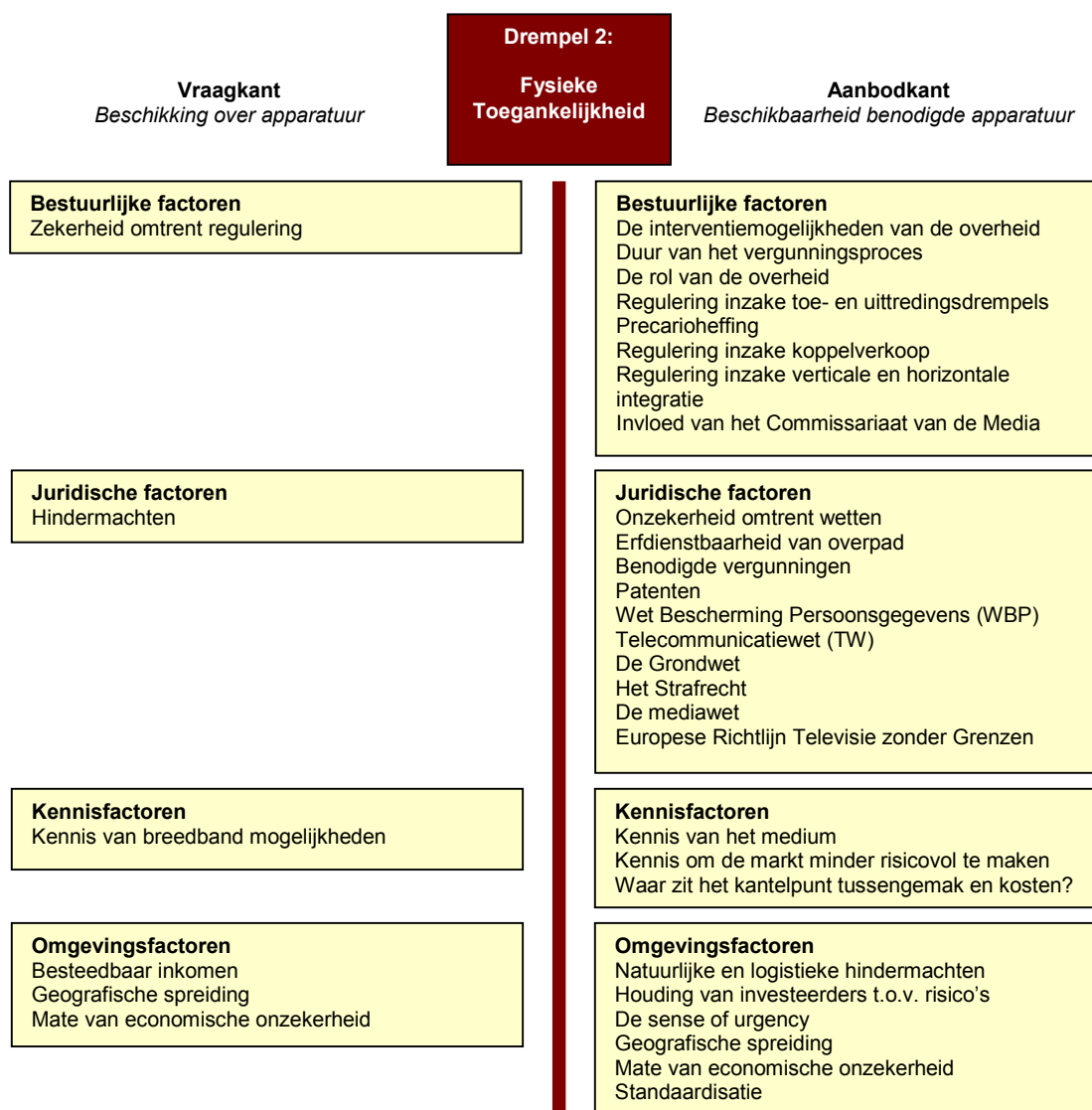
Op de geschiktheid van het medium zijn bestuurlijke, juridische en kennis gerelateerde factoren niet van invloed. Het is immers niet mogelijk om middels regulering of wetgeving een medium geschikt te maken voor een bepaalde dienst. Deze geschiktheid berust op technische factoren (is het medium er technisch gezien toe in staat?), financiële factoren (wat zijn de kosten en hieruit afgeleid, de prijs en is de dienst de gebruiker zoveel waard?) en marktfactoren (welke vraag is er naar welk communicatietype?).

5.3 Drempel 2: Fysieke Toegankelijkheid

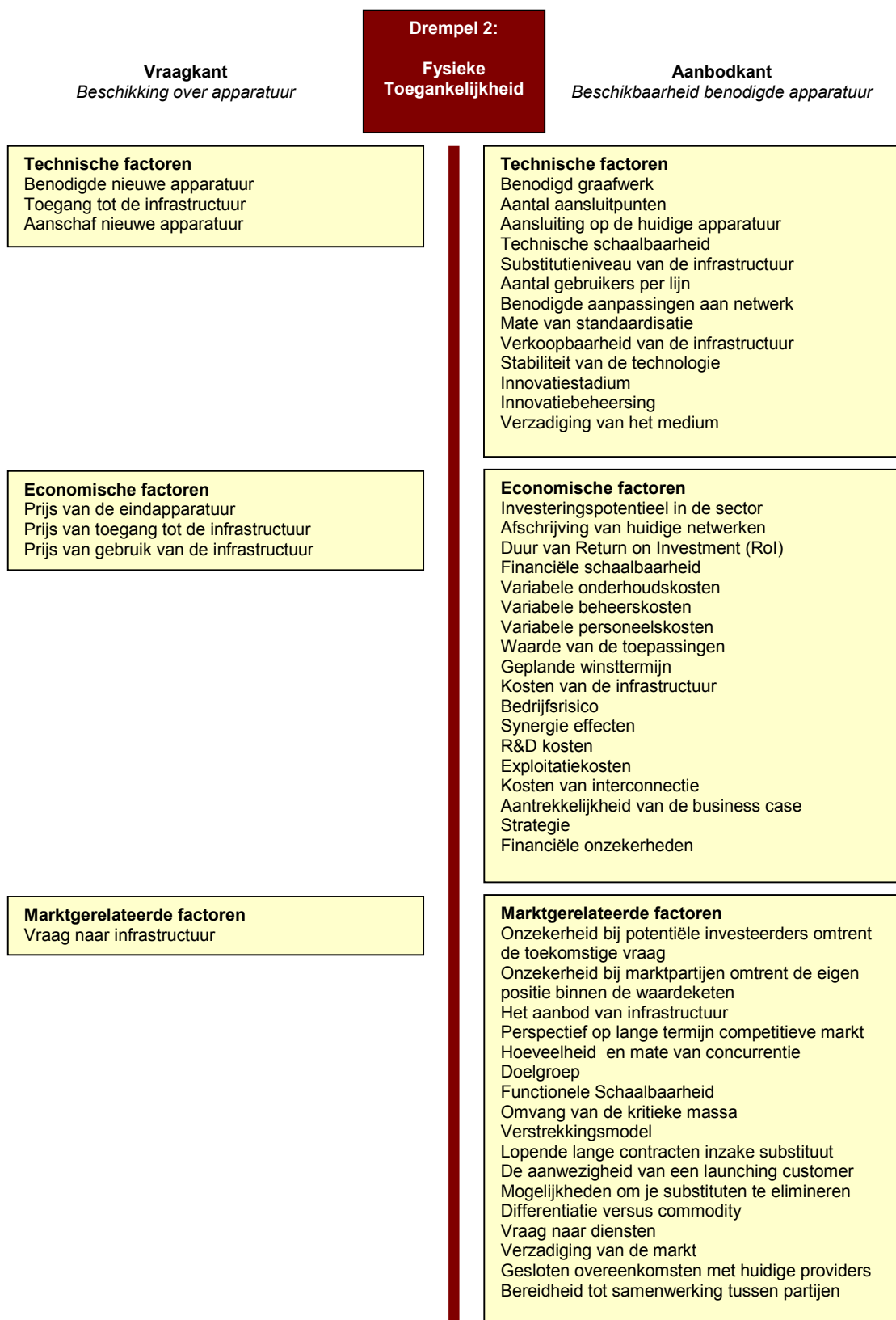
De feitelijke toegang tot het medium wordt aangeduid met de fysieke toegankelijkheid. Fysieke toegankelijkheid heeft vooral te maken met de beschikbaarheid van informatie, diensten en een geschikt transmissiemedium in materiële of elektronische vorm.

De fysieke toegankelijkheid is hoofdzakelijk te beïnvloeden aan de aanbodzijde van de markt. De invloed die de vraagzijde heeft op deze drempel is marginaal.

Zoals te zien is in figuur 5.3 hebben actoren aan de aanbodkant te maken met een grote hoeveelheid juridische factoren, hetgeen een sterke drempelverhogende werking heeft. De infrastructuurproviders zijn met de aanleg van een netwerk onderworpen aan verscheidene wetten en hebben verschillende vergunningen nodig om hun werk te realiseren. Daarnaast kunnen zij te maken krijgen met hindermachten in de vorm van tegenwerkende burgers die het proces sterk kunnen vertragen en schadevergoedingen eisen voor gederfd inkomen en woongenot als gevolg van de graafwerkzaamheden. Ook zijn zij onderworpen aan verschillende omgevingsfactoren, wat wederom onzekerheden in de hand werkt. Dienstproviders hebben voornamelijk van doen met wetgeving en instanties die de content over de media reguleren.



Figuur 5.3: Beïnvloedingsfactoren Fysieke Toegankelijkheid (1)



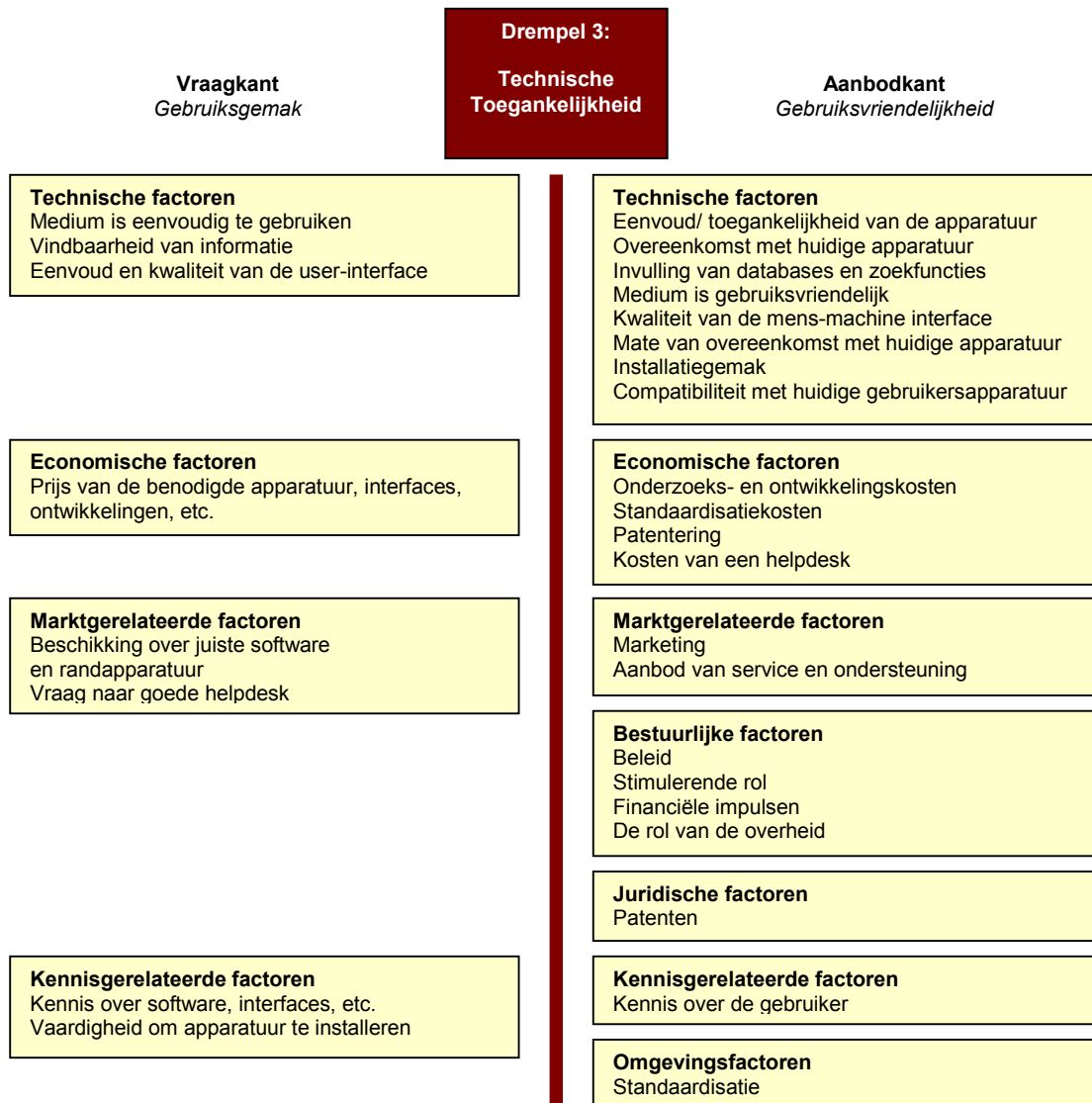
Figuur 5.4: Beïnvloedingsfactoren Fysieke Toegankelijkheid (2)

De fysieke toegankelijkheid wordt vooral aan de aanbodzijde van de markt door heel veel technische, financiële, bestuurlijke en marktgerelateerde factoren beïnvloed. Dit maakt het voor infrastructuurproviders ontzettend moeilijk om zekerheid te creëren in hoe de toegankelijkheid

zich zal ontwikkelen. Zij kunnen wellicht een gedeelte van de factoren beïnvloeden maar nooit allemaal. Om deze reden is het noodzakelijk is dat verschillende actoren collectief de factoren in de gewenste richting te sturen zodat fysieke toegankelijkheid ontstaat, omdat zij er individueel niet toe in staat zijn.

5.4 Drempel 3: Technische Toegankelijkheid

Bij technische toegankelijkheid spelen de belemmeringen een rol die optreden bij het gebruik van bepaalde informatie- en communicatietechnologieën. Het betreft hier de wijze waarop de technieken aangeboden worden die consequenties hebben voor de gebruiksmogelijkheden.

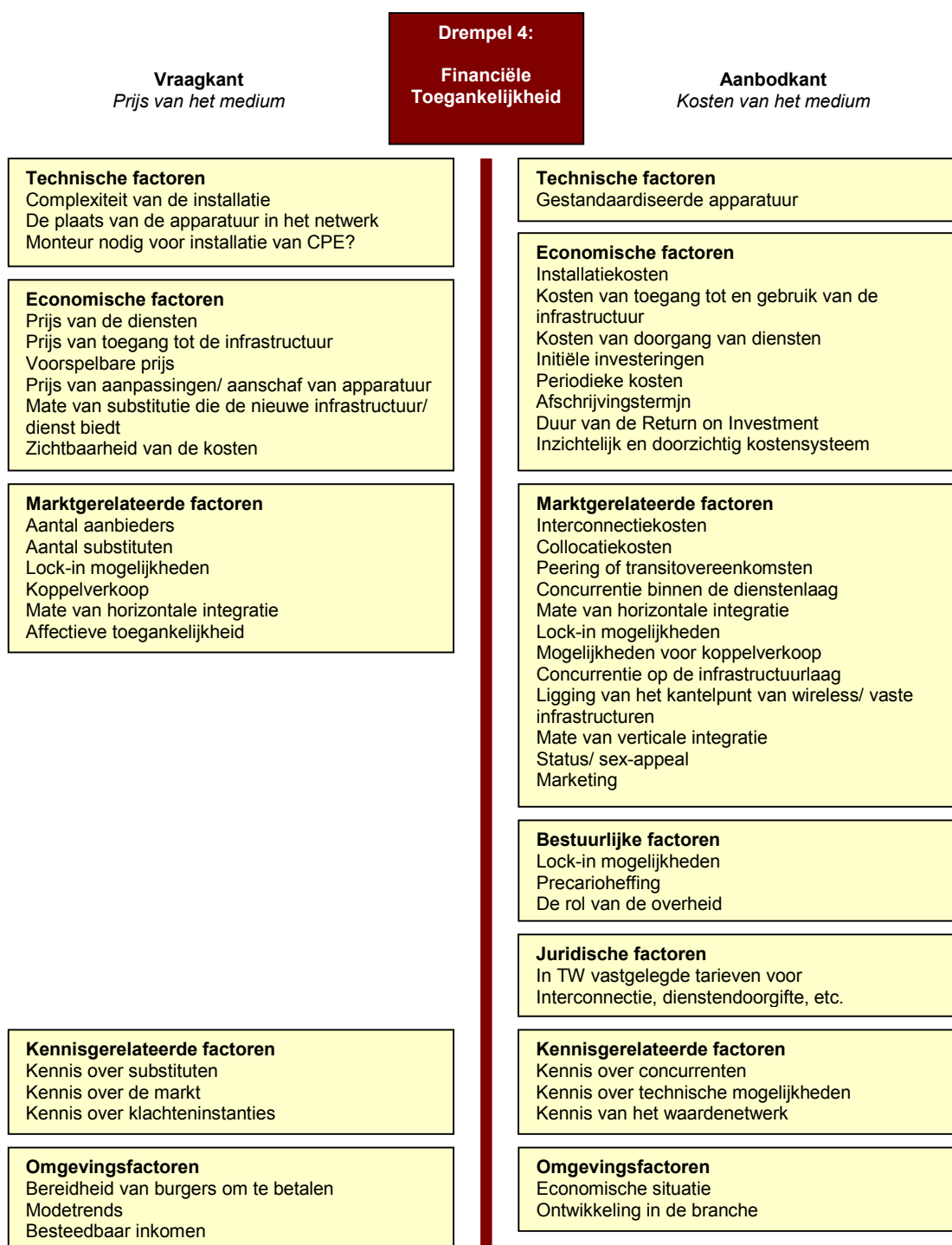


Figuur 5.5: Beïnvloedingsfactoren Technische Toegankelijkheid

Net als de fysieke toegankelijkheid, is ook de technische toegankelijkheid voornamelijk te beïnvloeden vanuit de aanbodzijde. Uiteraard spelen de technische factoren hierbij de hoofdrol. Aan de vraagzijde is voornamelijk de factor kennis belangrijk, in het bijzonder de vaardigheid om apparatuur te installeren. Aan de aanbodzijde is kennis over de gebruiker van belang. Ook zijn de kwaliteit en eenvoud van de user interface redelijk essentieel voor de gebruikers. De aanbodkant kan de eenvoud en kwaliteit beïnvloeden middels de factoren

gebruiksvriendelijkheid, compatibiliteit en overeenkomst met de huidige apparatuur. Door middel van onderzoek naar gebruikers en de ontwikkeling van apparatuur die op de gebruikers is toegesneden is het gewenste niveau realiseerbaar maar kostbaar. Van belang is dus ook welke prijs een gebruiker wil betalen voor een gebruiksvriendelijk en kwalitatief goed medium. Om achter de waarde te komen die gebruikers hechten aan kwaliteit en gemak is marktonderzoek een geschikte methode.

5.5 Drempel 4: Financiële Toegankelijkheid



Figuur 5.6: Beïnvloedingsfactoren Financiële Toegankelijkheid

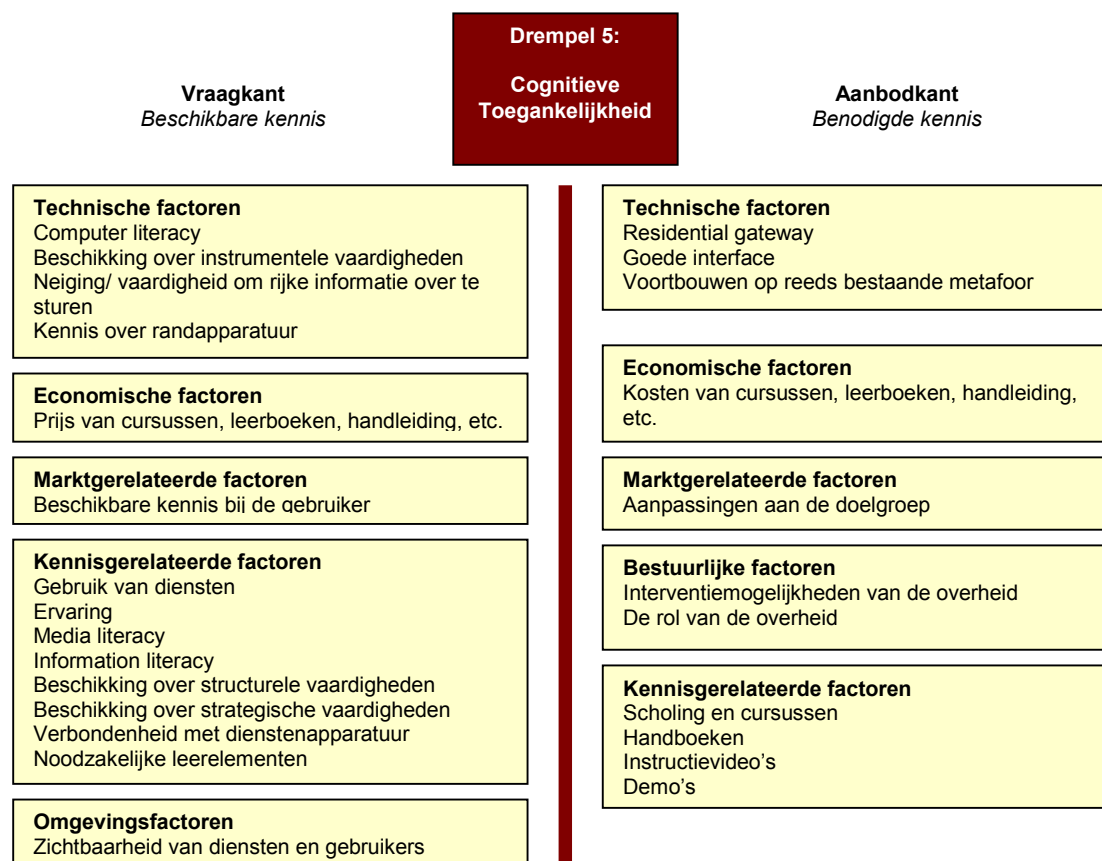
Bij financiële toegankelijkheid spelen met name materiële belemmeringen een rol. Aan de aanbiederskant gaat het hierbij om het beheersbaar houden van de kosten door een efficiënte organisatie en beslissingen over doorberekenen van kosten. Vanuit de gebruiker gaat het om de directe prijs van de informatie of de investeringen in apparatuur, aansluiting en abonnement die de gebruiker moet betalen om over bepaalde informatie te kunnen beschikken.

Of een gebruiker bereid is om het door de aanbieder gevraagde bedrag te betalen, hangt onder meer af van het besteedbaar inkomen en de algehele economische situatie. Mensen die gevoelig zijn voor modetrends, zijn doorgaans bereid veel te betalen om mee te doen met die trend. Marketing kan sterk bijdragen aan de vorming van trends en is daarom aan de aanbodkant een belangrijk punt.

Een belangrijk knelpunt voor kabelbedrijven om hun netwerk op te waarderen (zowel qua bereik als qua bandbreedte) is de financiële situatie waarin deze bedrijven zich bevinden. Verder bestaan er diverse dwingende bepalingen omtrent de tariefstelling van televisiediensten. Die tarieven vormen nog steeds verreweg de grootste bron van inkomsten. De programma aanbieders, de kabelbedrijven en het Ministerie van OC&W (als vertegenwoordiger van de burger) bespreken voorstellen voor herbalancering van de eindgebruikstarieven in het Kabelconvenant overleg.

5.6 Drempel 5: Cognitieve Toegankelijkheid

Cognitieve toegankelijkheid betreft de kennis die de gebruiker nodig heeft om informatie te kunnen traceren, te begrijpen en in een betekenisvolle context te plaatsen.



Figuur 5.7: Beïnvloedingsfactoren Cognitieve Toegankelijkheid

Logischerwijs zijn aan de gebruikerskant de kennisgerelateerde factoren het meest aanwezig. Vanuit de aanbodkant kan deze kennis beïnvloed worden door bijvoorbeeld redelijk geprijsde scholing en cursussen. Deze kunnen commercieel of vanuit overheidswege verstrekt worden. De gebruiker zelf doet meer kennis van diensten en het gebruikte medium op door gebruik van beide. Ook het gebruik van diensten in de omgeving van een actor draagt middels een latent leerproces bij aan de kennis van de betreffende actor.

5.7 Drempel 6: Affectieve Toegankelijkheid

Bij affectieve toegankelijkheid gaat het erom dat de aard van het medium aansluit bij de leefwereld van de gebruiker en onderdeel wordt van deze leefwereld. Affectieve toegankelijkheid kan optreden bij veelvuldig gebruik van een medium of diensten. Wanneer het gebruik goed bevalt en de gebruiker 'affiniteit' voelt met de dienst en het medium, zal het gebruik toenemen en zich geleidelijk nestelen in alledaagse gewoonten, het gebruik zal met andere woorden domesticeren. Of affectieve toegankelijkheid optreedt hangt af van een groot aantal factoren. Zij is zowel door de vraag- als door de aanbodkant te beïnvloeden. Aan de gebruikerskant bepalen de kennis en het gedrag van een gebruiker de kans dat een medium gebruikt wordt. Aan de aanbodkant bepaalt de aard van de dienst maar ook het imago dat het medium uitstraalt, onder andere de mate van affectieve toegankelijkheid.

Aan de gebruikerskant is affectieve toegankelijkheid uiteraard niet door bestuurlijke factoren te beïnvloeden. Men kan niet met regels opleggen dat mensen een dienst of bepaalde apparatuur in hun dagelijks leven gaan gebruiken. Aan de aanbodkant is zij daarentegen wel te beïnvloeden en wel door voorbeeldgedrag vanuit de overheid of stimulering van gebruik. Vier belangrijke factoren voor een gebruiker om een medium of dienst te gaan gebruiken zijn kosten, diensten, gemak en betrouwbaarheid (costs, content, convenience en confidence²). Bevinden deze zich op het voor de gebruiker gewenste niveau, dan is de kans op affectieve toegankelijkheid groter. Figuur 5.8 maakt echter duidelijk dat dit niet de enige factoren zijn.

² Understanding Broadband Demand, 2002



Figuur 5.8: Beïnvloedingsfactoren Affectieve Toegankelijkheid

5.8 Significante factoren voor de adoptiesnelheid

Inzicht in de variabelen die de adoptiesnelheid van een innovatie beïnvloeden, is binnen dit onderzoek van belang, omdat dit inzicht kan helpen bij het verklaren van de te trage adoptie van breedband en de categorisatie van factoren die de adoptie beïnvloeden.

Wanneer een gebruiker zich een technologie heeft toegeëigend, zal hij niet zomaar overstappen op een nieuwe technologie die (deels) hetzelfde doel dient. De beslissing om al of niet over te gaan tot adoptie van een nieuwe technologie is afhankelijk van een aantal eigenschappen van de technologie. Rogers' stelling (1983) is dat de adoptiesnelheid van een innovatie voorspeld kan worden aan de hand van de perceptie van eindgebruikers inzake vijf eigenschappen van een innovatie. Het onderzoeken van de invloed die eigenschappen van innovaties uitoefenen op de adoptiesnelheid kan grote waarde hebben voor het voorspellen van de reacties van mensen op bepaalde innovaties. Deze reacties zijn subjectief en kunnen veranderen door de manier waarop een innovatie gepositioneerd wordt en hoe zij zich verhoudt ten opzichte van bestaande opvattingen. De significante eigenschappen van innovaties die de adoptiesnelheid beïnvloeden, zijn in de rest van deze paragraaf uiteengezet.

5.8.1 Het relatieve voordeel ten opzichte van het voorlopende product

Het relatieve voordeel van een innovatie is de mate waarin deze innovatie door een gebruiker als beter wordt ervaren dan het product waarvoor zij vervanging biedt. Het relatieve voordeel en de adoptiesnelheid van een innovatie zijn positief gerelateerd. Bouwman et al. (2002)³ stellen dat de perceptie van een eindgebruiker over het relatieve voordeel, in sterke mate wordt beïnvloed door compatibiliteit en complexiteit.

5.8.2 Compatibiliteit

Compatibiliteit is de mate waarin een innovatie wordt ervaren als consistent met de bestaande waarden, voorgaande experimenten en behoeften van potentiële adopters. Technologisch gezien betreft het de mate waarin de technologische componenten waaruit de ICT-toepassing is opgebouwd, aansluiten bij de componenten waaruit de bestaande ICT-huishouding van een gebruiker bestaat. De compatibiliteit en de adoptiesnelheid van een innovatie zijn in de meeste gevallen positief gerelateerd. Des te meer compatibel een innovatie is, des te minder verandering zij in gedrag de innovatie teweegbrengt. Hoewel het nut van een zeer compatibele innovatie minimaal lijkt, is een dergelijke innovatie daarentegen juist heel nuttig, wanneer zij gezien wordt als de eerste stap in een reeks innovaties die sequentieel geïntroduceerd moeten worden. De compatibele innovatie kan de weg vrijbanen voor latere, minder compatibele innovaties.⁴ Belangrijk zijn compatibiliteit met waarden en geloof, behoeften van gebruikers en eerder geïntroduceerde ideeën.

▪ *Innovatie positivisme*

Wanneer gebruik van het medium een wenselijke status met zich meebrengt, kan deze status voor bepaalde groepen mensen een drijfveer zijn om het medium te gaan gebruiken. Zij willen graag met deze status geassocieerd worden. Het gebruik van een blackberry of I-mode wekt het beeld op van een modern, zelfstandig, zakelijk, met de tijd meegaand persoon. Ook de onwenselijkheid van een bepaald imago kan mensen ertoe drijven op een andere manier te gaan communiceren. Het gebruik van een te oude mobiele telefoon of een oude computer kan het beeld van 'suf' opwekken en mensen ertoe drijven om een moderner communicatiemiddel te zoeken. Voor aanbieders is het dus van belang het gewenste imago aan hun product koppelen, bijvoorbeeld door het ontwerp en reclame.

³ Bouwman et al., 2002

⁴ Rogers, 1995, p.227

- *Innovatie negativisme*

Wanneer ervaringen met compatibele innovaties negatief zijn, spreekt men van innovatie negativisme (Arensberg & Niehoff, 1964). Innovatie negativisme is de mate waarin het falen van één innovatie een voorwaarde vormt voor een potentiële adopter om toekomstige innovaties af te wijzen. Het imago bepaalt mede of een persoon een dienst wel of niet in zijn dagelijks gebruik gaat toepassen. Breedband heeft veel te lijden onder een slecht imago dat voortkomt uit het veelvuldig illegaal downloaden van films en muziek en de grote mate van porno, spam en het misbruik van persoonlijke gegevens. Dit slechte imago leidt ertoe dat een groep mensen niet met breedband geconfronteerd of geassocieerd wil worden.

Om deze reden is het verstandig voor partijen die veranderingen willen doorvoeren, hun eerste inspanningen te richten op een specifiek gekozen publiek met een innovatie die een hoge mate van relatief voordeel heeft, zodat de kans op succes hoog is. Hierna kan voortgebouwd worden op dit initiële succes. Een voorbeeld van deze strategie lijkt te zijn toegepast bij de implementatie van de Surfnets FttD projecten in verschillende studentensteden. De ervaringen met high speed Internet naar studentenflats zijn goed, wat het kopiëren van deze opzet in andere Nederlandse wijken met veel hoogbouw aantrekkelijker heeft gemaakt.

5.8.3 Complexiteit

Complexiteit is de mate waarin een innovatie door een gebruiker wordt ervaren als relatief moeilijk te begrijpen en te gebruiken. Bij de complexiteit van een toepassing is een belangrijke vraag in hoeverre de interface en bediening van de ICT toepassing dusdanig gebruiksvriendelijk zijn dat de verwachte voordelen tegen geringe inspanning geboekt zullen worden. Complexiteit en adoptiesnelheid van een innovatie zijn negatief gerelateerd. De door gebruikers ervaren complexiteit van PC's had in de jaren '80 een belangrijke negatieve impact op de adoptiesnelheid van deze innovatie.⁵

Meer technisch bekeken moet de complexiteit van de te verzenden informatie overeenkomen met de complexiteit die een medium kan verwerken. Is de informatie complexer, dan kan het medium de informatie niet goed versturen, waardoor fouten en vertragingen ontstaan. Indien het medium een grotere complexiteit aan kan dan de complexiteit van de informatie, dan is er in principe geen probleem, wel zal dit medium qua geschiktheid concurrentie ondervinden met alternatieve, goedkopere media met minder complexiteitverwerkend vermogen. Een voorbeeld van een erg complexe boodschap is streaming video, een voorbeeld van niet complexe informatie is het versturen van een tekstbericht via e-mail. Men spreekt in dit opzicht ook wel van de technische toegankelijkheid van een ICT toepassing. Dit begrip is nader besproken in paragraaf 3.2.6.

5.8.4 Experimenteerbaarheid

Experimenteerbaarheid is de mate waarin het mogelijk is om op beperkte schaal met de innovatie te experimenteren. Experimenteerbaarheid is positief gerelateerd met de adoptiesnelheid van een innovatie.

5.8.5 Observeerbaarheid

Observeerbaarheid is de mate waarin de resultaten van een innovatie zichtbaar zijn voor anderen. Het betreft hier het optreden van latente leerprocessen wanneer mensen impliciet met toepassing van een nieuwe technologie geconfronteerd worden doordat zij de technologie in hun omgeving toegepast zien worden. Dit kan in de nabije omgeving zijn maar ook op de televisie of in een film. Door het spiegelen van hun eigen situatie aan de omgeving, kunnen gebruikers voor zich zien hoe ook zij de technologie kunnen gebruiken. Observeerbaarheid en adoptiesnelheid zijn positief gerelateerd.

⁵ Rogers, 1995, p.243

- *Spiegeling aan de omgeving*

Toepassing van een technologie in iemands omgeving zorgt ervoor dat de persoon in kwestie met het gebruik van de technologie wordt geconfronteerd. Spiegeling aan de omgeving leidt tot overname van het gebruik van de technologie en draagt op deze manier bij tot verspreiding van het gebruik. Niet alleen het spiegeleffect heeft invloed, ook de uitwisseling van ervaringen over de technologie draagt, indien de ervaringen positief zijn, bij aan adoptie van de technologie in het dagelijks leven van mensen in de omgeving van de gebruikers.

- *(On)bewuste confrontatie*

Wanneer een persoon in zijn omgeving geconfronteerd wordt met gebruik van de technologie is er een latent leerproces aanwezig. Wanneer deze persoon vervolgens op een later tijdstip zelf met de technologie geconfronteerd wordt, zal hij er mee om kunnen gaan zonder een bewust leerproces doorlopen te hebben.

- *Groepsvorming*

Groepsvorming is een belangrijke aanjager van affectieve toegankelijkheid. Het gevoel van mensen om bij een groep te horen is gewenst. Vooral bij jongeren is de drang naar dit gevoel erg sterk. Het 'erbij horen' is belangrijk in de sociale kring waarin zij vertoeven. Wanneer het gebruik van een bepaalde technologie als criterium van 'erbij horen' doordringt, ontstaat binnen de betreffende groep een sterke wil om gebruik van deze technologie te maken. Zij passen het gebruik van de technologie in hun dagelijks leven om binnen de groep te kunnen functioneren. Deze ontwikkeling is heel sterk zichtbaar bij mobiele telefoons onder jongeren. Onder jongeren is mobiele telefonie, met name door de SMS dienst, een belangrijk middel geworden voor onderlinge communicatie.

Niet alleen bij jongeren speelt dergelijke groepsvorming. Onder de groep zakenmensen is bijvoorbeeld de PDA een belangrijk communicatiemiddel geworden. Voordelen van deze technologie (bijvoorbeeld het kunnen synchroniseren van de afspraken in de PDA met de centrale agenda) verspreiden zich onderling onder zakenmensen op congressen, afspraken, vergaderingen, etc.

Ook digitale groepsvorming is een belangrijke driver. Communities zijn bijvoorbeeld een belangrijke driver geweest voor het veelvuldig gebruik van Internet. Deelname aan een community heeft voor veel gebruikers tevens een 'verslavende werking', zij maken er vrienden en verplaatsen een deel van hun sociale leven naar de community.

5.9 Samenvatting en conclusies

5.9.1 Samenvatting

In dit hoofdstuk zijn de belangrijkste factoren in kaart gebracht die de zes drempels aan de vraag- en aanbodkant, alsmede de adoptiegroei kunnen beïnvloeden. Bij het bekijken van de factoren zijn een aantal zaken naar voren gekomen, waaruit een aantal conclusies zijn te trekken.

Op iedere drempel kunnen verschillende factoren in meer of mindere mate invloed uitoefenen. Bij de fysieke toegankelijkheid zijn veel technische, financiële en marktfactoren aanwijsbaar. De technische toegankelijkheid ondervindt, logischerwijs, voornamelijk invloed van technische factoren. De financiële toegang wordt met name beïnvloed door financiële en marktfactoren. Op cognitieve toegang en affectieve toegang zijn met name factoren van invloed die samenhangen met kennis en gedrag van gebruikers.

Opmerkelijk is, dat de bestuurlijke en juridische factoren bij alle drempels aan de vraagkant, alsmede aan de aanbodkant, beperkt zijn. Een uitzondering op de beperkte juridische invloed is zichtbaar bij de fysieke toegankelijkheid. Bij de aanleg van infrastructuur hebben providers te

maken met de Telecommunicatiewet, het civiele recht en het strafrecht. Naast deze wetten zijn de dienstenproviders onderworpen aan op de media gerichte wetten op nationaal en Europees niveau. Daarnaast komt de door hun aangeboden content in de nabije toekomst onder toezicht van het Commissariaat voor de Media. De laatste jaren is namelijk meer aandacht gekomen voor nieuwe toetreders tot het mediabestel, zoals commerciële omroepen, kabelmaatschappijen, Internet service providers en telecomondernemingen.⁶

Onder de factoren bevinden zich een aantal omgevingsfactoren. Dit zijn factoren waar een individuele actor geen invloed op uit kan oefenen. Het is van belang om na te gaan hoe sterk hun impact is op de verschillende toegankelijkheden. Zo is te voorkomen dat het beïnvloeden van bepaalde factoren niet het beoogde effect bewerkstelligt, omdat de werking wordt tegengewerkt door factoren vanuit de omgeving van de actor waarop hij geen invloed kan uitoefenen. De omgevingsfactoren die aan de orde zijn gekomen zijn standaardisatie, de bereidheid van burgers om te betalen, modetrends, de economische situatie, de ontwikkelingen in de branche, de zichtbaarheid van diensten en gebruikers in de omgeving, het heersende imago van breedband in de maatschappij en de onbewuste confrontatie van burgers met breedband. Sommige van deze omgevingsfactoren zijn echter wel door gebundelde inspanningen van de aanbodkant te beïnvloeden. Zo kan een gezamenlijke aanpak van actoren leiden tot een beter imago, bepalen de actoren tezamen de ontwikkeling in de branche en kunnen zij met behulp van marketing proberen een trend te zetten.

In paragraaf 5.8 zijn de factoren beschreven die Rogers (1883, 1995) noemt als zijnde van invloed op de adoptiegroei:

- Het relatieve voordeel ten opzichte van het voorlopende product
- Compatibiliteit
- Complexiteit
- Experimenteerbaarheid
- Observeerbaarheid

5.9.2 Conclusies

Dit hoofdstuk heeft inzichtelijk gemaakt dat er zeer veel factoren van invloed zijn op de verschillende drempels die overbrugd moeten worden voor dat domesticatie van breedband optreedt. Met name aan de aanbodzijde van de markt worden de verschillende drempels door heel veel factoren beïnvloed. Enerzijds is dit goed nieuws, aangezien er dus op veel verschillende punten te sturen is. Anderzijds duidt dit op een grote complexiteit van de problematiek. Deze complexiteit maakt het ontzettend moeilijk om inzicht te verkrijgen in hoe de toegankelijkheid zich zal ontwikkelen als actoren zelfstandig de factoren gaan proberen te sturen.

Uit het beperkte aantal bestuurlijke en juridische factoren dat van invloed is op zowel de aanbod- als de gebruikerskant, valt te concluderen dat het hier zeker niet een ongewenste situatie betreft die enkel met overheidsinterventie uit de weg kan worden geholpen. Hiervoor vormen de bestuurlijke en juridische factoren een te klein deel van de gehele verzameling factoren die de drempels en het aanbod van infrastructuur kunnen beïnvloeden. De overheid heeft waarschijnlijk niet de grote invloed die op dit moment van haar verwacht wordt.

⁶ Mediaconcentratie in Beeld- Concentratie en pluriformiteit van de Nederlandse media 2001, 2002

Hoofdstuk 6 Actoren en hun beschikbare instrumenten

6.1 Inleiding

In hoofdstuk 5 is een overzicht en uitleg gegeven van de belangrijkste factoren die invloed hebben op de vraag- en aanbodkant. Al deze factoren zijn aan verandering onderhevig, maar de verandering van factoren in de *gewenste* richting gebeurt doorgaans niet vanzelf. Om de zes drempels daadwerkelijk te verlagen en de aanbodkant te stimuleren, moeten deze factoren in de gewenste richting gestuurd worden. Dat gebeurt door de inzet van sturingsinstrumenten. Niet alle actoren hebben echter beschikking over deze instrumenten. Iedere actor heeft een eigen pakket sturingsinstrumenten waarmee hij bepaalde factoren in meer of mindere mate kan sturen. Deze sturingsinstrumenten worden ook wel 'middelen' genoemd. Dit hoofdstuk biedt inzicht in de sturingsinstrumenten van de verschillende bij het probleem betrokken actoren.

6.1.1 Actoranalyse

Bij het ontwikkelingsproces van breedband op de local loop zijn veel verschillende actoren betrokken. Niet allemaal oefenen zij een even grote invloed uit op het verloop van dit proces. Actoren beschikken allen over hun eigen doelen en belangen. Tevens hebben zij vaak uiteenlopende probleemperspectieven, waardoor een oplossing voor het probleem doorgaans niet eenduidig is. Om inzicht te krijgen in de verschillende doelen, middelen en belangen van actoren, is een actoranalyse uitgevoerd. Deze is opgenomen in bijlage II.

De actoren die in het onderzoek naar voren zijn gekomen als de belangrijkste, vormen vier groepen. Voor deze actorgroepen wordt bekeken wat hun probleemperspectieven zijn en over welke sturingsinstrumenten zij beschikken om de drempels van het 6-Drempelmodel te beïnvloeden. Zowel de sturingsinstrumenten als de factoren waarop zij van invloed zijn, zijn gecategoriseerd om een zo gestructureerd mogelijk overzicht te creëren.

De volgende actorgroepen zijn in dit onderzoek beschouwd:

- *De overheid*: zowel de Rijksoverheid als de regionale en lokale overheden;
- *Infrastructuurproviders*: alle partijen die (toegang tot) infrastructuur aanbieden;
- *Dienstenproviders*: alle partijen die communicatie-, informatie-, amusements- of transactiediensten leveren over conventionele of nieuwe infrastructuur;
- *Gebundelde vragers*: actoren met elk een te kleine individuele vraag die zich verenigen en hun vraag bundelen om gezamenlijk een voor een infrastructuurprovider voldoende grote vraag te creëren. Voorbeelden zijn geldschietters, bewoners, scholen, instellingen en kantoren in een businesspark.

6.1.2 Sturing vereist een doel

Sturing kan kortweg gedefinieerd worden als 'doelconforme beïnvloeding van maatschappelijke wisselwerkingen' (W. Derksen, 1989). Essentieel van sturing is de doelgerichtheid. Een actor dient een doel te hebben gesteld wil er sprake zijn van sturing.

6.2 Sturingsinstrumenten

Alle actoren hebben beschikking over een eigen set sturingsinstrumenten. Hiermee kunnen zij invloed uitoefenen op de factoren die in hoofdstuk 5 zijn beschreven. Voor elke groep factoren uit hoofdstuk 5 wordt bekeken hoe deze direct gestuurd kan worden.

De sturingsinstrumenten zijn tweemaal geordend. De ordening vindt plaats aan de hand van twee vragen:

- 1) Heeft het betreffende sturingsinstrument invloed op één van de zes drempels? (weergegeven in rijen)
- 2) Tot welke instrumentenfamilie behoort het betreffende sturingsinstrument? (weergegeven in kolommen)

Instrumentenfamilies brengen een inhoudelijke ordening aan binnen sturingsinstrumenten. Er bestaan zeven instrumentenfamilies:

- Technisch
- Economisch
- Marktgerelateerd
- Bestuurlijk
- Juridisch
- communicatief

Deze dubbele categorisering levert een matrix op, waarvan de cellen gevuld zijn met sturingsinstrumenten. Elke paragraaf geeft een matrix voor één van de vier actorgroepen. De grijze cellen geven aan dat de betreffende actorgroep hier geen sturingsinstrumenten bezit. Tabel 6.1 geeft de matrix weer die in dit hoofdstuk als basis gebruikt wordt voor de categorisering van sturingsinstrumenten per actor. Voor iedere actor zal deze basismatrix worden ingevuld.

Tabel 6.1: Basismatrix instrumentenfamilies en de zes drempels

Instrumenten → families 6 drempels ↓	Technisch	Economisch	Markt gerelateerd	Juridisch	Bestuurlijk	Commu- nicatief	Overig
Geschiktheid							
Fysieke Toegankelijkheid							
Technische Toegankelijkheid							
Financiële Toegankelijkheid							
Cognitieve Toegankelijkheid							
Affectieve Toegankelijkheid							

6.3 Sturingsinstrumenten van de overheid

Naast een ordening naar inhoud in instrumentenfamilies, kan voor de sturingsinstrumenten van de overheid een ordening van de instrumenten naar vorm worden gemaakt. Er bestaan vijf vormen instrumenten¹: meerzijdige-, persoonsgerichte- en communicatie- instrumenten, prestatie- indicatoren en incentives. Aan deze laatste vormen wordt extra aandacht besteed in de volgende sub-paragrafen.

¹ De Bruijn en Ten Heuvelhof, 1991

- *Meerzijdige instrumenten*

Meerzijdige instrumenten zijn overeenkomsten onder diverse benamingen tussen overheden onderling of tussen overheid en maatschappelijke actoren, die schriftelijk zijn vastgelegd en die handelen over de doelstellingen van het overheidsbeleid of de uitvoering daarvan.² Bij een meerzijdig instrumentarium is er dus sprake van onderhandelingen tussen overheid en te sturen actoren over het gewenste resultaat. De inzet van meerzijdige instrumenten houdt een erkenning in van de autonomie van andere actoren in het veld en van onderlinge afhankelijkheden. Meerzijdige instrumenten doen daarmee recht aan de pluriformiteit van een complex netwerk. Voorbeelden zijn convenanten, projectontwikkelingsovereenkomsten en gentlemen's agreements.

- *Persoonsgerichte instrumenten*

Een belangrijk kenmerk van persoonsgerichte instrumenten is dat bij de sturingsactiviteiten een individuele persoon centraal staat. In plaats van of naast een gedetailleerd geheel van gebods- en verbodsbepalingen wordt een persoon bij de te sturen actor aangesteld, die het door de overheid gewenste gedrag tracht te bewerkstelligen. Ook een meervoud van individuen kan een instrumentele functie vervullen. Wanneer een overheid persoonsgerichte instrumenten inzet, verwerft zij een aantal ijkpunten in de te sturen organisaties.

- *Communicatieve instrumenten*

Een communicatief instrument is een wederzijdse overdracht van kennis en informatie tussen overheid en te sturen actoren. Met de term 'communicatief' wordt aangegeven dat de informatie- overdracht wederkerige elementen kan hebben. Vaak worden communicatieve instrumenten samen ingezet met andere instrumenten, zodat een instrumentenmix ontstaat. Communicatieve instrumenten kunnen verruimend of beperkend zijn. Verruimende communicatieve instrumenten zijn vooral gericht op kennisvermeerdering en het informeren van actoren over bepaalde aangelegenheden zonder dat er sprake is van een intentie om hun keuzevrijheid aan te tasten. Beperkende communicatieve instrumenten hebben meer het doel om het gedrag van de burger te kanaliseren.

De inzet van communicatieve instrumenten kan actief of passief zijn. Van een actieve inzet is sprake wanneer de sturende actor het initiatief neemt tot de overdracht van kennis en informatie. Wanneer de informatie pas wordt uitgezet indien de te sturen actoren hierom vragen, is er sprake van passieve inzet.

- *Prestatie- indicatoren*

Een prestatie- indicator kan worden omschreven als 'een absoluut getal of een verhoudingsgetal dat is uitgedrukt in fysieke – of geldeenheden en dat de toestand van of de ontwikkeling op een beleidsterrein in beeld brengt'.³

Essentieel voor het gebruik van prestatie- indicatoren is dat de overheid de te sturen actor meedeelt of met hem overeenkomt dat de prestatie van de te sturen actor op één of enkele variabelen kwantitatief te meten is. Aan de uitkomst kunnen gevolgen verbonden worden als beloningen of sancties.

- *Incentives*

Uit het feit dat de markt op dit moment nog weinig onderneemt om de huidige ontwikkeling te versnellen en meer een afwachtende houding aanneemt, kan afgeleid worden dat de overheid op dit moment de belangrijkste probleemeigenaar is. Zij is op dit moment ook de enige partij die sterk bezig is met lange termijn beleid. Gezien de slechte economische omstandigheden hebben marktpartijen hun blikveld verkleind tot de volgende kwartaalcijfers en zijn zij druk doende hun hoofd boven water te houden. De overheid vreest echter voor de economie op lange termijn wanneer de breedbandontwikkeling niet nu al versneld wordt. Gebleken is echter, dat overheid dit niet in haar eentje kan bewerkstelligen. Hiervoor heeft zij hulp nodig van andere

² Centrale Raad voor de milieuhygiëne- *Advies over milieuconvenanten*. Den Haag: 1989

³ Hasselbekke, 1990

actoren in het waardenetwerk die beschikken over de juiste sturingsinstrumenten. Om de actoren de juiste kant op te sturen beschikt de overheid onder andere over positieve en negatieve incentives. Incentives zijn directe of indirecte honoreringen in cash of in natura die aan een individu of systeem worden toebedeeld om een of andere zichtbare wijziging in gedrag aan te moedigen (Rogers 1995). Deze honoreringen kunnen positief of negatief zijn. Positieve incentives (bijv. subsidies) worden ingezet om gewenst gedrag te stimuleren; negatieve incentives (bijv. heffingen) om ongewenst gedrag in te dammen.

6.4 De effecten van sturing

6.4.1 Positieve effecten van sturing

Inzet van sturingsinstrumenten beoogt de volgende effecten te bewerkstelligen inzake de ontwikkeling van breedband:

- Een versneld(e) adoptie en gebruik van breedband op het niveau van de local loop
- Adoptie van breedband bij andere individuen dan zij die breedband anders ook wel zouden adopteren

6.4.2 Ongewenste neveneffecten van sturing

Het sturen van factoren in een bepaalde richting, kan neveneffecten met zich meebrengen. Een neveneffect is gedefinieerd als een gevolg van het instrument van een actor dat optreedt naast een door hem beoogd effect en dat gunstig, van geen belang of ongunstig is voor hemzelf, maar mogelijk niet voor anderen.⁴ In het geval dat het neveneffect niet wenselijk wordt geacht, is sprake van een ongewenst neveneffect. Niet alle neveneffecten zijn voorspelbaar en daarmee vormt deze categorie effecten een risico van de inzet van sturingsinstrumenten. Positieve neveneffecten leveren doorgaans geen problemen, negatieve daarentegen wel. Vaak zijn ze echter wel voorspelbaar. Voordat de inzet van deze instrumenten plaatsvindt, dienen deze neveneffecten afgewogen te worden tegen het beoogde effect van het ingezette instrument. Ter verduidelijking worden van een aantal overheidsinstrumenten de beoogde effecten en bijbehorende ongewenste neveneffecten gegeven.

- *Horizontale integratie*

Horizontale integratie probeert verschillende diensten te combineren in één infrastructuur die beschikbaar is voor alle toepassingen. Een voorbeeld van horizontale integratie is het combineren van verschillende 'media', zoals data, audio en video in één multimediadienst. Op de markt uit horizontale integratie zich in het grote aantal fusies en overnames van telecommunicatiegiganten onderling en de fusies van telecommunicatiebedrijven en kabel exploitanten. Inzake horizontale integratie van taken en functies spreekt men ook wel van functiegericht clusteren. Dit betekent dat dezelfde soort taken en functies ten aanzien van *alle* (relevante) sectoren bij elkaar in één organisatie worden ondergebracht.⁵ Hiervan is bijvoorbeeld sprake wanneer één bepaalde dienst aangeboden kan worden over verschillende infrastructuren. De dienstenproviders bieden hun dienst aan aan de eindgebruikers, de onderliggende infrastructuur is hierbij niet van belang.

Het beoogde doel van het streven naar horizontale integratie is de 'verzuiling' binnen de markt te doorbreken en zodoende de marktwerving te vergroten. Wanneer alle diensten over alle infrastructuren aangeboden kunnen worden, wordt het aantal keuzecombinaties voor klanten namelijk sterk verhoogd. Een mogelijk ongewenst neveneffect is echter, dat er een aantal giganten op de markt kan ontstaan die de diensten over verschillende infrastructuren beheersen, waardoor de keuzevrijheid juist verder beperkt wordt dan in de verzuilde situatie het geval was.

⁴ Kuypers, 1973

⁵ Varianten toekomstig toezicht telecommunicatie en post, 2001

- *Verticale integratie*

Met verticale integratie wordt de toepassingsgerichtheid van systeemarchitecturen bedoeld; een dergelijke gerichtheid leidt tot gescheiden systemen met elk hun eigen diensten. Inzake verticale integratie van taken en functies spreekt men ook wel van sectorgericht clusteren. Dit betekent dat alle taken en functies ten aanzien van *één (of enkele)* bepaalde sector(en) in één organisatie worden ondergebracht. Hiervan is sprake wanneer een telecommunicatie provider zowel de infrastructuur bezit, de diensten erover aanbiedt en beheert, de billing doet, etc.

Het beoogde effect van een verbod op verticale integratie is het voorkomen van mono- of duopolievorming binnen de verticale 'zuilen'. Wanneer zowel de infrastructuur als de diensten hier overheen in handen zijn van één en dezelfde partij, hebben zij binnen deze zuil de volledige macht over de markt in handen. De gebruikers zijn immers geheel van deze partij afhankelijk om diensten via deze infrastructuur te ontvangen.

De aanleg van een infrastructuur vergt zeer hoge initiële kosten. Deze zijn terug te verdienen met de exploitatie van diensten over deze infrastructuur heen. Wanneer de exploitatie verboden wordt, zijn de kosten van de aanleg niet tot nauwelijks meer terug te verdienen, hetgeen resulteert in een zeer onaantrekkelijke business case. Voor infrastructuren die hoge initiële investeringen vergen, kan een verbod op exclusieve exploitatie van diensten over deze infrastructuur dus leiden tot het uitblijven van zowel infrastructuur als diensten.

- *Lock-in mogelijkheden*

Er is sprake van lock-in effecten wanneer van een gemaakte keuze niet zonder meer kan worden afgeweken. Dit komt onder meer door hoge kosten van veranderingen van de huidige situatie. Als er eenmaal voor een bepaald systeem gekozen is, zijn de kosten om te switchen naar een ander systeem erg hoog. Men zit dan vast in een bepaald systeem. Voorbeelden hiervan zijn hoge kosten voor nummerportabiliteit, het geven van een mobiele telefoon bij een meerjarig abonnement, hoge switchingskosten, etc.

Lock-in effecten zijn belangrijk: het gaat erom klanten 'gevangen' te houden. "Klanten zijn heel vluchtig, en het kost veel inspanning om ze te krijgen. Een ASP heeft bijvoorbeeld een vaste relatie met een klant. De klant is immers afhankelijk van de software die hij van de ASP betreft. Dit soort afhankelijkheden zijn geld waard. Naast het leveren van toegevoegde waarde kan er namelijk ook geld verdiend worden met exclusiviteit in de relatie met de klant. Toegang tot de klant is geld waard - vooral daar waar de concurrentie die toegang niet heeft." ⁶ Wanneer deze toegang tot de klant niet gegarandeerd kan worden door het verbod op lock-in strategieën, wordt het risico voor veel startende ondernemingen te groot om de markt te betreden. Een dergelijk verbod neemt de zekerheid weg die nieuwkomers geboden wordt door het vooruitzicht op lock-in mogelijkheden. Wegnemen van deze zekerheid verlaagt de kansen van nieuwkomers, waardoor de grote partijen overblijven die hun klanten op andere manieren binden, bijvoorbeeld door naamsbekendheid.

- *Koppelverkoop*

Van koppelverkoop is sprake, wanneer de aanschaf van een bepaald product niet mogelijk is zonder dat tegelijkertijd een ander product aangeschaft wordt dat met het eerste verbonden is. In de telecommunicatiesector is vaak sprake van koppelverkoop. Voorbeelden van koppelverkoop zijn de verkoop van een telefoontje met abonnement, een MXstream abonnement dat bestaat uit een ADSL-lijn van KPN en een ISP- dienst van b.v. XS4all, een combinatie van CATV en telefonie bij een kabelprovider, de verplichting tot aanschaf van Internet Explorer bij Microsoft Windows, etc. Koppelverkoop wordt vaak toegepast tussen infrastructuur en diensten die over deze infrastructuur gaan, om middels de opbrengsten van de diensten de kosten van de aanleg en ontwikkeling van de infrastructuur terug te verdienen. Er is dan tevens sprake van verticale integratie.

⁶ Smidts, 2000

Koppelverkoop is wettelijk verboden, maar er is een uitzondering als de geleverde goederen een duidelijke relatie hebben. Bij een telefoon en een abonnement is dat het geval, al wordt deze kwestie bediscussieerd. Dit geldt evenzo voor een GSM met een simlock.

Koppelverkoop kan de consument verplichten tot aanschaf van diensten die hij helemaal niet wenst. Hierdoor worden de gewenste diensten duurder, hetgeen de financiële toegankelijkheid verlaagt. Voor beginnende marktpartijen kan het echter noodzakelijk zijn om te kunnen overleven op de markt. Zonder koppelverkoop wordt de business case te onaantrekkelijk of niet haalbaar, waardoor het aantal marktpartijen afneemt.

Tabel 6.2: Ongewenste neveneffecten bij de inzet van een aantal overheidsinstrumenten

Instrument	Beoogd effect	Neveneffect
Verbod op directe lock-in van klanten	Meer kansen bieden aan nieuwkomers op de markt	Wegnemen van de zekerheid die nieuwkomers geboden wordt door lock-in. Dit vooruitzicht verlaagt de kansen van nieuwkomers.
Verbod op verticale integratie van infrastructuur en diensten	Geen mono- of duopolievorming door te grote macht bij 1 of 2 partijen die infrastructuur en diensten beheersen	Business case wordt te onaantrekkelijk, waardoor zowel infrastructuur als diensten uitblijven
Verbod op koppelverkoop	Bescherming van eindgebruiker Verbeterde marktwerking	Business case wordt te onaantrekkelijk of niet haalbaar, waardoor aantal marktpartijen afneemt
Streven naar horizontale integratie	Meer keuzevrijheid voor gebruikers	Monopolie of duopolievorming door te grote macht bij enkele giganten

Achtereenvolgens worden nu de sturingsinstrumenten van de overheid, infrastructuurproviders, dienstenproviders en gebundelde vragers beschouwd. Per actorgroep worden de belangrijkste conclusies gegeven.

6.5 De overheid

▪ *Probleemperceptie*

Nederland dreigt achter te gaan lopen op ICT gebied. Aangezien de Nederlandse overheid al jaren streeft naar een koploperspositie op dit vlak, wordt deze dreiging door haar als probleem ervaren. De overheid moet balanceren tussen liberaliseren en investeren. Hoge overheidsinvesteringen kunnen de breedbandontwikkeling versnellen maar kunnen tevens gezien worden als valse concurrentie en daardoor hun legitimiteit verliezen. In het verlengde hiervan moet de overheid ook afwegen in welke mate de breedbandontwikkeling als marktfalen getypeerd kan worden en in welke mate haar optreden op de markt op korte en lange termijn bijdraagt aan het dienen van het algemeen belang.

▪ *Doelen*

Rijksoverheid

- Nederland is aantrekkelijk als industrieland
- Het Rijk heeft geen omvangrijke bindende investeringen

Lokale overheden

- Gemeente biedt een aantrekkelijk leefklimaat voor burgers
- Gemeente is een interessante vestigingsplaats voor bedrijven
- Gemeente heeft hoog aanzien

6.5.1 Sturingsinstrumenten

Hoewel uit hoofdstuk 5 naar voren is gekomen, dat de overheid niet veel factoren kan beïnvloeden, heeft zij toch een redelijk scala aan sturingsinstrumenten tot haar beschikking om deze factoren te sturen.

Op de geschiktheid van een medium heeft de overheid zeer weinig invloed, dit is een factor die voornamelijk beïnvloed wordt door de mate waarin de wensen van vragers overeenkomen met de eigenschappen van de techniek. De overheid kan, wanneer zij kennis heeft van de wensen van gebruikers, wel R&D in de ontwikkeling van een hierop aansluitend medium stimuleren. Tevens kan zij de wensen van de gebruikers enigszins sturen door financiële stimulering en voorlichting. Of een bepaald medium geschikt is voor een gebruiker, hangt echter af van persoonlijke wensen en eigenschappen van gebruikers. Voordat de overheid hier invloed op kan uitoefenen, zal zij dus eerst nauwkeurig onderzoek moeten verrichten naar wensen en vaardigheden van potentiële gebruikers. Daarbij komt, dat deze in de loop der tijd sterk kunnen veranderen. Of een bedrijf het door de gebruiker gewenste medium gaat exploiteren, hangt veel sterker af van de vraag, de kans op winst, de strategie van het bedrijf, de benodigde kennis, de aantrekkelijkheid van de business case, etc. Een financiële impuls van de overheid helpt alleen om de gewenste weg in te slaan wanneer deze op andere punten ook aantrekkelijk is voor het betreffende bedrijf. De financiële middelen die de overheid tot haar beschikking heeft, zijn te klein om invloed uit te oefenen op belangrijke strategische beslissingen. In tabel 6.3 en 6.4 zijn de sturingsinstrumenten voor de nationale en lokale overheid weergegeven. In de tabellen 6.5 tot en met 6.10 zijn deze instrumenten vervolgens naar vorm geordend.

Tabel 6.3: Sturingsinstrumenten van de nationale (N) en lokale (L) overheid (1)

	Technische instrumenten	Economische instrumenten	Marktinstrumenten
Geschiktheid		Stimuleren van R&D voor ontwikkeling van 'geschikte' techniek	
Fysieke toegankelijkheid	- Eisen stellen aan de kwaliteit van een breedband verbinding (kwetsbaarheid verlagen, kwaliteitsborging) - Stimuleren experimenten met nieuwe toegangstechnologieën - Onderzoek naar en ontwikkeling van ambient technology - Oude media oprollen: overheid koopt de local loop en vervangt deze (N)	- Financiële of fiscale arrangementen - Vraagstimulering via premiereregeling op individueel niveau - Revolving fund voor marktpartijen instellen - Deelfinanciering van Fftl-initiatieven - Zak geld naar technische opleidingen - Herbalanceren kabeltelevisienetwerken - Provinciale/ gemeentelijke borgstelling voor investeringen (L)	- Bundeling van de vraag op wijkniveau - Verlagen van de uittredingsdrempels en toetredingsdrempels (N) - Benchmark uitvoeren in breedbandigere landen (N) - De 'koek' (= de markt) vergroten, bijv. dmv uitgifte van licenties (N) - Plicht tot samenwerking grote met kleine partijen (N)
Technische toegankelijkheid	- Stimuleren experimenten met nieuwe technologieën - Eisen stellen aan de kwaliteit van een interface (kwetsbaarheid verlagen, kwaliteitsborging)	Beschikbaar stellen van een revolving fund voor marktpartijen	- Universele beschikbaarheid van diensten, onafhankelijk van medium verplichten (N) - Beschikbaar stellen van een revolving fund
Financiële toegankelijkheid		- Belastingaftrek WOZ (N) - Kosten onderbrengen in nutskosten bij gas, licht en water - Kosten onderbrengen in huur- / huizenprijs (N+L) - Precarioheffingen verlagen (L) - Landelijk beleid precarioheffingen (N) - Subsidies (L+N) - Gebruik van infrastructuur en diensten aftrekbaar van belasting maken (N) - Subsidie voor ontwikkeling van interfaces (N) - Financiële of fiscale arrangementen - Vraagstimulering via premiereregeling op individueel niveau	- Overkoepelend orgaan oprichten ter coördinatie (N+L) - Bundeling van de vraag op wijkniveau
Cognitieve toegankelijkheid			Groepen gebruikers bijeen brengen (L)
Affectieve toegankelijkheid		- Financiële of fiscale arrangementen - Vraagstimulering via premiereregeling op individueel niveau	- Partijen bij elkaar brengen (N+L) - Sturen in de gezondheidszorg (N)

Tabel 6.4: Sturingsinstrumenten van de nationale (N) en lokale (L) overheid (2)

	Juridische instrumenten	Bestuurlijke instrumenten	Kennis instrumenten	Overige instrumenten
Geschiktheid				Wensen van gebruiker sturen
Fysieke toegankelijkheid		• Richtsnoer ontwikkelen voor lokale initiatieven • Uitwerken van een nationaal systeem van toezicht • Vraagbundeling onder overheids- en publieke instellingen, met name op gemeenteniveau		
Technische toegankelijkheid				Toegankelijkheid overheidsinformatie en -diensten bevorderen (Overheidsloket 2010)
Financiële toegankelijkheid		• NMa: ketenafspraken van video/ TV branche aanpakken (N) • Verbod op directe lock-in tijdelijke lock-in toestaan? (N)		
Cognitieve toegankelijkheid			• Scholing aanbieden aan niet-leerlingen (L) • Breedband integreren in regulier onderwijs (N+L) • Cursussen voor 65+ en huisvrouwen (N+L) • Opzetten van voorlichtingscentra en loketten (N+L) • Ontwikkeling van breedbandige content- en applicaties • Opzetten van een nationaal Kenniscentrum Breedband (kennistransfer)	• Units opzetten waar je kunt oefenen in openbare gelegenheden (N+L) • Publieke omroep over breedband (N+L) • Awareness burgers vergroten
Affectieve toegankelijkheid	• Duidelijke en eenduidige wet- en regelgeving (N) • Aanpassing van het bouwbesluit ▪ Afstemmen van wet- en regelgeving op nieuwe breedband-ontwikkelingen	• Opleidingen geven (N) • Digitale leerprocessen (N) • Subsidie bij gebruik (N+L) • Voorbeeldfunctie	Opleiding financieren en/of ontwerpen (N)	• Lokale initiatieven voor digitale trapveldjes, wijkcentra, etc. (L) • Awareness burgers vergroten • Ontwikkeling van breedbandige content- en applicaties • Content dat met publiek geld gerealiseerd is vrij beschikbaar maken (afkopen van rechten) • Postbus-51 on-demand • Nationale iconen aansluiten op breedband

Tabel 6.5: Communicatieve sturingsinstrumenten van de overheid

	Communicatieve instrumenten
Geschiktheid	
Fysieke Toegankelijkheid	
Technische Toegankelijkheid	▪ Toegankelijkheid overheidsinformatie en -diensten bevorderen (Overheidsloket 2010)
Financiële Toegankelijkheid	
Cognitieve Toegankelijkheid	• Scholing aanbieden aan niet-leerlingen (L) • Breedband integreren in regulier onderwijs (N+L) • Cursussen voor 65+ en huisvrouwen (N+L) • Opzetten van voorlichtingscentra en loketten (N+L) • Ontwikkeling van breedbandige content- en applicaties • Opzetten van een nationaal Kenniscentrum Breedband (kennistransfer) • Units opzetten waar je kunt oefenen in openbare gelegenheden (N+L) • Publieke omroep over breedband (N+L) • Awareness burgers vergroten
Affectieve Toegankelijkheid	• Opleidingen geven (N) • Digitale leerprocessen (N) • Voorbeeldfunctie ▪ Opleiding financieren en/of ontwerpen (N) • Lokale initiatieven voor digitale trapveldjes, wijkcentra, etc. (L) • Awareness burgers vergroten • Ontwikkeling van breedbandige content- en applicaties • Postbus-51 on-demand • Nationale iconen aansluiten op breedband

Tabel 6.6: Prestatie- indicatoren van de overheid

	Prestatie-indicatoren
Geschiktheid	
Fysieke Toegankelijkheid	Eisen stellen aan de kwaliteit van een breedband verbinding (kwetsbaarheid verlagen, kwaliteitsborging)
Technische Toegankelijkheid	Eisen stellen aan de kwaliteit van een interface (kwetsbaarheid verlagen, kwaliteitsborging)
Financiële Toegankelijkheid	
Cognitieve Toegankelijkheid	
Affectieve Toegankelijkheid	

Tabel 6.7: Incentives van de overheid

	Incentives
Geschiktheid	• Stimuleren van R&D voor ontwikkeling van 'geschikte' techniek • Wensen van gebruiker sturen
Fysieke Toegankelijkheid	• Financiële of fiscale arrangementen • Vraagstimulering via premieregeling op individueel niveau • Revolving fund voor marktpartijen instellen • Zak geld naar technische opleidingen • Provinciale/ gemeentelijke borgstelling voor investeringen (L) • Verlagen van de uitredingsdrempels en toetredingsdrempels (N)
Technische Toegankelijkheid	• Stimuleren experimenten met nieuwe technologieën • Beschikbaar stellen van een revolving fund voor marktpartijen
Financiële Toegankelijkheid	• Belastingaftrek WOZ (N) • Precarioheffingen verlagen (L) • Landelijk beleid precarioheffingen (N) • Subsidies (L+N) • Gebruik van infrastructuur en diensten aftrekbaar van belasting maken (N) • Subsidie voor ontwikkeling van interfaces (N) • Financiële of fiscale arrangementen • Vraagstimulering via premieregeling op individueel niveau
Cognitieve Toegankelijkheid	
Affectieve Toegankelijkheid	• Financiële of fiscale arrangementen • Vraagstimulering via premieregeling op individueel niveau • Subsidie bij gebruik (N+L) • Content dat met publiek geld gerealiseerd is vrij beschikbaar maken (afkopen van rechten)

Tabel 6.8: Meerzijdige sturingsinstrumenten van de overheid

	Meerzijdige instrumenten
Geschiktheid	
Fysieke Toegankelijkheid	• Deelfinanciering van Fftl-initiatieven • Bundeling van de vraag op wijkniveau • Vraagbundeling onder overheids- en publieke instellingen, met name op gemeenteniveau • Onderzoek naar en ontwikkeling van ambient technology • Benchmark uitvoeren in breedbandigere landen (N)
Technische Toegankelijkheid	
Financiële Toegankelijkheid	• Bundeling van de vraag op wijkniveau • Deelfinanciering van Fftl-initiatieven in onrendabele gemeenten
Cognitieve Toegankelijkheid	• Groepen gebruikers bijeen brengen (L)
Affectieve Toegankelijkheid	• Partijen bij elkaar brengen (N+L) • Sturen in de gezondheidszorg (N)

Tabel 6.9: Persoonsgerichte sturingsinstrumenten van de overheid

	Persoonsgerichte instrumenten
Geschiktheid	
Fysieke Toegankelijkheid	• Vraagbundelaars opleiden die op locatie bundeling van de vraag op wijkniveau redigeren • Aanstellen van pro-actieve toezichthouders op de door de overheid vooraf opgestelde regels • regisseurs en facilitators inzetten bij lokale projecten
Technische Toegankelijkheid	
Financiële Toegankelijkheid	Overkoepelend orgaan oprichten ter coördinatie (N+L)
Cognitieve Toegankelijkheid	
Affectieve Toegankelijkheid	Inschakelen van aanjagers van de technologie

Tabel 6.10: Eerste generatie sturingsinstrumenten van de overheid

	Eerste generatie sturingsinstrumenten
Geschiktheid	
Fysieke Toegankelijkheid	• Herbalanceren kabeltelevisienetwerken • Plicht tot samenwerking grote met kleine partijen (N) • Richtsnoer ontwikkelen voor lokale initiatieven • Uitwerken van een nationaal systeem van toezicht • Oude media oprollen: overheid koopt de local loop en vervangt deze (N) • De 'koek' (= de markt) vergroten, bijv. dmv uitgifte van licenties (N)
Technische Toegankelijkheid	• Universele beschikbaarheid van diensten, onafhankelijk van medium verplichten (N)
Financiële Toegankelijkheid	• NMa: ketenafspraken van video/ TV branche aanpakken (N) • Verbod op directe lock-in of tijdelijke lock-in toestaan (N)
Cognitieve Toegankelijkheid	
Affectieve Toegankelijkheid	• Duidelijke en eenduidige wet- en regelgeving (N) • Aanpassing van het bouwbesluit • Afstemmen van wet- en regelgeving op nieuwe breedbandontwikkelingen

6.6 Infrastructuurproviders

▪ *Probleemperceptie*

De opkomst van nieuwe, door de overheid gesubsidieerde, netwerken vormt een bedreiging voor de liggende netwerken van de huidige infrastructuuraanbieders. Zij hebben er belang bij dat ze zolang mogelijk hun huidige netwerken kunnen blijven exploiteren. Echter, de breedbandcapaciteit van de huidige netwerken is begrensd, waardoor vervanging op termijn toch noodzakelijk zal zijn. Het ontbreekt de providers op dit moment echter aan het hiervoor benodigde kapitaal. De huidige providers moeten dus een weloverwogen groeistrategie opzetten maar zij beschikken niet over voldoende technologische kennis en inzicht in de mogelijke alternatieven en de bestuurlijke en juridische (on)mogelijkheden die hiermee gepaard gaan. Zolang er nog geen diensten beschikbaar zijn die zeer hoge transmissiesnelheden vereisen en eindgebruikers nog voldoende lijken te hebben aan ADSL, is er ook geen sprake van een aantrekkelijke businesscase. Ook nieuwkomers op de markt ontbreekt het aan geld, inzicht en kennis.

▪ *Doelen*

- De huidige netwerken zo lang mogelijk blijven exploiteren
- Zo veel mogelijk tevreden klanten
- Zo centraal mogelijke rol voor infrastructuurproviders in het netwerk
- Winst maken

6.6.1 Sturingsinstrumenten

De infrastructuurproviders bezitten geen bestuurlijke en bijna geen juridische sturingsinstrumenten. Dat zij geen beschikking hebben over deze instrumenten is logisch, aangezien zij geen bestuurlijke en juridische bevoegdheden hebben. Ook op het gebied van kennis hebben zij weinig invloed. De infrastructuurproviders kunnen alle drempels (deels) verkleinen met behulp van technische instrumenten. Doordat infrastructuurproviders op de markt werkzaam zijn in de infrastructuurbranche, hebben zij hoofdzakelijk beschikking over economische- en marktinstrumenten die de fysieke toegankelijkheid beïnvloeden. Zij bepalen dus in feite of en zo ja, welke infrastructuur er komt, hetgeen deze actorgroep een grote machtspositie geeft. In de tabellen 6.11 en 6.12 zijn de sturingsinstrumenten van infrastructuurproviders weergegeven.

Tabel 6.11: Sturingsinstrumenten van infrastructuurproviders (1)

	Technische instrumenten	Economische instrumenten	Marktinstrumenten
Geschiktheid	• Onderzoek naar de geschiktheid van transmissiemedia voor diensten		
Fysieke toegankelijkheid	• Nieuwe infrastructuren backwards compatible maken • Compressietechnieken gebruiken (om de stijgende groei naar bits voor te blijven en omdat de downloadtijd dan daalt: behoefte aan # bits per eenheid info stijgt) • Standaardisatie versnellen(?) • Actieve debottlenecking • R&D verhogen, met name airinterface • Middleware • Mogelijkheid om kleinschalig te beginnen	• Business cases splitsen • Inspelen op het kantelpunt van gemak en kosten • Ambitie regelen: lagere/ geen winstdoel • Continuïteit en lange termijn i.p.v. snel cashen	• Universele beschikbaarheid van diensten: niet afhankelijk van medium • Doelgroep bepalen: een vaste kleine groep of massamarkt? • Elimineren van je substituten • Meerdere partijen oprichten voor actief/ passief/ beheer • Benchmark naar breedbandigere landen • Marktstadia versnellen: early adopters stimuleren door bijv. gratis mobiel • De 'koek' vergroten

	Technische instrumenten	Economische instrumenten	Marktinstrumenten
Technische toegankelijkheid	• Geschikte datatransport techniek aanbieden • Database met mens georiënteerde benadering • Gegevens eenvoudig vindbaar voor gebruiker aanbieden • Mogelijkheid tot grid-computing bieden • R&D verhogen		
Financiële toegankelijkheid	• Gangmakers die prediken dat het laf is om niet te veranderen	• Kosten in het netwerk houden en niet aan de rand	
Cognitieve toegankelijkheid	• Intuïtief en makkelijk bedienbare apparatuur • Aanpassen aan de doelgroep: plug & play en 'Jip & Janneke taal' • Leerfuncties in randapparatuur: 'guided tours'		
Affectieve toegankelijkheid	• Compressietechnieken • Infrastructuur gebruiken voor > 10 Mbps symm. • Verlagen van eisen aan eindgebruikers • 'Spannend' / makkelijk maken • Plaatjes gebruiken • Medium vraagt geen 2x hetzelfde (geeft ergernis) • Real-time connectivity aanbieden • Gelijke interfaces	• Real-time pricing	• Marketing activiteiten gericht op specifieke doelgroepen • Marktonderzoek

Tabel 6.12: Sturingsinstrumenten van infrastructuurproviders (2)

	Kennis instrumenten	Juridische instrumenten	Overige instrumenten
Geschiktheid			
Fysieke toegankelijkheid			
Technische toegankelijkheid			
Financiële toegankelijkheid			Transparantie naar aanbieder, niet afhankelijk van netwerk
Cognitieve toegankelijkheid	• Handleiding toegespitst op doelgroepen • Breedband voor moeders en andere cursussen		
Affectieve toegankelijkheid		Weren van illegale diensten op het netwerk	

6.7 Dienstenproviders

- *Probleemperceptie*

Dienstenproviders die breedbandige applicaties willen verkopen, stuiten op het probleem dat het in Nederland ontbreekt aan een geschikt transmissienetwerk om de diensten over te versturen. Aangezien er voorspeld wordt dat deze netwerken er wel gaan komen maar er op dit moment nog geen vraag is naar de diensten, worstelen dienstenproviders met de vraag welke diensten zij moeten gaan ontwikkelen en wanneer. Ook deze partijen hebben weinig investeringskapitaal en de ontwikkeling en exploitatie van deze diensten vergt hoge investeringen. Backbonecapaciteit is nog erg duur, waardoor lokale aanwezigheid voor de providers noodzakelijk is om de transmissieprijs zo laag mogelijk te houden. Lokaal kunnen de diensten echter onder een te gering aantal eindgebruikers verspreid worden om rendabel te kunnen zijn. Ook het aanbod van diensten vergt namelijk veel geld. Wil een provider een video legaal online aanbieden, dan moet hij beschikken over de rechten om de film te verspreiden. Hiervoor moet een flink bedrag neergeteld worden. De exploitatie en ontwikkeling van breedbanddiensten is op dit moment dus nog niet aantrekkelijk. Maar tevens lopen providers het risico de boot te missen wanneer zij zich niet voldoende snel voorbereiden op de exploitatie van deze diensten. Er zijn grote 'first mover advantages' te behalen als de prijs van de backbonecapaciteit voldoende gedaald is.

- *Doelen*

- Zo groot mogelijke afname van diensten
- Winst maken

6.7.1 Sturingsinstrumenten

De dienstenproviders bezitten geen sturingsinstrumenten om de geschiktheid van een medium te beïnvloeden. Net als de infrastructuurproviders, hebben de dienstenproviders voornamelijk beschikking over technische instrumenten en geen beschikking over bestuurlijke instrumenten. Juridische instrumenten bezitten zij daarentegen wel. Deze hebben onder andere betrekking op beveiliging van persoonsgegevens, legaliteit van diensten en de omgang met spam en illegaal gedrag. Uiteraard zijn illegale diensten nooit geheel van een medium te weren en ook niet alleen dienstenproviders zijn verantwoordelijk te houden voor het aanbod van dergelijke diensten. Wel kunnen zij, als tegendaad, op legale wijze films en muziek aan gaan bieden en spamfiltering en bescherming van privacy bieden. Zij zijn echter ook deels afhankelijk van infrastructuurproviders die er voor kunnen kiezen om dergelijke illegale en ongewenste diensten wel of niet op hun netwerk toe te laten. Daarnaast verkeren zij in die zin in een machtspositie dat zonder dienstenaanbod de infrastructuur niet aantrekkelijk voor gebruikers en daarom niet winstgevend voor infrastructuurproviders is. In de tabellen 6.13 en 6.14 zijn de sturingsinstrumenten van dienstenproviders in kaart gebracht.

Tabel 6.13: Sturingsinstrumenten van dienstenproviders (1)

	Technische instrumenten	Economische instrumenten	Marktinstrumenten
Geschiktheid			
Fysieke toegankelijkheid	• Standaardisatie • Aanbod van cash-mogelijkheden: gedistribueerde, tijdelijke, vraagafhankelijke opslag • Grid-computing mogelijk maken: processorsharing • Aanbod van zenders die niet via de TV verkrijgbaar zijn • Piggy bagging: meeliften van Internet op huidige capaciteit/content • Productontwikkeling (vanuit industrie)	• Inspelen op kantelpunt van kosten en gemak • Inzet van goedkope arbeid: AIO's of studenten • Bioscopen moeten investeringen doen in ontwikkeling naar sociaal medium • Voorspelbare prijs hanteren zoals flat rate • Fatsoenlijk betalingssysteem	• Benchmark naar breedbandigere landen • Bioscopen moeten sociaal medium worden: duidelijk verschil in films in bios & PC • Marketing activiteiten richten op specifieke doelgroepen
Technische toegankelijkheid	• Goede kwaliteit van de mens-machine interface • Voldoende keuzemogelijkheden voor gebruiker bieden • Goed informatieplatform • Gebruik van metaforen, gidsen en indexen • Navigatie tools aanbrengen • Voldoende search tools • Intelligent agents beschikbaar stellen		
Financiële toegankelijkheid	• Scheiden van access en diensten		• Betaalgemak • Differentiatie van prijsstrategie, bijv. 'pay per view' • Quality pricing: de prijs impliceert de kwaliteit
Cognitieve toegankelijkheid	• Intuïtief en makkelijk bedienbare diensten • Voortbouwen op reeds bestaande metafoor • Op iedere site dezelfde layout • Lage eisen aan motoriek • Drempels tot kennis verlagen dmv standaarden, interface en icoontjes • Leerfuncties in toestellen inbouwen (Zelf leren over toepassingen en aansluiting "guided tours") • Universele user interface		• Groepen gebruikers bijeenbrengen: communities zijn verslavend en leuk • Diensten aanpassen aan doelgroep
Affectieve toegankelijkheid	• Ondersteuning aanbieden van persoonlijke diensten • Diensten monomediaal aanbieden: exclusief breedbandig • Service networks (= meeverhuizen van persoonlijk profiel: intelligent omgaan met de service vraag) • Mogelijkheid bieden van programmeerbare personal agent (geen big brother) • Bestaande diensten verrijken m.b.v. breedband • Breedbanddiensten moeten lijken op oude interfaces • Spamfilters in de breedste zin		• Communities aanbieden • Modern, snobistisch imago • Inspelen op gevoel van 'erbij horen' • Toegankelijk maken van voorheen ontoegankelijke informatie • Aantonen/ overtuigen dat breedband samenwerking en ketenaansluiting makkelijker maakt • Transparantie naar aanbieder, niet afhankelijk van netwerk

Tabel 6.14: Sturingsinstrumenten van dienstenproviders (2)

	Bestuurlijke instrumenten	Juridische instrumenten	Overige instrumenten
Geschiktheid			
Fysieke toegankelijkheid			• Communicatiestrategie: leuke dingen aanbieden aan early adopters die het doorvertellen • Uitschakelen van geografische- en tijdsdrempels door aanbod van VOD en ULP (universal language provision) • Inspelen op neiging/vaardigheid om rijke informatie over te sturen • Films, video en muziek legaal aanbieden om imago op te schonen: (Probleem = maatschappelijke weerstand die ook nog opgeklopt is tegen de huidige breedband diensten.) • Marktonderzoek
Technische toegankelijkheid			
Financiële toegankelijkheid			• Beschikbaar maken van content (o.a. traditioneel) over breedbandige infrastructuur • Airmiles
Cognitieve toegankelijkheid			• Angst voor bediening van computers e.d. doen afnemen: 'veilig gebruik' • Spelletjes: helpen bij om leren gaan met apparatuur • Handleiding • Handleiding toegespitst op doelgroepen • Zoekhulpmiddelen • informatie overload verkleinen • Geen studie/ dikke boeken nodig om met programma om te gaan • Wizards/ agents
Affectieve toegankelijkheid		• Beveiliging van persoonsgegevens • Legaal aanbieden van films en muziek • Verbeterde veiligheid • Spam- en e-mailfiltering als core-business • Verlagen van 'big brother' imago: gevolgd worden is onwenselijk • Betere grip op illegaal gedrag	• Aansluiten op bestaande diensten • Reclame; 'push' elementen hanteren • Openbaar vervoer panelen • Reclame op colaflesjes (of ander massaproduct) • Het de gebruiker makkelijk maken • Bankieren • Persoonlijk beschikbaar stellen • Mogelijkheid bieden tot persoonlijk contact • Libidogerichte diensten • Sexy, kleurrijk en modern • Op locatie van gebruiker gebaseerde diensten • Gemeenschappen aanbieden • Nieuwsgroepen • Cross-referencies: 'kijk op onze webpage' • Smalbandige teasers • Aanbod van spel/ prijzen exclusief op breedband

6.8 Gebundelde vragers

▪ *Probleemperceptie*

De meeste eindgebruikers hebben met ADSL op dit moment genoeg aan de huidige transmissiecapaciteit. Doordat er eigenlijk nog geen aanbod is van diensten die meer bandbreedte vergen dan die ADSL beschikbaar stelt, hebben alleen die gebruikers een tekort aan bandbreedte die regelmatig meerdere applicaties tegelijkertijd draaien die redelijk wat bandbreedte vereisen. Het huidige aanbod van bandbreedte wordt echter bij een aantal categorieën gebruikers als een probleem ervaren. Ten eerste zijn dit gebruikers die hun transmissiecapaciteit verkrijgen via kabelnetten. Zij moeten hun bandbreedte delen met de overige abonnees die op dat moment online zijn en vooral op piekuren leidt dit tot datasnelheden die door gebruikers als te traag worden ervaren. Daarnaast is er een groep (oud-) studenten die beschikt over FttD. Deze groep valt onder de early adopters. Wanneer de betreffende studenten verhuizen naar buiten hun studentenflat, moeten zij het met veel minder bandbreedte stellen wanneer zich op Internet aansluiten. Deze studenten worden geconfronteerd met technologische terugval. Het gevolg hiervan is, dat veel studenten om deze reden in hun flats blijven wonen. Wanneer zij wel verhuizen en met meerdere gebruikers door middel van vraagbundeling hun bandbreedte willen verhogen, stuiten zij op een oerwoud van regelgeving en grote afhankelijkheid en tegenstrijdige belangen van de vele actoren waarvan zij afhankelijk zijn om breedband naar hun woningen te bewerkstelligen.

▪ *Doelen*

- Op eenvoudige wijze en tegen een betaalbare prijs zoveel bandbreedte verkrijgen als de gebruiker nodig heeft voor de door hem gewenste diensten
- Er op vooruit gaan

6.8.1 Sturingsinstrumenten

De gebundelde vragers hebben een zeer marginaal assortiment aan sturingsinstrumenten, waardoor zij vrijwel niets kunnen uitrichten om de verschillende toegankelijkheden te stimuleren. Zij beschikken over één instrument om de toegankelijkheden te *remmen*: hindermachten. De meest effectieve methode die zij hiervoor kunnen aanwenden is procederen. Zij kunnen een proces aanspannen tegen de gemeente of infrastructuurproviders op grond van derving van woongenot of inkomsten als gevolg van graafwerkzaamheden, of op grond van schade aan hun gezondheid door straling van mobiele toegangsnetten. Wanneer zij hun krachten bundelen, kan het voor een infrastructuurprovider een slepende zaak worden. Gebruikers kunnen echter ook onbewust een hindermacht vormen door bijvoorbeeld geen toegang te willen tot een nieuw vast aansluitnet, waardoor het voor infrastructuurproviders niet rendabel is om het aan te leggen. Deze situatie kan voorkomen wanneer de betreffende gebruikers het nut of de meerwaarde van zo'n nieuw net niet inzien en er daarom geen toegang toe willen hebben of wanneer zij het geld er niet voor over hebben. Wanneer teveel gebruikers deze houding aannemen, kunnen de kosten over te weinig gebruikers verdeeld worden, wat de prijs per eindgebruiker te ver opdrijft. Tevens wordt de business case voor infrastructuur- en dienstenproviders minder aantrekkelijk.

Tabel 6.15: Sturingsinstrumenten van gebundelde vragers (1)

	Technische instrumenten	Economische instrumenten	Markt instrumenten
Geschiktheid			
Fysieke toegankelijkheid	Tijdsgroei model: studenten van nu willen straks geen 64 Kbps meer	Voorfinanciering van de infrastructuur door de vraagzijde	
Technische toegankelijkheid			
Financiële toegankelijkheid		Combinatie en vraagbundeling: economies of scale	
Cognitieve toegankelijkheid			
Affectieve toegankelijkheid			

Tabel 6.16: Sturingsinstrumenten van gebundelde vragers (2)

	Bestuurlijke instrumenten	Juridische instrumenten	kennis instrumenten
Geschiktheid			
Fysieke toegankelijkheid		Hindermachten	
Technische toegankelijkheid			
Financiële toegankelijkheid			
Cognitieve toegankelijkheid			
Affectieve toegankelijkheid			

6.9 Inzet en effecten van sturingsinstrumenten in de praktijk

Kenniswijk is begin 2000 opgestart op initiatief van het Directoraat-Generaal Telecommunicatie en Post (DGTP). Eindhoven en Helmond werden geselecteerd als testgebied voor de markt van elektronische interactieve diensten. De omvang van Kenniswijk (40.000 huishoudens) en demografie maken het mogelijk om diensten realistisch te testen.

Kenniswijk BV is een publiek private samenwerking met 27 deelnemers (overheid, marktpartijen en maatschappelijke instellingen). De BV is opgezet om drie belangrijke doelstellingen verwezenlijken:

- *Diensten*: zoeken van geschikte bedrijven voor, en het stimuleren van de ontwikkeling van innovatieve consumentendiensten voor zowel bestaande als nieuwe infrastructuren;
- *Infrastructuren*: Het aanmoedigen van infrastructuuraanbieders om nieuwe (breedband) infrastructuur naar consumenten te realiseren met het doel om nieuwe typen diensten te transporteren;
- *Consumenten*: Het ontwikkelen en het toepassen van gebruikers-, demonstratie, test, en onderzoeksfaciliteiten om betrokkenheid van consumenten te creëren en om gespecialiseerde kennis en praktijkervaring op te doen.

De overheid (DGTP) subsidieert de ontwikkeling van diensten en draagt bij in de kosten voor gebruikers van deze diensten (€ 800 per huishouden voor een actieve breedband aansluiting in het eerste jaar). Zij heeft een subsidie van in totaal € 45 miljoen uitgetrokken, waarvan €13 miljoen bedoeld is voor de realisatie van een breedbandinfrastructuur en € 27 miljoen voor de ontwikkeling van diensten. Zelf ontwikkelt de overheid ook nieuwe diensten en test ze in Kenniswijk. Investeringslasten worden gedragen door private partijen. Pas als door private partijen wordt aangetoond dat een bijdrage van de Rijksoverheid onmisbaar is om een gewenst resultaat te bereiken, is een eventuele overheidsbijdrage bespreekbaar.

Met betrekking tot de ontwikkeling van nieuwe infrastructuur zijn KPN, Volker Stevin Telecom en BAM NBM de enige partijen die bereid zijn gevonden om een breedbandige infrastructuur aan te leggen, namelijk FttH (optisch ethernet).

Behaalde Resultaten

- Inwoners van diverse wijken zijn enthousiast bezig hun wijk online te brengen.
- Vele inwoners zonder computerervaring hebben hun Kenniswijk Digitaal Diploma behaald

Tabel 6.17: Inzet van sturingsinstrumenten in Kenniswijk Eindhoven

Ingezet sturingsinstrument	Voorbeelden
Meerzijdige instrumenten	publiek private samenwerking
Persoonsgerichte instrumenten	
Communicatieve instrumenten	Kenniswijkhoeken voor de inwoners in buurthuizen en scholen Een Breedband Demonstratie Centrum Een cursus met als resultaat Kenniswijk Digitaal Diploma
Prestatie- indicatoren	Selectieprocedure voor wijken om in aanmerking te komen als testgebied
Incentives	Subsidie voor infrastructuur Subsidie voor dienstenontwikkeling Subsidie voor gebruikers

6.10 Maatschappelijke en geografische verschillen tussen Azië en Nederland vereisen de inzet van een verschillend instrumentarium

Dat de uitrol van glasvezelkabel in bepaalde Aziatische landen een stuk sneller verloopt dan in Nederland, is een onbetwistbaar feit. Maar de voorsprong van deze landen wordt mogelijk gemaakt door de aanwezigheid van een aantal zeer gunstige factoren in deze landen. In Nederland ontbreken deze factoren, waarmee het verschil in uitrolsnelheid goed te verklaren is. De volgende relevante verschillen tussen Nederland en Azië doen zich voor:

- *Centraal bestuurd overheidsbedrijven versus poldermodelmatige liberalisatie*

Een belangrijk verschil met Aziatische landen waar breedband in hoog tempo wordt uitgerold is, dat zij hun markt niet geliberaliseerd hebben en een minder poldermodelmatig besluitvormingsstelsel hanteren dan Nederland doet. Grootschalige projecten op initiatief van de overheid ondervinden over het algemeen weinig obstakels vanuit de markt en kunnen snel doorgevoerd worden, omdat er weinig partijen bij het besluitvormingsproces betrokken worden. In Nederland is er echter voor gekozen de realisatie van dergelijke projecten aan de markt over te laten of haar in sterke mate te betrekken, waardoor een groot aantal actoren in het besluitvormingsproces betrokken is. Dit leidt tot een veel complexer besluitvormingsproces en zeer veel onderhandeling tussen de belanghebbende partijen. Wil de overheid net als in deze

landen in sterke mate kunnen interveniëren in dergelijke projecten, dan zal zij haar liberaliseringsbeleid sterk moeten afzwakken. De overheid moet zich afvragen of dit, alsmede het centraliseren van het besluitvormingsprocessen rondom grootschalige projecten, wenselijke ontwikkelingen zijn.

- *Hoogbouw versus laagbouw*

Maar niet alleen de vormgeving van het besluitvormingsproces is anders in landen als Korea en Singapore. Daarnaast zijn er ook geografische verschillen. In landen als Taiwan, Korea en Singapore domineren appartementenflats de woningmarkt, waardoor het in deze landen veel eenvoudiger en goedkoper is om individuele woningen van breedband te voorzien dan in Nederland. Nederland is hoofdzakelijk bedekt met laagbouw en dus moet naar ieder huis apart door de grond een lange kabel aangelegd worden, hetgeen enorme investeringen vereist.

- *Experimenteren versus kopiëren*

Opvallend is, dat in het buitenland, met name in Azië en Amerika, veel meer onderzoek wordt gedaan naar en geëxperimenteerd wordt met nieuwe alternatieve technologieën die (wellicht tijdelijk) als substituuut voor glasvezel kunnen dienen. Glasvezel is met name voor Aziatische landen in veel gevallen waarschijnlijk het beste alternatief gebleken. Niet het kopiëren van de oplossing maar wel de methode van probleem oplossen is zinvol voor het Nederlandse kabinet om te kopiëren. Op deze wijze kan inzicht verkregen worden in de potentie van de verschillende alternatieven voor de Nederlandse situatie.

- *Investerings*

Ook de omvang van de investeringen in breedband draagt bij aan de voorsprong van bepaalde Aziatische landen op dit gebied. De investeringen van overheden in de betreffende Aziatische landen worden niet aan banden gelegd. In Nederland wordt redelijk streng toezicht gehouden op de (financiële) inmenging van de overheid in de markt. Wanneer de overheid zich te ver op het marktveld beweegt, kan zij wettelijk worden teruggefloten op grond van concurrentievervalsing. De investeringen in Maleisië, Korea en Japan omvatten tientallen miljarden. De investeringen in deze landen liggen hiermee een factor 1000 hoger dan in Nederland.

Tabel 6.18: Vergelijking van overheidsuitgaven aan breedband tussen verschillende landen⁷

	Projecten	Investerings bedrag	Tijdspad van investering
Ierland	5 stappenplan strategie	37% van de jaarlijkse uitgaven	1991-1994
	40 Gbps pipeline om Ierland met internationaal netwerk te verbinden	\$ 80.000.000	
Korea	Information Infrastructure Program:	\$ 51.000.000.000	
	Fase 1: glasvezelring tussen 80 steden + FttO		tot 1997
	Fase 2: high speed videodiensten als telemedicine en -leren + FttC		tot 2002
	Fase 3: high speed multimedia diensten + FttH		
	Cyber Korea 21 (scholen)		tot 2010
Maleisië	Vision 2020		
	Multimedia Super Corridor (MSC) telesuburbs, technology parks, multimedia university	\$ 40.000.000.000	va 1996
	Flagship applications (PPS projecten)		
Nederland⁸	Kenniswijk Eindhoven	€ 45.000.000	
	3-5 projecten	€ 6.430.000	2001-
Singapore	Tradenet (bedrijven)		
	Singapore ONE (overheidsinstanties)		
	e-Citizen (burgers)		
	SME e-commerce (MKB)	\$ 250.000	3 jaar
	Logistics Industry IT project (TLO)	\$ 11.700.000	
	GeBIZ (relatie overheid-burgers)		
Taiwan	NII (National Information Infrastructure) Plan (burgers)	\$ 10.000.000.000	Tot 2005
	BIEP (Basic Information Educating Plan) (primary + junior high schools)	\$ 170.000.000	
	Social Education Information Networks (Lifetime Learning Services)	\$ 11.100.000	4 jaar (va 1997)
	Long Distance Teaching Service Program	\$ 22.200.000	4 jaar (va 1997)

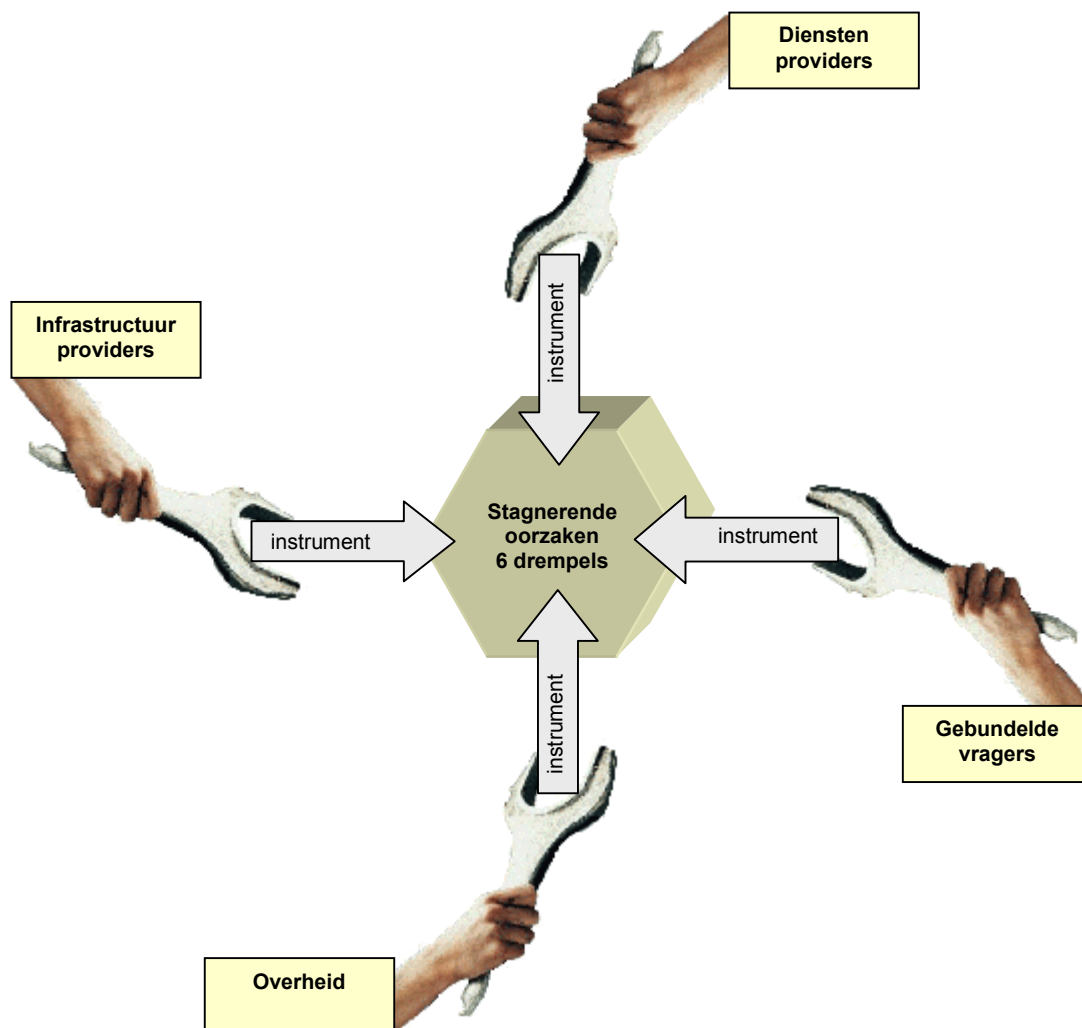
⁷ Getallen ontleend aan: E. Fife en F.Pereira: Socio-Economic and Cultural factors Affecting Adoption of Broadband Access: A cross Country Analysis

⁸ www.computable.nl

6.11 Modelleren van het sturingsproces

Actoren, factoren en sturingsinstrumenten vormen tezamen het sturingsproces. Dit proces is gevisualiseerd in figuur 6.1.

Wanneer alle actoren op verschillende plaatsen gaan duwen en trekken, ontstaat een ondoorzichtig krachterspel en is niet duidelijk in welke mate de toegankelijkheid beïnvloed wordt door welke factoren. Bovendien zijn actoren individueel niet in staat om grootschalige effecten teweeg te brengen. Om deze redenen is het noodzakelijk dat verschillende actoren collectief de factoren in de gewenste richting gaan sturen. Op deze manier blijven de effecten voorspelbaar en kunnen de verschillende vormen van toegankelijkheid ontstaan.



Figuur 6.1: Werking van het sturingsproces

In de rest van dit hoofdstuk wordt onderzocht hoe en wanneer welke actoren welke instrumenten in moeten zetten om de factoren in de gewenste richting te sturen zodat de oorzaken van de stagnatie worden weggenomen.

6.11.1 Sturen binnen een actornetwerk vereist samenwerking tussen actoren

Bij de gestelde problematiek zijn veel actoren betrokken met ieder hun eigen doelen, middelen en belangen. Doordat de verschillende benodigde sturingsinstrumenten zich bevinden onder verschillende actoren, samenwerking tussen deze actoren noodzakelijk om tot een versnelling van de ontwikkeling van breedband te komen. Dit vereist dat deze actoren met elkaar samenwerken om de ontwikkeling van breedband te versnellen. Om inzichtelijk te maken hoe tot de benodigde samenwerking kan worden gekomen, is gebruik gemaakt van finale modellen. Deze zijn ontleend aan het boek 'Grondbegrippen van politiek' van Kuypers⁹. Deze modellen zijn opgenomen in bijlage IV.

Samenwerking tussen actoren is alleen dan mogelijk wanneer de betrokken actoren bereid zijn tot deze samenwerking. Aangezien de betrokken actoren geen liefdadigheidsinstellingen zijn, zullen zij alleen medewerking verlenen wanneer deze samenwerking nuttig is voor hen, in die zin dat de medewerking (deels) bijdraagt aan het bereiken van hun eigen (sub)doelen.

Wanneer een actor er niet van overtuigd is dat hij met het inzetten van één van zijn instrumenten bijdraagt aan het realiseren van een eigen (sub)doel, zal hij afzien van gebruik van het instrument en het op een andere plaats inzetten. Dit maakt de problematiek rondom de ontwikkeling van breedband op de local loop nog ingewikkelder. Zoals in hoofdstuk 5 is opgemerkt, is het namelijk noodzakelijk dat de verschillende actoren samenwerken, omdat zij alleen gemeenschappelijk de factoren zodanig kunnen beïnvloeden dat de drempels kunnen verdwijnen.

6.11.2 Naar een onderzoeksmodel

In hoofdstuk 5 zijn de verschillende factoren in kaart gebracht die de toegankelijkheden beïnvloeden. Dit hoofdstuk heeft de instrumenten in kaart gebracht die deze factoren op hun beurt beïnvloeden. Het is dus nu nog zaak om gezamenlijke subdoelen te ontdekken van de betrokken actoren en vervolgens in kaart te brengen welke factoren deze beïnvloeden en welke actoren instrumenten kunnen inzetten om deze factoren te sturen.

In bijlage IV is een onderzoeksmodel aangereikt, dat als uitgangspunt kan dienen voor het in kaart brengen van gemeenschappelijke subdoelen van actoren op de breedbandmarkt. Het zoeken naar gemeenschappelijke subdoelen van actoren vergt veel extra onderzoek. Actoren bezitten namelijk verschillende doelen en (tegenstrijdige) belangen. Tevens houden zij er vaak verborgen agenda's op na, waardoor deskresearch niet voldoende zal zijn om daadwerkelijke subdoelen te identificeren, waarmee ook in de praktijk verder gewerkt kan worden. Hiervoor zijn onderzoeksmethoden als uitgebreid veldwerk en integraal overleg met de actoren noodzakelijk. Het reikt echter te ver om deze onderzoeksmethoden in dit afstudeeronderzoek te verwerken.

6.12 Samenvatting en conclusies

Bepaalde actoren kunnen wellicht een gedeelte van de factoren beïnvloeden maar het is onduidelijk in welke mate het gewenste effect zal optreden en in welke mate zij de beoogde invloed van andere factoren in positieve of negatieve zin beïnvloeden. Het is dus noodzakelijk dat verschillende actoren collectief de factoren in de gewenste richting sturen zodat fysieke toegankelijkheid ontstaat, omdat zij er individueel niet toe in staat zijn.

Het grote aantal factoren dat van invloed is op de verschillende drempels, bemoeilijkt het verkrijgen van inzicht in hoe de toegankelijkheid zich zal ontwikkelen als actoren zelfstandig de factoren gaan proberen te sturen. Wanneer alle actoren op verschillende plaatsen gaan duwen en trekken, ontstaat een ondoorzichtig krachtenspel en is niet duidelijk in welke mate de toegankelijkheid beïnvloed wordt door welke factoren. Samenwerking tussen actoren is dus noodzakelijk.

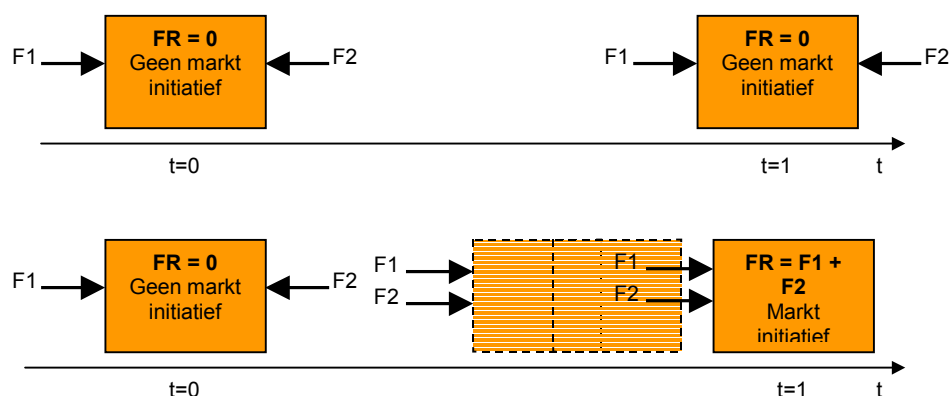
⁹ Kuypers, 1973

Omdat actoren individueel niet in staat zijn om grootschalige effecten teweeg te brengen, is het noodzakelijk dat verschillende actoren hun instrumenten samenvoegen en collectief de factoren in de gewenste richting gaan sturen. Op deze manier blijven de effecten voorspelbaar en kunnen de verschillende vormen van toegankelijkheid ontstaan. Uit tabellen 6.3 en 6.4 blijkt dat de overheid veel meer technische, economische en marktgerelateerde dan juridische, bestuurlijke en kennisgerelateerde instrumenten ter beschikking heeft om de drempels te verlagen. Alleen het verduidelijken en vereenvoudigen van de wet heeft invloed. Hoewel de overheid veel economische instrumenten heeft om de drempels te verkleinen, is zij, als gevolg van de op handen zijnde Wet Markt en Overheid, sterk beperkt in toepassing ervan om de fysieke en technische toegankelijkheid te vergroten. Dit komt voort uit de keuze voor vergaande liberalisering van deze markt. Door deze liberalisering heeft de overheid een groot deel van haar grip op de markt verloren. In landen als Korea, Taiwan en Singapore, grote voorlopers op het gebied van breedband, zijn deze beperkingen voor overheden niet aanwezig en is de overheidsinvloed op de markt heel sterk. Hier heeft de overheid dan ook een stevige (financiële) hand in de aanleg van breedbandnetwerken.

De infrastructuurproviders bezitten geen bestuurlijke en juridische sturingsinstrumenten. Ook op het gebied van kennis hebben zij weinig invloed. Daarentegen hebben zij beschikking over veel economische- en marktinstrumenten die de fysieke toegankelijkheid beïnvloeden. Zij bepalen dus in feite óf en zo ja, welke infrastructuur er komt, hetgeen deze actorgroep een grote machtspositie geeft binnen de gestelde problematiek.

Net als de infrastructuurproviders, hebben de dienstenproviders voornamelijk beschikking over technische instrumenten en geen beschikking over bestuurlijke instrumenten. Ook bezitten zij geen sturingsinstrumenten om de geschiktheid van een medium te beïnvloeden. Zij beschikken echter wel over een aantal juridische instrumenten met betrekking tot beveiliging van persoonsgegevens, legaliteit van diensten en de omgang met spam en illegaal gedrag. Met deze instrumenten kunnen zij het imago van breedband maken of breken.

Tussen infrastructuur- en dienstenproviders is sprake van een sterk krachtenveld: zonder dienstenaanbod is de infrastructuur niet aantrekkelijk voor gebruikers en dus niet winstgevend voor infrastructuurproviders maar de dienstenproviders zijn tevens afhankelijk van de infrastructuur om hun diensten over aan te kunnen bieden. Het scheiden van de dienstenlaag en de infrastructuurlaag door een verbod op verticale integratie, is dan ook vanuit het oogpunt van meer marktwerking wellicht een geschikt instrument; voor de ontwikkeling van breedband kan het echter fataal zijn. Het risico bestaat dat er op deze manier geen rendabel initiatief is te ontplooiën omdat er twee even sterke krachten tegengesteld gericht staan, namelijk die van de diensten- en de infrastructuurproviders. Aangezien voor de ontwikkeling van breedband op de local loop zowel het ontwikkelen van diensten als van infrastructuur noodzakelijk is, moeten deze krachten gebundeld worden in plaats van lijnrecht tegenover elkaar staan. Bij krachtenbundeling kan de markt vooruit gestuwd worden. Wanneer deze bundeling niet plaatsvindt, blijft de resultante kracht 0 en blijft de markt steken in haar huidige situatie. De krachtenvelden voor de huidige situatie ($t=0$) en de situatie in de nabije toekomst ($t=1$) zonder (boven) en met (onder) krachtenbundeling zijn weergegeven in figuur 6.2.



Figuur 6.2: Krachtenveld tussen infrastructuur- en dienstenproviders met en zonder krachtenbundeling

Een dergelijke krachtenbundeling is ook zinvol tussen overheid en dienstenproviders. Beide actoren hebben instrumenten om de cognitieve toegang te beïnvloeden. Door bundeling van deze instrumenten kan het beoogde effect sneller bereikt worden dan wanneer beide partijen individueel (en langs elkaar heen of tegen elkaar in) het proces proberen te sturen.

De gebundelde vragers hebben een zeer marginaal assortiment aan sturingsinstrumenten, waardoor zij vrijwel niets kunnen uitrichten om de verschillende toegankelijkheden te stimuleren. Toch wordt van hen binnen het ontwikkelingsproces veel verwacht. Zij moeten hun krachten bundelen door zich te verenigen in breedbandcomités en moeten in dergelijke vorm de drijvende factor van de ontwikkeling worden. Er valt te constateren dat de vragers, ook al zijn zij gebundeld, geen of slechts marginale invloed op het ontwikkelingsproces kunnen uitoefenen.

Actoren zetten instrumenten in om hun eigen (sub)doelen te verwezenlijken. Actoren zullen hun sturingsinstrumenten alleen dan bundelen wanneer deze bundeling (mede) bijdraagt aan verwezenlijking van hun individuele doelen. Om collectieve sturing door actoren te kunnen verwezenlijken, moet aldus gezocht worden naar gezamenlijke (sub)doelen van actoren die beschikking hebben over sturingsinstrumenten die één of meer gezamenlijke drempels kunnen beïnvloeden. Deze subdoelen moeten bijdragen aan het realiseren van grootschalige adoptie en gebruik van breedband.

Om de gezamenlijke doelen van actoren te achterhalen om zodoende gericht te kunnen sturen om tot grootschalig(e) adoptie en gebruik van breedband te komen, is verder onderzoek vereist. Het model van Kuypers kan hiervoor als uitgangspunt genomen worden. Dit finale model is uiteengezet in bijlage IV.

Hoofdstuk 7 Conclusies, discussie en aanbevelingen

Dit hoofdstuk beschrijft de conclusies van het onderzoek, bediscussieert het en doet vervolgens aanbevelingen aan verschillende partijen.

7.1 Conclusies

De hoofdvraag van dit onderzoek luidt als volgt (zie hoofdstuk 1):

Welke factoren zijn van invloed op het ontwikkelingsproces van breedband op het niveau van de local loop en hoe kunnen actoren invloed uitoefenen om versneld te komen tot adoptie en gebruik van breedband op grote schaal?

Om deze hoofdvraag te beantwoorden zijn er verschillende deelvragen geformuleerd. De antwoorden op deze deelvragen vormen tezamen het antwoord op de hoofdvraag en dus de conclusies van dit onderzoek.

Deelvraag 1: Hoe verloopt het ontwikkelingsproces van breedband op het niveau van de local loop tot het moment van grootschalig(e) adoptie en gebruik?

Het ontwikkelingsproces van breedband op het niveau van de local loop is te beschrijven aan de hand van het IAD-model. De afkorting IAD staat voor Innovatie, Acceleratie, Domesticatie. Dit zijn drie opeenvolgende fasen in de ontwikkeling richting affectieve toegankelijkheid van een interactief medium. Iedere technologie doorloopt (een deel van) een proces in de tijd dat loopt vanaf het moment van uitvinding (innovatie) tot en met het moment dat zij is opgenomen in het dagelijks leven van burgers (domesticatie).

Het IAD-model is een samensmelting van vier wetenschappelijke theorieën. De technology adoption life cycle theorie (Rogers 1983, 1995) vormt het *innovatiegedeelte* en geeft aan hoe het adoptieproces van technologische innovaties door de tijd heen verloopt en hoe de kloof tussen early adopters en early majority ontstaat. De kritieke massa theorie van Markus (1990) beschrijft het *acceleratiegedeelte* en zet uiteen dat de kritieke massa leidt tot een acceleratie van het adoptieproces. Deze acceleratie is nodig om te komen tot grootschalig gebruik van breedband. Wanneer de kritieke massa niet gehaald wordt, zal de innovatie niet commercieel interessant worden en zal grootschalig gebruik uitblijven. De mediakeuzetheorie (Van de Wijngaert 2001) en de toegankelijkheidstheorie (Bouwman et al. 1996) vormen tezamen het 6-Drempelmodel dat invulling geeft aan het *domesticatiegedeelte*. Dit model geeft zes voorwaarden waaraan een medium moet voldoen voordat het gedomesticeerd kan worden. Deze voorwaarden vormen zes drempels die overbrugd moeten worden, namelijk geschiktheid, fysieke-, cognitieve-, technische-, financiële- en affectieve toegankelijkheid van het medium.

Uit een combinatie van de theorie van Oliver et al. en het 6-Drempelmodel blijkt dat fysieke en cognitieve toegankelijkheid de twee randvoorwaarden zijn voor het bereiken van de kritieke massa. Het bereiken van financiële en technische toegankelijkheid leidt ertoe dat eerder aan deze twee randvoorwaarden voldaan wordt, waardoor de kritieke massa eerder bereikt kan worden.

Deelvraag 2: Wat zijn de oorzaken van het te trage verloop van dit ontwikkelingsproces?

Uiteenlopende onzekerheden voor marktpartijen, onvoldoende toepassingen, te weinig digitale vaardigheden bij eindgebruikers, een slecht economisch klimaat en twijfels over interventies van de overheid, dragen onder andere bij aan een stagnatie van grootschalige uitrol van breedband binnen Nederland. De facto standaarden, stimulering van de gebruikerskant van

buitenaf en doorzichtig overheidsbeleid kunnen onder andere bijdragen aan het verminderen van deze onzekerheden.

Partijen dienen rekening te houden met de gevolgen die de komst van nieuwe wet- en regelgeving (met terugwerkende kracht) op breedbandinitiatieven kan hebben. Verduidelijking inzake het regelgevend kader kan bijdragen aan initiatieven van de marktzijde.

Intensieve samenwerking tussen alle partijen binnen het netwerk verhoogt het inzicht in de onderlinge afhankelijkheden en is daarom noodzakelijk voor de realisatie van een breedbandige infrastructuur over de local loop.

De aanleg van een glasvezelnetwerk vereist grote initiële investeringen, waarvoor de huidige marktpartijen als gevolg van hoge schuldenlasten het benodigde kapitaal niet hebben. De hoge initiële investeringen gaan tevens gepaard met een lange terugverdientijd, hetgeen te risicovol is voor partijen die in onzekerheid verkeren over hun toekomst. Gezien de vele onzekerheden op de markt en de ongunstige economische situatie, is er op dit moment geen 'momentum' voor het doen van grootschalige en risicovolle investeringen. Het advies van de Expertgroep Breedband om op korte termijn in Nederland op grote schaal een glasvezelnet uit te rollen is dus waarschijnlijk niet op het juiste moment gelanceerd.

Om de ontwikkeling van breedband te versnellen, dient gezocht te worden naar alternatieve paden om op redelijke termijn tot breedbandige netten te komen die beter aansluiten bij de 'natuurlijke' marktontwikkeling, minder drempels ondervinden bij de betrokken partijen en minder interventie van de overheid vereisen. Desondanks ligt de Nederlandse focus echter hoofdzakelijk bij de uitrol van een fijnmazig glasvezelnetwerk. Het doel van de overheid om kennis en inzicht te verwerven om de meest geschikte manier om *breedbanddiensten* naar het huis te kunnen realiseren, verschuift richting de realisatie van *glasvezel* naar ieder huis. Nederland loopt hierdoor het gevaar dat alternatieve oplossingen die mogelijk flexibeler, goedkoper en beter op de Nederlandse situatie zijn afgestemd, niet worden opgemerkt of ontwikkeld.

Deelvraag 3: Welke factoren zijn van invloed op adoptie en gebruik van breedband?

Er bestaan, met name aan de aanbodzijde van de markt, zeer veel factoren die van invloed zijn op de verschillende drempels die overbrugd moeten worden voordat domesticatie van breedband kan optreden. Per drempel hebben verschillende factoren meer of mindere invloed. Dit grote aantal factoren duidt enerzijds op een grote stuurbaarheid, anderzijds op een grote complexiteit van de problematiek.

Bij de fysieke toegankelijkheid zijn veel technische, financiële en marktfactoren aanwijsbaar. De technische toegankelijkheid ondervindt, logischerwijs, voornamelijk invloed van technische factoren. De financiële toegankelijkheid wordt met name beïnvloed door financiële en marktfactoren. Op cognitieve en affectieve toegankelijkheid zijn met name factoren van invloed die samenhangen met kennis en gedrag van gebruikers.

Opmerkelijk is, dat de bestuurlijke en juridische factoren bij alle drempels aan de vraagkant, alsmede aan de aanbodkant, beperkt zijn. Hieruit valt te concluderen dat de te trage uitrol van breedband niet met alléén overheidsinterventie versneld kan worden. De bestuurlijke en juridische factoren vormen namelijk een te klein deel van de gehele verzameling factoren die de drempels en het aanbod van infrastructuur kunnen beïnvloeden. De grote invloed op de ontwikkeling die op dit moment van de overheid verwacht wordt, is haar dus niet toe te schrijven. Het grote aantal overige factoren brengt tevens een grote onvoorspelbaarheid met zich mee die nog versterkt wordt door het feit dat het niet duidelijk is wat de precieze invloed van de afzonderlijke factoren is en in welke mate ze elkaar beïnvloeden.

Omgevingsfactoren zijn factoren waar een individuele actor geen invloed op uit kan oefenen. Sommige van deze omgevingsfactoren zijn echter wel door gebundelde inspanningen van de aanbodkant te beïnvloeden. Het is van belang om na te gaan hoe sterk de impact van omgevingsfactoren is op de verschillende vormen van toegankelijkheid.

In paragraaf 5.8 zijn de factoren beschreven die Rogers (1983, 1995) noemt als zijnde van invloed op de adoptiegroei. Deze factoren zijn het relatieve voordeel ten opzichte van het voorlopende product, compatibiliteit, complexiteit, experimenteerbaarheid en observeerbaarheid.

Deelvraag 4: Welke partijen kunnen met welke sturingsinstrumenten deze factoren in de gewenste richting sturen, zodat versneld gekomen kan worden tot grootschalig(e) adoptie en gebruik

- *De overheid.* Hoewel de overheid veel economische instrumenten heeft om de drempels te verkleinen, worden haar zowel op nationaal als Europees niveau beperkingen opgelegd om de fysieke en technische toegankelijkheid te verhogen.
- *De infrastructuurproviders* bezitten geen bestuurlijke, kennisgerelateerde en juridische sturingsinstrumenten. Daarentegen hebben zij beschikking over veel economische- en marktinstrumenten die de fysieke toegankelijkheid beïnvloeden. Zij hebben invloed op de vraag óf en zo ja, welke infrastructuur er komt, hetgeen deze actorgroep een grote machtspositie geeft binnen de gestelde problematiek.
- *De dienstenproviders* hebben voornamelijk beschikking over technische instrumenten en geen beschikking over bestuurlijke instrumenten en instrumenten om de geschiktheid te beïnvloeden. Zij beschikken over een aantal juridische instrumenten met betrekking tot beveiliging van persoonsgegevens, legaliteit van diensten en de omgang met spam en illegaal gedrag. Met deze instrumenten kunnen zij in grote mate invloed uitoefenen op de affectieve toegankelijkheid.
- *De gebundelde vragers.* Er kan geconcludeerd worden dat de vragers, ook al zijn zij gebundeld, geen of slechts marginale invloed op het ontwikkelingsproces kunnen uitoefenen. Ondanks hun marginale assortiment sturingsinstrumenten, wordt binnen het ontwikkelingsproces van eindgebruikers veel verwacht, hetgeen dus een erg onrealistische insteek van het probleem is.

Deelvraag 5: Hoe en wanneer moeten de verschillende actoren welke sturingsinstrumenten inzetten?

Het grote aantal factoren dat van invloed is op de verschillende drempels, bemoeilijkt het verkrijgen van inzicht in hoe de toegankelijkheid zich zal ontwikkelen. Als actoren zelfstandig gaan proberen de factoren te sturen en allen op verschillende plaatsen gaan duwen en trekken, ontstaat een ondoorzichtig krachtenspel en is het niet duidelijk in welke mate de toegankelijkheid beïnvloed wordt door welke factoren. Daarnaast zijn actoren niet in staat om individueel grootschalige effecten teweeg te brengen. Om deze redenen is het noodzakelijk dat verschillende actoren hun instrumenten samenvoegen en collectief de factoren in de gewenste richting gaan sturen. Door bundeling van instrumenten kan het beoogde effect sneller bereikt worden dan wanneer partijen individueel (en langs elkaar heen of tegen elkaar in) het proces proberen te sturen.

Ook kan door bundeling van krachten de markt vooruit gestuwd worden. Tussen infrastructuur- en dienstenproviders is sprake van een sterk krachtenveld dat zonder krachtenbundeling van beide partijen de markt in haar huidige stand doet stilstaan. Een dergelijke krachtenbundeling is ook zinvol tussen overheid en dienstenproviders om de cognitieve toegang te beïnvloeden.

Actoren zetten instrumenten in om hun eigen (sub)doelen te verwezenlijken. Zij zullen hun sturingsinstrumenten alleen dan bundelen wanneer deze bundeling (mede) bijdraagt aan verwezenlijking van hun individuele doelen. Om collectieve sturing door actoren te kunnen verwezenlijken, moet aldus gezocht worden naar gezamenlijke (sub)doelen van de actoren die beschikking hebben over sturingsinstrumenten die één of meer gezamenlijke drempels kunnen beïnvloeden. Deze subdoelen moeten in positieve zin bijdragen aan het realiseren van grootschalige adoptie en gebruik van breedband.

Om de gezamenlijke doelen van actoren te achterhalen om zodoende gericht te kunnen sturen om tot grootschalig(e) adoptie en gebruik van breedband te komen, is verder onderzoek vereist. Het model van Kuypers kan hiervoor als uitgangspunt genomen worden. Dit finale model is uiteengezet in bijlage IV.

Deelvraag 6: Wat zijn op dit moment de technische mogelijkheden om breedband op de local loop te verwezenlijken en hoe scoren deze mogelijkheden op belangrijke criteria ten opzichte van elkaar?

Er bestaan verschillende manieren om breedband op het niveau van de local loop te realiseren. Deze mogelijkheden zijn te verdelen in vier groepen: conventionele geleide media; conventionele ongeleide media; nieuwe geleide media en nieuwe ongeleide media. De kansrijkheid van een bepaalde technologie als breedbandig aansluitnet wordt bepaald door de 'score' van de betreffende technologie op verschillende criteria. De criteria afstand, geografische schaalbaarheid, schaalbaarheid in bandbreedte, standaardisatie, toepassing en kosten zijn als belangrijk naar voren gekomen.

Op het criterium *afstand* scoort MMDS het beste met een overbrugbare afstand van 48 km. De drie glasvezeltechnieken nemen de tweede plaats in met 20 km, de derde plaats wordt ingenomen door de draadloze technieken LMDS en MMW met ca. 12-16 km. Alle draadloze technologieën en Etherloop2 zijn *geografisch* zeer goed *schaalbaar*, de glasvezeltechnieken zijn het slechtst schaalbaar. Qua *bandbreedte* zijn de optische (straal)verbindingen het beste schaalbaar. Voor LMDS, MMDS en WLAN zijn hogere datasnelheden te verwachten. Deze gaan echter vaak ten koste van het bereik. Voor VDSL, WLAN, HiperAccess, APON, Optisch Ethernet, Maxi-Ster en HFC zijn volwassen *standaarden* gedefinieerd. Een standaard voor EPON en Etherloop wordt binnenkort verwacht. Voor LMDS, MMDS en FSO zijn geen volledige datatransmissie standaarden aanwezig. LMDS en MMDS worden vooral *toegepast* om huurlijnen te leveren aan de zakelijke markt. VDSL, APON en de eerste proprietary EPON systemen worden in de VS gebruikt of getest door telecommunicatiebedrijven. WLAN wordt toegepast om internettoegang te bieden in druk bezochte locaties, FSO wordt op bedrijventerreinen ingezet. Etherloop, WLAN/ Wi-Fi en HiperAccess brengen de laagste *kosten* met zich mee.

Deelvraag 7: Hoe kan technologie helpen om versneld te komen tot grootschalig(e) adoptie en gebruik van breedband?

Technologieën die beter aansluiten bij de 'natuurlijke' marktontwikkeling, minder drempels ondervinden bij de betrokken partijen en minder interventie van de overheid vereisen kunnen in positieve zin bijdragen aan de acceleratie van de adoptie van breedband. In hoofdstuk 3 zijn fysieke en cognitieve toegankelijkheid naar voren gekomen als de twee randvoorwaarden voor het bereiken van de kritieke massa. Fysieke en cognitieve toegankelijkheid worden op hun beurt beïnvloed door financiële en technische toegankelijkheid. Ook de technologieën die bijdragen aan een verhoging van deze vier vormen van toegankelijkheid, helpen dus om versneld te komen tot grootschalig(e) adoptie en gebruik van breedband. Wanneer technologieën m.a.w. vriendelijk en eenvoudig voor de gebruiker en tegen een redelijke prijs verkrijgbaar zijn, wordt het voor meer mensen mogelijk *toegang* tot de technologie te verkrijgen en haar met niet al te veel vereiste kennis te *gebruiken*.

Deelvraag 8: Wat zijn zinvolle technologische transmissiepaden en welke afwegingen spelen voor actoren een rol bij de keuze voor deze paden?

Signalen uit de markt wijzen erop dat in Nederland op dit moment alternatieve, minder risicovolle methoden om breedband te ontwikkelen meer geschikt zijn dan methoden die gepaard gaan met omvangrijke risico's en initiële investeringen. Transmissiepaden die evolutionair of complementair zijn, sluiten op dit moment dus beter aan bij de huidige situatie en zijn aldus zinvol te noemen. De volgende transmissiepaden voldoen aan de gestelde voorwaarden en zijn als zinvol aan te merken:

1. Kopernetwerken

Vanuit de huidige situatie wordt doorgegaan met de uitrol van ADSL. Zodra VDSL voldoende is uitontwikkeld, wordt begonnen met de aanleg van de VDSL-koper variant. Bij een toenemende vraag naar breedband kan op een volgend keuzemoment overgestapt worden op de glasvariant van VDSL. Op verschillende plaatsen in het netwerk kunnen experimenten met FSO of LMDS gedaan worden om het gebruik van optische snelheden te testen en te stimuleren. Is de vraag naar optische snelheden voldoende hoog, dan kan begonnen worden met de verglazing van het

laatste stukje netwerk tot de eindgebruiker. In de tussentijd kunnen FSO en LMDS, eventueel in combinatie (HFR) als interim-netwerk fungeren voor zeer hoge snelheden. Bij onvoldoende vraag naar deze snelheden kan tevens overwogen worden om verder te gaan met de VDSL configuratie met een complementair FSO, LMDS of HFR netwerk.

2. Draadloze netwerken

Op verschillende plaatsen in Nederland worden draadloze breedbandverbindingen aangelegd, zoals LMDS, MMDS, Wi-Fi en FSO. Op deze wijze wordt snel en redelijk goedkoop fysieke toegankelijkheid voor breedband gecreëerd. Hierdoor nemen ontwikkeling en gebruik van diensten toe waardoor de cognitieve toegankelijkheid en adoptie stijgen. Bij stijgende kwaliteitseisen en vraag naar vaste breedbandverbindingen, kan overgestapt worden op een vast breedbandnetwerk. Hiervoor kan Etherloop2 apparatuur in het telefoonnetwerk worden ingezet (evolutionair pad). Ook kan, bij voldoende vraag en investeringskapitaal, de revolutionaire stap naar een glasvezelconfiguratie gezet worden. Dit transmissiepad kan pas gestart worden wanneer de veilingen van LMDS en MMDS zijn voltooid (eind 2003).

3. Kabelnetwerken

Vanuit de huidige configuratie wordt begonnen met het upgraden van de CMTS voor tweerichtingsverkeer. Ook hier is het zinvol om draadloze configuraties complementair in te zetten om de cognitieve toegankelijkheid van gebruikers te verhogen, waardoor de vraag naar breedband zal stijgen. Hierna kan stapsgewijs Narad apparatuur in het netwerk geïnstalleerd worden, waardoor hoge snelheden mogelijk worden.

Iedere migratiestap zal een aantal jaren bestrijken, aangezien de technologie de innovatiecyclus moet doorlopen, mensen na iedere stap nieuwe apparatuur aan moeten schaffen en de investeringen moeten worden terugverdiend.

Afwegingen kopertechnieken

Bij de keuze voor VDSL spelen drie factoren een belangrijke rol: het eigendom van de gebruikte koperlijnen, de vereiste betrouwbaarheid van de verbindingen en standaardisatie. Eventuele nieuwe kopertechnieken maken gebruik van het bestaande telefoonnetwerk. Dit heeft als nadeel dat nieuwe providers afhankelijk zijn van de huidige telecommunicatieproviders die het netwerk bezitten. Het leggen van nieuwe koperlijnen is namelijk bedrijfseconomisch gezien geen realistische optie. Grote voordelen van Etherloop zijn de lage kosten en de compatibiliteit met PSTN, ISDN en ADSL binnen dezelfde kabels. Etherloop maakt daarnaast, door de toepassing van burst mode transmissie, efficiënter gebruik van de capaciteit van de telefoonlijnen dan DSL technieken. Ten slotte vergt Etherloop minder aanpassingen in het netwerk en biedt het hogere snelheden dan VDSL.

Afwegingen coaxtechnieken

Het perspectief voor upstream snelheden boven de 10 Mbps voor CATV netwerken is voor CMTS+ zeer beperkt door beperkte bandbreedte in de onderste 65 MHz frequentieband. Een probleem voor Narad Networks is dat de meeste van de gelegde glasvezelkabels vrij dun zijn qua vezeltal, waardoor er geen vrije kanalen meer zijn voor internetdiensten. Tevens speelt er bij Narad Networks een afweging op het gebied van reliability (betrouwbaarheid), waarbij de vraag speelt of het wel of niet acceptabel is dat Internet wegvalt als de stroom uitvalt. Narad kabelmodems zijn bij de eindgebruikers niet gestandaardiseerd en dus duur. Belangrijke afwegingen bij de keuze tussen Maxi-Ster en Narad Networks zijn de uitblijvende standaardisatie van Narad apparatuur en de hoge initiële kosten van Maxi-Ster versus de tevens hoge maar in tijd gespreide kosten van Narad Networks.

Afwegingen vaste optische technieken

Voordelen van glasvezel zijn storingsongevoeligheid en een lange afschrijvingstermijn. Glasvezel is lichter, kan langere afstanden overbruggen en heeft meer bandbreedte dan metalen bedrading. Het aanleggen en repareren ervan is echter moeilijker. Daarnaast is glasvezel geografisch slecht schaalbaar.

APON vergt een hogere investering dan EPON maar biedt meer QoS garantie. EPON vergt minder en/ of kleinere voorzieningen in de wijk om de verbinding aan te leggen maar is nog niet

gestandaardiseerd. Passieve optische netwerken (PON's) leiden tot wel 50% goedkopere oplossingen dan actieve netwerken en vereisen minder ruimte en onderhoud.

Afwegingen draadloze verbindingen

Afwegingen bij draadloze architecturen zijn de mate waarin transmissies gericht zijn (PtP/ PtMP versus omnidirectioneel), de bandbreedte die het systeem biedt (enkele Kbps tot vele Mbps), de frequentieband waarin het systeem werkzaam is, of voor het frequentiegebruik een licentie vereist is of niet en het bereik van de verbinding.

LMDS ondersteunt een hogere capaciteit dan MMDS. MMDS kan echter grotere afstanden overbruggen dan LMDS, tot circa 50 km. Microgolf verbindingen zijn beperkt in snelheid en er is vandaag de dag nog geen technologie beschikbaar. Millimetergolven zijn bovendien veiliger voor mensen dan microgolven als gevolg van het lage vermogen dat voor de verbindingen gebruikt wordt.

FSO technologieën zijn inzetbaar op afstanden onder een kilometer wil een redelijke capaciteit behaald worden. De technologie wordt sterk beïnvloed door atmosferische omstandigheden (met name dichte mist). FSO kent een sterke wisselwerking tussen prestatie, bereik en betrouwbaarheid maar heeft daarentegen een enorm time-to-market voordeel ten opzichte van vaste breedbandnetwerken. Een FSO link kan in een aantal dagen operationeel zijn.

HFR levert een sterke uitbreiding van het bereik van FSO. De gecombineerde technologieën van HFR elimineren de beperkingen die de beide technologieën apart hebben. Hier staat tegenover, dat bij HFR een aantal algemene nadelen van hybride systemen optreden.

7.2 Discussie

Deze paragraaf bespreekt de beperkingen van dit onderzoek. Naar aanleiding van deze beperkingen volgen aanbevelingen voor verder onderzoek.

7.2.1 Beperkingen van het onderzoek

- *Een economische analyse ontbreekt*

Het onderzoek heeft een aantal economische aspecten van breedband belicht. Voor de meeste technologieën is een kostenplaatje gegeven en zijn de begrippen 'kosten' en 'prijs' in algemene zin uitgebreid aan de orde gekomen onder de term 'financiële toegankelijkheid'. Het onderzoek biedt echter, als gevolg van de noodzakelijke afbakening, geen uitgebreide economische analyse van verschillende technologische alternatieven.

- *Uitgebreid onderzoek naar beleid, strategie en doelen van betrokken actoren ontbreekt*

In hoofdsruk 6 is een raamwerk gegeven om te komen tot een versnelling van de ontwikkeling van breedband op de local loop door gezamenlijke aanpak van actoren. Een eerste actoranalyse (bijlage II) heeft geleid tot een aantal gezamenlijke doelstellingen. Deze analyse is echter gebaseerd op literatuuronderzoek en had geen gewenste match met de sturingsinstrumenten van de verschillende actoren, waardoor de stap naar verder beleidsontwerp niet genomen kon worden op basis van dit onderzoek.

- *Beperkte blik op het buitenland*

Door de hoge complexiteit van de problematiek, is ervoor gekozen de scope van dit onderzoek te beperken tot hoofdzakelijk Nederland. In dit onderzoek is daarom slechts zijdelings gekeken naar de ontwikkeling van breedband in het buitenland.

- *De empirische toetsing is beperkt*

De inzichten die uit dit onderzoek zijn voortgekomen, zijn hoofdzakelijk verkregen op basis van literatuuronderzoek. Dit onderzoek omvat bestuurlijke en technische achtergronden van breedbandontwikkeling, alsmede het bijhouden en analyseren van de recente ontwikkelingen. De veronderstellingen en de hieruit voortkomende redenties en conclusies zijn echter niet empirisch getoetst. Er is geen onderzoek gedaan naar de ervaringen van de betrokken actoren op het gebied van de uitrol van breedbandige netwerken en de impact van verschillende factoren op adoptie en gebruik.

7.2.2 Aanzet tot vervolgonderzoek

- *Uitvoeren van een uitgebreide economische analyse*

Volgend uit de paragrafen 4.1 en 4.2 zijn de volgende vragen te formuleren met betrekking tot investeringen en de keuze voor revolutionair dan wel evolutionair investeren:

- Zijn de investeringen in het revolutionaire netwerk hoger dan de som van de evolutionaire investeringen?
- Valt de ROI-tijd per evolutionaire investering binnen de tijdsspanne dat de door de evolutionaire opschaling geleverde bandbreedte toereikend is?
- Waar liggen de break even points van de verschillende technieken?

Antwoorden op deze vragen kunnen voor de potentiële investeerders in deze technologieën veel onzekerheid wegnemen, waardoor het financiële risico dat zij moeten nemen sterk wordt verkleind. Om deze vragen te kunnen beantwoorden, is een uitgebreide economische analyse nodig. Een dergelijke analyse is een aanbeveling voor verder onderzoek.

- *Toepassen van de 'Real Options Theory' op breedbandige technologieën*

Aansluitend op het vorige punt, is het tevens zinvol om te onderzoeken wat het toepassen van de Real Options Theorie (zie paragraaf 4.2.4) zou kunnen betekenen voor het investeringsgedrag van marktpartijen en hoe door toepassing van deze theorie de ontwikkeling van breedband versneld kan worden. In het artikel "How to incorporate the value of flexibility in broadband access network roll-out investment projects" (Elnegaard 2002)¹ is de real options theory toegepast op de ontwikkeling van VDSL. Het artikel vergelijkt de waardering die aan de ontwikkeling van VDSL wordt toegekend bij toepassing van de NPV theorie enerzijds en van de ROT anderzijds. Dit artikel toont aan dat met behulp van de real options theorie VDSL wel degelijk winstgevend is, terwijl bij toepassing van de NPV theorie VDSL verliesgevend is. Bij toepassing van de real options theorie op andere technologieën, zou een zelfde uitkomst kunnen optreden, hetgeen zou kunnen leiden tot een acceleratie van het ontwikkelingsproces van breedband. Op deze wijze kunnen alternatieve technologieën die voorheen als verliesgevend werden beschouwd, nu voor providers financieel interessant worden. Omdat op deze wijze nieuwe mogelijkheden voor realisatie van breedband aan het licht kunnen komen, vormt toepassing van de real options theorie op breedbandtechnieken een belangrijke aanbeveling voor verder onderzoek. Een belangrijke vraag hierbij is welke waarde verschillende marktpartijen toekennen aan de factoren flexibiliteit en risicospreiding.

Gezamenlijke doelen, middelen en belangen

In hoofdstuk 5 zijn de verschillende factoren in kaart gebracht die van invloed zijn op de drempels van het 6-Drempelmodel. Hoofdstuk 6 heeft de instrumenten in kaart gebracht die deze factoren op hun beurt beïnvloeden. Zolas onder deelvraag 5 in paragraaf 7.1 uiteengezet is, is verder onderzoek vereist om gezamenlijke subdoelen van de betrokken actoren te ontdekken. Vervolgens moet onderzoek in kaart brengen welke factoren deze subdoelen beïnvloeden en welke actoren instrumenten kunnen inzetten om de betreffende factoren te sturen.

¹ N. K. Elnegaard, "How to incorporate the value of flexibility in broadband access network rollout investment projects", 41st European Telecommunications Congress (FITCE) Genoa, Italy, 4-7 September 2002.

Het verdient aanbeveling om een onderzoek *in het veld* te doen naar beleid, strategie en doelen van verschillende actoren op korte, middellange en lange termijn. Om de gemeenschappelijke doelen te identificeren, kunnen spelsimulaties als methode worden toegepast. Veel partijen hebben namelijk moeite met het identificeren van hun doelen en belangen. Nadat gemeenschappelijke doelen van partijen zijn geïdentificeerd, is het zinvol deze partijen te bundelen en in integrale overlegfora strategieën te bedenken om deze gezamenlijke doelen te kunnen verwezenlijken. Het finale model van Kuypers kan als uitgangspunt voor dergelijk onderzoek fungeren. Een mogelijke opzet voor onderzoek op basis van dit model is weergegeven in bijlage IV.

- *Benchmarken bij voorlopers*

In hoofdstuk 6 is nader ingegaan op de verschillen tussen Nederland en Azië. Ondanks de verschillen tussen de Nederlandse en Aziatische politieke-, maatschappelijke- en geografische situatie, zijn er wellicht toch lessen te leren uit de aanpak in Aziatische landen. Het is aan te bevelen te onderzoeken hoe de ontwikkelingen verlopen in deze en andere landen waar een snelle uitrol van breedband plaatsvindt. Tevens verdient het aanbeveling te onderzoeken wat punten zijn waar deze landen tegenaan (zijn ge)lopen en op welke punten kopiëren van de in deze landen toegepaste strategieën (on)wenselijk en (on)mogelijk is.

7.3 Aanbevelingen

In deze paragraaf wordt voor verschillende actoren een aantal aanbevelingen gegeven. Gezien de grote hoeveelheid aanbevelingen, zijn de meeste hiervan puntsgewijs en beknopt weergegeven. De landen die tussen haken achter enkele van de aanbevolen acties geplaatst zijn, zijn de landen waar de betreffende actie succesvol is ondernomen.

Aanbevelingen voor de Rijksoverheid

Doorzichtig overheidsbeleid

De overheid dient zich de vraag te stellen of breedband wel of niet een nutsvoorziening is, m.a.w. vindt de overheid dat iedere burger recht moet hebben op een breedbandaansluiting? Zo ja, dan kan zij de kritiek van marktpartijen naast zich neerleggen en het voorbeeld volgen van een aantal andere landen, de leiding geheel op zich nemen en *grootschalig* (miljarden) gaan investeren in aanleg van breedbandige infrastructuren. Marktpartijen kunnen vervolgens toegang verkrijgen tot het net en diensten naar de eindgebruikers exploiteren. In onrendabele gebieden vult de overheid het verlies van partijen aan tot rendabele bedragen.

De overheid dient zich echter te realiseren dat de telecomcommunicatiemarkt is geprivatiseerd en dat de aanleg van infrastructuur dus in principe overgelaten moet worden aan de markt. Door op ondoorzichtige wijze experimenten op sommige plaatsen en met bepaalde transmissiesystemen wel en op andere plaatsen en met andere systemen geen subsidies te verlenen, begeeft de overheid zich op gevaarlijk terrein en loopt zij de kans beschuldigd te worden van valse concurrentie en zwalkend beleid. De volgende acties verdienen aanbeveling om door de Rijksoverheid te worden ondernomen:

- Opstellen van een veelomvattend nationaal beleid om de ontwikkeling van breedband en adoptiesnelheden op een hoger niveau te tillen (Aziatische landen).
- De overheid dient zich te beraden op de positie die zij binnen het ontwikkelingsproces van breedband wil spelen. De overheid dient een consequente houding aan te nemen met betrekking tot interventie op de markt.

Meer nadruk op kennisgeneratie en –diffusie

- Meer aandacht naar de *vraagkant* van de markt. De overheid richt zich hoofdzakelijk op het aanleggen van infrastructuur en dus op verbetering van de fysieke toegankelijkheid. Aangezien ook cognitieve toegankelijkheid als randvoorwaarde voor de gewenste acceleratie uit dit onderzoek naar voren is gekomen, wordt het de overheid aanbevolen meer middelen in te zetten om de cognitieve toegankelijkheid te verhogen. Dit kan zij doen

door het geven van voorlichting, het aanbieden van cursussen en het (helpen) ontwikkelen van leerprogramma's voor burgers, bedrijven en onderwijsinstellingen.

- Stimuleren en subsidiëren van R&D van verschillende breedbandige technologieën en diensten.
- Bijhouden van verschillende ontwikkelingen op breedband gebied, zodat geleerd kan worden van fouten en successen.
- Deelnemers in pionierprojecten belonen met voordelen als hogere datasnelheden voor breedbandgebruik (Singapore).
- Vergoeding van 70% van de kosten voor het online brengen van nieuwe breedbandapplicaties of content (Singapore).

Doorzichtige regelgeving

- Review van belemmerende overheidsregelingen als bestemmingsplannen, eisen van schoonheidscommissies, precarioheffingen, etc.
- Partijen inlichten over welke veranderingen nieuwe wet- en regelgeving voor breedbandontwikkelingen met zich meebrengt.

Bemoeienis met de markt

- Als overheid het gat opvullen binnen niet rendabele gebieden om cherry picking tegen te gaan.
- Wat ligt er allemaal in de grond? In kaart brengen van ondergrondse breedbandnetten. Hierdoor kan inzicht verkregen worden in wat er al aan breedbandige netten in de grond ligt, hetgeen een verbeterd uitgangspunt biedt voor een uitrolplan van nieuwe breedbandige netwerken.
- Stimuleren en ondersteunen van integrale overlegplatforms.
- Beauty contest uitschrijven voor nieuwe pilots met alternatieve breedbandige technologieën. Wanneer partijen met een goed geïntegreerd plan komen kan de overheid dit subsidiëren.
- Overheidsinitiatieven in samenwerking met de private sector om content te ontwikkelen, in het bijzonder multimedia en IT applicaties (Aziatische landen).
- Ontbundeling van de local loop van kabelnetten. Zonder deze ontbundeling kan er geen concurrentie op de kabelnetten ontstaan.

Aanbevelingen voor lokale overheden

- Bijhouden van verschillende ontwikkelingen op breedband gebied, zodat geleerd kan worden van fouten en successen (kennis is macht).
- Deelnemen in periodiek integraal platformoverleg. Dit biedt de mogelijkheid om de doelen en belangen van andere partijen te inventariseren en partners te vinden voor PPS projecten
- Inhuren van een intermediaire partij met veel kennis en inzicht in zowel de technische als de bestuurlijk complexe kant van breedbandontwikkelingen.
- Review van belemmerende gemeenteregelingen, zoals beperkingen van graafrechten en precarioheffingen.
- Stimuleren en subsidiëren van toepassing van breedband in het onderwijs.
- Organiseren van cursussen voor niet ervaren burgers om met breedband te leren omgaan.

Aanbevelingen voor intermediaire partijen

- Spelsimulaties ontwikkelen om doelen, middelen en belangen van belanghebbende actoren helder te krijgen.
- Periodiek integraal platformoverleg organiseren met zoveel mogelijk belanghebbende actoren om mogelijke constructies voor samenwerking te vinden.
- Bijhouden van verschillende ontwikkelingen op breedband gebied, zodat geleerd kan worden van fouten en successen (kennis is macht).
- Het adviseren van partijen over met welke partijen zij in zee moeten gaan omdat zij gezamenlijke subdoelen delen .
- Optreden als vertegenwoordiger en beschermer van subdoelen van partijen.

- Het wordt adviseurs aanbevolen binnen de gestelde problematiek de rol van 'change agents' op zich te nemen. Om het veranderingsproces overzichtelijk te maken en zodanig te begeleiden dat het beoogde effect bereikt wordt, is de aanwezigheid van één of meerdere 'change agents' van groot belang. Een change agent is als het ware de trekker van het ontwikkelingsproces. De rol van de change agent bestaat uit drie stappen:
 - a) een beeld schetsen van de huidige situatie;
 - b) formuleren van een toekomstvisie door communicatie over de gewenste situatie;
 - c) het proces leiden om te komen tot de gewenste situatie.²

Aanbevelingen voor infrastructuurproviders en dienstenproviders

- Kabelexploitanten wordt aanbevolen uit te zoeken waar het huidige netwerk hoogvezelig is. Op deze plaatsen kunnen namelijk Narad pilots aangelegd worden.
- Aanstellen van technisch specialisten die inzicht hebben in de mogelijkheden van (nog onbekende) alternatieven voor het kabelnet.
- Wanneer providers toch willen verglazen, wordt hen aanbevolen dit te doen tot aan of de kabelverdeelkast of curb. Het laatste stuk van het netwerk, vanaf de kabelverdeelkast of vanaf de curb tot de eindgebruiker kan met andere (goedkopere) toegangstechnologieën overbrugd worden.
- Bijhouden van verschillende ontwikkelingen op breedband gebied, zodat geleerd kan worden van fouten en successen (kennis is macht).
- Deelnemen in periodiek integraal platformoverleg. Dit biedt de mogelijkheid om de doelen en belangen van andere partijen te inventariseren en partners te vinden voor allianties.

² Herformuleren, A bid for vision: metaforen in de praktijk. presentatie: Rietveld, T en H. Kokhuis, 20 maart 2001

Literatuurlijst

- Advies betreft vergunningverlening Wireless Local Loop (WLL); nr. 1391/7.* Nma, 2001.
- Allen, D., 'The second coming of free space optics'. *Network magazine*, maart (2001).
- Arnbak, J.C., J.J. van Cuilenburg en E.J. Dommering, *Openbare elektronische informatievoorziening- Achtergrondstudies voor het project Lange termijn Mediaplanning LTM*. Amsterdam: Uitgeverij Cramwinckel, 1990.
- Arnbak, J.C., J.J. van Cuilenburg en E.J. Dommering, *Verbinding en ontvlechting in de communicatie- Een studie naar toekomstig overheidsbeleid voor de openbare elektronische informatievoorziening*. Amsterdam: Uitgeverij Cramwinckel, 1991.
- Asscher, L.F. en W.A.M. Steenbruggen, 'Het Emailgeheim op de werkplek- Over de toelaatbaarheid van inbreuken op het communicatiegeheim van de werknemer in het digitale tijdperk'. *NJB*, 37 (2001), p.1787-1794.
- Boer, de R. en. H. Rood, *Aansluiten van woningen met glasvezels*. Gigaport/Surfnet, 2001.
- Bouwman, H., J. Nouwens, J. Baaijens en A. Slootman, *Een Schat aan Informatie-Toegankelijkheid van Overheidsinformatie (An Information Treasure: Accessibility of Government Information)*. Den Haag/Amsterdam: Rathenau Instituut/Otto Cramwinckel, 1996.
- Bouwman, H., 'Communicatie in de informatiesamenleving - ICT en de (on)zichtbaarheid van de communicatiewetenschap'. In: *Communicatie in de informatiesamenleving*. Utrecht: Uitgeverij Lemma, 2001, pp.5-34.
- Bouwman, H., B. J. van den Hooff, J. van Dijk en L. van de Wijngaert, *ICT in Organisaties: Adoptie, implementatie, gebruik en effecten*. Amsterdam: Boom, 2002.
- Brand, P. en C. Gielkens, Presentatie: *Verkenning van wireless technologieën*. Stratix, 6-11-2002.
- Bruijn, J.A. de en E.F. ten Heuvelhof, *Sturingsinstrumenten voor de overheid- Over complexe netwerken en een tweede generatie sturingsinstrumenten*. Houten: Stenfort Kroese, 1997.
- Bruyninckx, H., *De democratisering van de ICT- Een onafhankelijke visie op Informatie- en Communicatie-Technologie in het onderwijs*. 2002.
- Burstein, D., *DSL Prime*. 2002.
- Bussel, J. van en H. Rood, *Verkenning van de Nederlandse ISP markt voor netwerktoegang en internettoegang- Rapport voor OPTA –interconnectie en Bijzondere Toegang*. 2002.
- Capaciteitsaspecten Breedband Toegang*. Den Haag: TNO FEL, 2002.
- Commissie Andriessen, *Slim Graafwerk- Samen werken aan glasvezel in de wijk*. Amsterdam: 2001.
- De Digitale Delta: e-Europe voorbij*. Den Haag: Ministerie van Economische Zaken, 2000.
- Dekkers, L. et al., *Een toekomst van glas- Vooruitlopen op de doorbraak van breedbandtechnologie*. Den Haag: Stichting Maatschappij en Onderneming, 2002.
- DFI International Government Services, *International research*. 2001.

- Digital Rivers Final Report*. Carnegie Mellon University / 3 Rivers Connect, 2002.
- Dijk, J.A.G.M. van, *De netwerkmaatschappij: sociale aspecten van nieuwe media*. Houten: Bohn Stafleu Van Loghum, 1996.
- Dommering, E.J., N.A.N.M. van Eijk, J.A.M. Nijhof en M.L.Verberne, *Handboek Telecommunicatierecht- Inleiding tot het recht en de techniek van telecommunicatie*. SDU, 1999.
- Dornan, A., 'Wireless Optics; Fiber is cheap, but space is free'. *Network Magazine*, september (2002).
- e-Readiness Nederland stagneert*. Winmagazine, maart (2003).
- Esch, R. van, *Speech: Nederland Kabelbreedbandland!. Kabelcongres "Kabel in de 21e eeuw"*. 28-03-2003.
- Expertgroep Breedband, *Nederland Breedbandland- Advies aan het kabinet van de Expertgroep Breedband*. Den Haag: 2002.
- Fiber to the Home; FttH voor breedbandige aansluitingen van bedrijven en consumenten*. Belko Elektronica BV, 2002.
- Fiber-to-the-home, de toekomst van Nederland*. KPN Vision, 2001.
- Fife, E. en F. Pereira, *Socio-economic and cultural factors affecting adoption of broadband access- A Cross-Country Analysis*. University of Southern California, 2002.
- Fife, E., *Telecom Outlook Report on Wireless; What Lies Ahead- Understanding Mobile Customers' Requirements in Demanding Times*. Center for Telecommunications Management, University of Southern California, 2003.
- Gent, C. van en Bergeijk, P.A.G. *Basisboek Markt- en micro-economie*. Groningen: Wolters Noordhoff, 1997.
- Gesellschaft für optische Kommunikationssysteme mbH, Presentatie: *Communication by light- No longer failures due to weather conditions*. maart (2001).
- Hasselbekke, A.G.J., *Prestaties tellen*. Rotterdam: 1990.
- Hoeks, L., 'Ook KPN heeft plannen voor WLAN'. *Emerce*, 21-6-2002.
- I.W.T. Medialab. *Nieuwe Technologie- Breedbandnetwerken als nieuwe technologie binnen het taalonderwijs*. Universiteit Antwerpen.
- Infravisie, 3 (2002).
- Internetwitboek 2002-2006*. Zoetermeer: ISOC Nederland, 2001.
- Kuypers, G. *Grondbegrippen van politiek*. Utrecht/Antwerpen: Het Spectrum, 1973.
- Lehr, W. en L.W. McKnight, *Wireless Internet Access: 3G vs. Wi-Fi?*. 2002.
- Light reading- The global site for Optical Networking*. Wireless Wonders, 25-6-2000.
- Markus, M. L., 'Toward A 'Critical Mass' Theory of Interactive Media'. In: J. Fulk en C.W. Steinfield, *Organizations and Communication Technology*. Newbury Park, California, US: Sage Publications, 1990, pp. 194-218.

Marwell, G. en P. Oliver, *The critical mass in collective action: a micro-social theory*. Newbury Park, California, US: Sage, 1993.

Mediaconcentratie in Beeld- Concentratie en pluriformiteit van de Nederlandse media 2001. Commissariaat voor de Media, 2002.

Narad Broadband Access Network (NBAN) whitepaper. Narad Networks, 2003.

Nationale telecommonitor 2002, Infolook, 2002.

Neggers, K, *Gigaport presentatie: Next Generation Internet*. 20 april 2000.

Netwerken in cijfers-Trendrapportage over ICT-infrastructuren. Den Haag: DGTP, 2000.

Planet Multimedia, 22-05-2000.

Plug, P.J., R.M. Timmerman en M.C. den Boer, *Varianten toekomstig toezicht telecommunicatie en post*. Utrecht: Berenschot, 2001.

Project P816-PF: Implementation frameworks for integrated wireless-optical access networks - Enabling Technologies for Hybrid Fibre Radio Architectures (final results). EURESCOM, 1999.

Realisme in breedband, opties voor infrastructuur. Den Haag: TNO FEL, 2003.

Rogers, E.M., *Diffusion of Innovations*. 3e editie. New York: The Free Press, 1983.

Rogers, E.M., *Diffusion of Innovations*. 4e editie. New York: The Free Press, 1995.

Schreinemachers, M.J.E. en H. Rood, *Optische straalverbindingen voor internettoegang*. Gigaport/ Surfnets, 2001.

Schuurman, K., *Breedband in Nederland*, 2000.

Sickinghe, F., *Verwerving van managed dark fiber door lokale overheden - een juridisch assessment*. Amsterdam: Logica Consulting B.V., 2002.

Silverstone, R. en L. Haddon, 'Design and the Domestication of Information and Communication Technologies: Technical Change and Everyday Life'. In: *Communication by Design. The Politics of Information and Communication Technologies*. Oxford: Oxford University Press, 1996.

Smidts, M., 'Lock-in effecten belangrijk voor online business'. *Emerce*, november (2000).

Stanley, P., 'Progressive Citizens Communications Deploys a Blended Technology to Ease Bottlenecks'. *Outside Plant Magazine*, mei (2001).

Steenis, H. van, 'De nieuwe aanbieders: Winstar koppelt bedrijven met straalverbindingen Supersnel door de lucht'. *Telecommagazine*, 2000.

Steyaert, J., *Digitale vaardigheden, geletterdheid in de informatiesamenleving*. Den Haag: Rathenau instituut, 2000.

'Supersnel door de lucht; Winstar koppelt bedrijven met straalverbindingen'. *Telecommagazine*, maart (2000).

Telecommagazine, 03 (2000).

Telecommagazine, 12 (2000).

Tweede Kamer, 28050, nr.1 en 2: *Regels omtrent marktactiviteiten van overheidsorganisaties en omtrent ondernemingen die van overheidswege over een bijzondere positie beschikken (Wet markt en overheid)* – Koninklijke Boodschap en Voorstel van Wet, 2001-2002.

Tweede Kamer, 28050, nr.3: *Regels omtrent marktactiviteiten van overheidsorganisaties en omtrent ondernemingen die van overheidswege over een bijzondere positie beschikken (Wet markt en overheid)* – Memorie van Toelichting, 2001-2002.

Understanding Broadband demand. Office of Technology Policy, 2002.

Vandeberg, R., *Mediakeuze en representativiteit van internet voor interactief beleid-Diensteninnovatie bij de elektronische overheid*. Utrecht: 2001.

Vliet, F.L. van, *De change agents en zijn resources – Een modelmatige benadering van regionale technologische veranderingsprocessen*. Delft: Eburon, 1998.

Vorst, G. van der, *Telecommunicatie-infrastructuur de 'missing link'*. Nederlandse Vereniging voor Bedrijfstelecommunicatie Grootgebruikers, 2001.

Wexler, J., 'MMDS, LMDS: A boon to local loop competition'. *Network World Wireless Newsletter*, 26-06-2000.

Fulk, J. en C. Steinfeld, *Organizations and Communication Technology*. California: Sage Publications, 1990.

Wijngaert, L. van de, 'Het Internet in Context- Fysieke en affectieve toegang, geschiktheid; vraag, aanbod en context'. In: *Communicatie in de Informatiesamenleving*. Utrecht: Uitgeverij Lemma, 2001, p.51-70.

Geraadpleegde internetpagina's

<http://people.zeelandnet.nl/koverl/interactie.html>

<http://www.airfiber.com>

<http://www.antennebureau.nl>

<http://www.bbned.nl>

<http://www.ciena.com>

<http://www.cisco.com>

<http://www.cmu.edu>

<http://www.convergedigest.com>

<http://www.damsternet.nl>

<http://www.emerce.nl>

<http://www.etro.vub.ac.be>

<http://www.gigaport.nl>

<http://www.iec.org>

<http://www.itu.int>

<http://www.naradnetworks.com>

<http://www.networkmagazine.com>

<http://www.opta.nl>

<http://www.stedenlink.nl>

<http://www.trilink.nl>

<http://www.tweakers.net>

<http://www.wcai.com/fso.htm>

<http://www.webopedia.com>

<http://www.webwereld.nl>

<http://www.wi-lan.com>

<http://www.yellowhead.com>

<http://www.zbc.nu>

Bijlagen

Bijlage I

Telecommunicatiebegrippen

Aansluitnet	Het gedeelte in het telefoonnetwerk tussen het netwerkaansluitpunt (ISRA-punt) op de klantlocatie en de dichtstbijzijnde nummercentrale waarop de klant is aangesloten.
Aansluitpunt	In de tariefopbouw het gedeelte van een vaste verbinding tussen de klantlocatie en de dichtstbijzijnde nummercentrale. Voor dit deel geldt een vaste eenmalige en een niet afstand-afhankelijke maandelijkse vergoeding.
Access provider	Firma die je toegang verleent op een netwerk, bijvoorbeeld Internet.
Actief optisch netwerk	Netwerk waarbij een distributie/concentratiestap plaatsvindt met behulp van actieve elektronica in de wijkknooppunten
Agent	Computerprogramma dat zelfstandig een specifieke taak kan uitvoeren
Analoge transmissie	Signaaltransmissie waarbij de informatie gecodeerd wordt door variaties in amplitude, frequentie, fase, of een combinatie ervan.
Analoog	Aanduiding voor de wijze van transport van een signaal. Een analoog signaal kan elke willekeurige waarde bezitten. Er is een direct verband tussen de over te brengen informatie en de vorm en de snelheid van de veranderingen in het signaal. Voorbeeld: de grammofoonplaat, waar het patroon van de slingerende groef 'analoog' is aan het opgenomen geluidssignaal.
Applicatie	Toepassingsprogramma
Asymmetrische transmissie	Vorm van gegevenstransport die gebeurt op onregelmatige intervallen. Iedere byte wordt afzonderlijk verzonden en gaat vergezeld van een start- en stopbit.
Asynchroon	Bij datacommunicatie is het noodzakelijk, dat het zendende en ontvangende station op elkaar zijn afgestemd. Dit betekent, dat het ontvangende station de bits leest op het juiste moment en met dezelfde snelheid als waarmee het zendende station de bits verstuurt. Als dit <i>synchroniseren</i> gebeurt met behulp van start- en stopbits in het signaal spreken we van asynchrone transmissie.
Atakkabel	Kabel in het telecommunicatie netwerk parallel aan en dwars op de hoofdkabel
ATM	WAN-protocol voor netwerken op basis van glasvezel, dat bandbreedtes haalt van 155 Mbit/s tot 622 Mbit/s. Belangrijkste nadeel zijn de relatief hoge kosten.
Audio	Alles wat met geluid te maken heeft. Voor de mens zijn dit signalen tussen 20 en 20000 Hz.
Backbone	Eén of meerdere hogesnelheidsverbindingen die de ruggesgraat van een netwerk vormen. Ook de verticale bekabeling van een gebouw waarop de eindbekabeling wordt aangesloten.
Back-up route	Een back-up route is een tweede route in de openbare infrastructuur, zoveel mogelijk via andere kabels, apparatuur en gebouwen om de kans op gelijktijdig uitvallen van hoofd- en back-up route door één oorzaak zo klein mogelijk te doen zijn. Tijdens 'normaal bedrijf' is de back-up route niet in gebruik. In het aansluitnet moet voor een back-up vaak een kostbare extra kabelroute worden aangelegd.
Bandwidth	bandbreedte * De hoeveelheid data die per tijdseenheid over een verbinding gestuurd kan worden. Met andere woorden de capaciteit van een verbinding. De eenheid is bits/seconde. * Het frequentiebereik (gemeten in Hertz) dat een apparaat aankan.
Basisbandmodem	Een basisbandmodem zet op een simpele wijze digitale signalen om in analoge en omgekeerd en gebruikt daarvoor een grote bandbreedte op 'kale' koperdraden. De transmissiesnelheid kan dan zelfs 64 kbit/s of hoger bedragen. Als het koper wordt vervangen door glasvezel zijn basisbandmodems niet meer te gebruiken.
Beschikbaarheid	Een vaste verbinding is beschikbaar, als via de verbinding conform de daarvoor geldende specificaties een signaal kan worden overgebracht. Onbeschikbaarheid treedt dus niet alleen op als de verbinding door een kabelbreuk volledig buiten dienst is, ook kwaliteitsverlies kan tot onbeschikbaarheid leiden.

Best-effort netwerk	Netwerk dat geen volledige reliability biedt. Het verschaft meestal enige foutencontrole en beperkte retransmissie. Het foutloos afleveren van de data is niet gegarandeerd.
Bidirectioneel (verkeer)	Letterlijk, tweerichtingsverkeer. Op de verbinding is verkeer mogelijk in beide richtingen (in tegenstelling tot enkelgericht). Geldt standaard voor alle (inter)nationale landverbindingen, voor satellietverbindingen is het een optie.
Bit	Eenheid van informatie (een 0 of een 1 in het digitale signaal). Meestal zijn acht bits voldoende om een bepaald teken te identificeren. De capaciteit van digitale vaste verbindingen wordt uitgedrukt in het aantal bits, dat per seconde kan worden verwerkt.
Bitfout	Een fout in het signaal op het niveau van één bit. Door één verkeerde bit kan de hele boodschap onbegrijpelijk worden. Daarom zijn er in communicatiesoftware foutdetectieprogramma's opgenomen en worden verminkte delen herhaald. Een in één keer foutloze overdracht resulteert in een zo hoog mogelijke gemiddelde transmissiesnelheid.
Bitfoutenkans	De kans op een bitfout gedurende een bepaalde periode. Gebruikelijk is het, om dit te vertalen in het aantal seconden, waarin een bitfout zich voordoet. Het aantal van deze 'errored seconds' dient beneden een bepaald percentage te blijven.
Bitgarantie	Een garantie op het beneden een bepaalde waarde blijven van de bitfoutenkans.
Bitrate	Het aantal bits dat verzonden of ontvangen kan worden per seconde, uitgedrukt in bits per seconde = bitsnelheid
Bitrate-garantie	Een garantie op het realiseren van een bepaalde capaciteit, uitgedrukt in bits per seconde. Voor digitale vaste verbindingen wordt de bitrate vanzelfsprekend gegarandeerd.
Bitsnelheid	Zie bitrate
Boomstructuur	Een type van gegevensstructuur waarbij ieder element verbonden is met één of meerdere elementen.
Bottleneck	De plaats waar een opstopingsprobleem ontstaat,
Bridge	Toestel dat twee gelijksoortige netwerken met elkaar verbindt, vaak ter bevordering van de prestatie en de beveiliging.
Broadcast	Uitzenden: Het versturen van informatie naar iedereen op het netwerk, o.a. gebruikt bij Ethernet.
Burst rate	Maximale transmissiesnelheid op piekmomenten.
Burst transmissie	Een zeer kort signaal dat een behoorlijk grote hoeveelheid informatie transporteert
Capaciteit	De aanduiding van de hoeveelheid informatie, die een bepaald type digitale vaste verbinding maximaal kan verwerken, uitgedrukt in bits per seconde (zie bitrate of bitsnelheid).
Carrier	Operator die zich beperkt tot het transport van telecom, spraak, data of multimedia.
CATV	Amerikaanse term voor kabeltelevisie
CDMA	Technologie voor hoogwaardige digitale telefonie waarbij ieder station over de hele tijd kan beschikken over het volledige frequentiespectrum. Gelijktijdige transmissies worden met behulp van codetheorie van elkaar gescheiden
Circuit	Communicatiepad tussen twee of meerdere punten.
Circuitswitching	Een schakeltechniek, waarbij een fysieke verbinding is opgebouwd, die alleen door de oproeper en de opgeroepene gebruikt wordt. Voorbeeld: telefoneren.
CityRing	Het CityRing concept biedt extra zekerheid voor bedrijven die hoge eisen stellen aan de telecommunicatie-infrastructuur en behoefte hebben aan meer bandbreedte voor nieuwe diensten. Het CityRing concept is gebaseerd op glasvezelringen in de meest bedrijvige delen van een stad. De glasvezeltechnologie staat garant voor hoogwaardige telecommunicatievoorzieningen en de ringstructuur voor een hoge

	beschikbaarheid en betrouwbaarheid. Zie ook CityRing in het deel Nationale Vaste Verbindingen.
Client	Een programma dat je gebruikt om contact te leggen met een server. Een webbrowser is een client om informatie van een webserver op te vragen.
Client/server systeem	Een systeem dat bewust gebruik maakt van client- en serversoftware om de taken te verdelen
Coaxiaal kabel	Een kabel waarbij de ene geleider de andere helemaal omringt. Coaxkabels kunnen hogere frequenties vervoeren tegen een grotere bandbreedte en over langere afstanden dan twisted pair kabel. Coaxkabels worden ondermeer gebruikt bij TV-distributie.
Communicatie	Transmissie van informatie.
Communicatievorm	De wijze waarop informatie wordt overgebracht, bijvoorbeeld via modems of volledig digitaal, via vaste of via geschakelde verbindingen.
Compatibel	Twee hardware-apparaten zijn compatibel als ze op elkaar kunnen aangesloten worden. Twee software-programma's zijn compatibel als ze gegevens met elkaar kunnen uitwisselen. Bepaalde software is compatibel met bepaalde hardware als de combinatie samenwerken kan. Zie ook backward compatible en upward compatible.
Compressietechniek	Techniek voor het kleiner maken van gegevens voor transmissie of opslag
Comprimeren	Het samenvoegen van digitale gegevens tot een compacter geheel, bijvoorbeeld door het overslaan van onnodige tussenruimtes (in tekst) of door het (slim) coderen van zich steeds herhalende gegevensreeksen (bij beelden). Daardoor is voor het verzenden of opslaan van data minder capaciteit nodig.
Concentrator	Apparaat, dat meerdere in- en uitgaande signalen kan bundelen, zodat deze over één (vaste) verbinding verzonden kan worden.
Contributienet	Aanvoernet, waarbij de informatie uit verschillende bronlocaties via een vaste verbindingen netconstructie op één ontvangstlocatie aankomt. Daarbij zal met de bronlocaties een 'afpraak' (protocol) moeten worden gemaakt over de volgorde van aanleveren aan de ontvangstlocatie. Toepassingen bij audio en alarmering.
CPE	Apparatuur eigendom van een firma die zich ten huize van de klant bevindt, bv. de kabelmodem.
Crosstalk	Diafonie of overspraak: interferentie tussen twee signalen.
CSMA/CD	Netwerkprotocol dat de basis vormt van Ethernet. Alle aangesloten apparaten luisteren continu en zwijgen tijdelijk zodra ze activiteit horen.
DA-converter	Converter die signaal van analoog naar digitaal omzet of andersom
Dark fiber	Glasvezelkabel die wel geïnstalleerd is maar nog niet is verbonden met optisch-elektronische apparatuur.
Datacircuit	Engelse term voor een vaste dataverbinding tussen twee punten.
Datacommunicatie	De uitwisseling van gegevens over grotere afstanden via een verbinding in de telecommunicatie-infrastructuur tussen twee of meer locaties met gegevensverwerkende apparatuur zoals computers, printers en externe geheugens. Er is sprake van een combinatie van telecommunicatie en dataprocessing.
Datacommunicatie-apparatuur	Alle apparatuur die gebruikt wordt voor het verzenden en ontvangen van data.
Data-distributie	Het systematisch (volgens vaste regels) verspreiden/versturen van data naar meerdere bestemmingen.
Dataprocessing	De bewerkingen volgens vaste regels, die worden uitgevoerd met gegevens in een computer.
Dataverbinding	In het algemeen elke fysieke oplossing waarmee het transport van digitale gegevens mogelijk is. Meer specifiek, een analoge vaste verbinding met specificaties, geschikt voor het gebruik van spraakbandmodems voor datacommunicatie.

DCE	Een omschrijving van de apparatuur, die de vaste (of geschakelde) verbinding geschikt maakt voor datacommunicatie, zoals modems en andere transmissie-apparatuur. Vaak 'koppelvlak' genoemd.
De facto standaard	Standaard die niet officieel werd bepaald, maar ontstond door zijn populariteit op de markt en aldus op grote schaal wordt gebruikt.
Datacompressie	Het kleiner maken van gegevens voor transmissie of opslag.
DECT	Europese standaard voor draadloze telefoons uit 1992. Maakt gebruik van digitale transmissie in de band van 1880 tot 1900 MHz.
Dedicated bandwidth	Aan een gebruiker vaste toegekende bandbreedte die niet met andere gebruikers gedeeld hoeft te worden
Demoduleren	Proces, waarbij het oorspronkelijke signaal bij ontvangst weer uit het gemoduleerde signaal wordt herleidt. Dit proces vindt plaats in een modem.
Demping	Tussen het begin en het einde van een telefoonkabel of glasvezel neemt de sterkte van het signaal af. Dit vermogensverlies wordt demping genoemd. Tegenmaatregelen zijn versterking van het signaal om de natuurlijke weerstand van koperdraad te compenseren en het plaatsen van spoelen in de kabel. In deze met spoelen 'belaste' aders is de demping 75% lager, maar de bandbreedte is nog maar maximaal 4 kHz. Demping wordt gemeten in dB.
Digitaal	In een digitaal signaal variëren de waarden steeds op vaste momenten met een vast verschil en zijn daarom met getallen (digits) aan te geven. Om van het steeds wisselende patroon van een analoog signaal (waaronder spraak en muziek) een digitaal signaal te maken wordt het in kleine stapjes 'bemonsterd'. Daarbij wordt vastgesteld of de signaalwaarde stijgt of daalt. De richting van die wijziging is eenvoudig te coderen in twee getallen, een 1 voor omhoog en een 0 voor omlaag. De reeks enen en nullen, die dan ontstaat, is een digitaal signaal.
Digitale informatie	Informatie in een digitale vorm, bestemd voor digitale gegevensverwerkende apparatuur.
Digitale net	Infrastructuur, waarover digitale signalen kunnen worden verstuurd.
Distributienet	Verdeelnets, waarbij de informatie uit één bronlocatie via een vaste verbindingen netconstructie op verschillende ontvangstlocaties aankomt. Op elke ontvangstlocatie is hetzelfde signaal beschikbaar. Het is niet mogelijk om vanaf één van de ontvangstlocaties een boodschap naar de bronlocatie te sturen.
DOCSIS	Standaard voor de interface tussen kabelmodems en ondersteunende apparatuur
Downstream	Overdrachtsrichting van de server naar de client. Tegengestelde van upstream.
Draag golf	Een ongemoduleerd radio signaal
DSL	Verzamelsnaam voor gelijkaardige technieken om digitale verbindingen te maken via een normale telefoonlijn.
DSLAM	Toestel dat meerdere DSL-gebruikers van een provider verbindt met het hogesnelheidsnetwerk van een operator.
DTE	Een omschrijving van alle dataverwerkende apparatuur, zoals computers, printers, terminals, die op de vaste verbinding zijn aangesloten. Vaak 'randapparatuur' genoemd.
DWDM	Een geconcentreerde vorm van WDM. Hierdoor kan één glasvezel worden opgedeeld in meerdere kanalen.
E-government	Het on-line aanbieden van allerlei overheidsdiensten via websites.
Eindapparatuur	Apparatuur van de telecomprovider op de klantlocatie, tussen de verbinding in de openbare infrastructuur en het koppelvlak en die er voor zorgt, dat op het koppelvlak de gespecificeerde waarden aanwezig zijn.
Eindversterker	Laatste versterker voor het aansluitpunt bij de eindgebruiker in een telecommunicatienetwerk
Encryptie	Het coderen of versleutelen van berichten vooraleer ze over een netwerk door te sturen zodat een eventuele onderschepper er niet wijs uit wordt Alleen de

	ontvanger kent decryptieproces om de berichten leesbaar te krijgen. Encryptie zet plaintext om in ciphertext
Enkelgericht	Een vaste verbinding die uitsluitend vanaf de ene locatie in de richting van de andere locatie gebruikt kan worden (van zendpunt naar ontvangpunt).
Erfdienstbaarheid	De eigenaar van een onroerend goed moet het anderen toestaan om bijvoorbeeld over zijn terrein te lopen (recht van overpad). Een erfdienstbaarheid hoort bij het huis en is geregistreerd bij het kadaster.
Etherloop	Techniek die eigenschappen Digital Subscriber Line (DSL) combineert met eigenschappen van Ethernet om spraak- en datatransmissie mogelijk te maken met hogere snelheden dan DSL over een reguliere telefoonlijn.
Ethernet	Netwerkstandaard ontwikkeld door Digital, Intel en Xerox, die steunt op de techniek van CSMA/CD. Haalt overdachtsnelheden van 10 Mbps tot 100 Mbps. Ethernet is ook bekend als IEEE 802.3.
Fast ethernet	Een local area network (LAN) transmissie standaard die een datasnelheid van 100 Megabit per seconde levert (ook wel aangeduid als "100BASE-T").
FDM	Transmissietechniek waarbij het totale frequentiespectrum wordt verdeeld over meerdere logische kanalen. Elke gebruiker heeft het exclusieve recht op zijn eigen frequentieband. FDM is uiterst geschikt om analoge signalen te multiplexen.
Feature	Mogelijkheid of eigenschap van een softwareprogramma
File transfer	bestandsoverdracht
Fixed wireless	Verwijst naar de werking van draadloze devices of systemen op vaste locaties als huizen of kantoren. Efficiency and bandbreedte zijn vergelijkbaar met vaste systemen.
Frequentieband	Een analoge vaste verbinding kan alleen signalen overdragen, die binnen een bepaald frequentiegebied vallen. Signalen met een hogere frequentie dan 3400 Hz of een lagere frequentie dan 300 Hz worden niet of nauwelijks doorgegeven. (zie bandbreedte)
FttC	Het glasvezelnetwerk loopt van de eindcentrales tot de schakelkast in de straat. Vanaf de schakelkast tot in de huizen gaat het signaal over een koperen kabel. FTTC is daarbij goedkoper dan FTTH, maar haalt toch nog snelheden 1 Mbps, wat net genoeg is voor gecombineerde video.
FttH	Project om alle huishoudens op glasvezelkabel aan te sluiten. De glasvezelkabel loopt van de eindcentrale tot in ieders huis. FTTH is ontzettend duur en voorlopig economisch onhaalbaar. Het alternatief is FTTC.
FttO	Project om alle kantoren op glasvezelkabel aan te sluiten.
Full duplex	Datatransmissie waarbij men gelijktijdig kan zenden en ontvangen, zgn. TWS, bvb. een telefoon.
FWA	Draadloze verbinding tussen eindgebruiker en een communicatienetwerk. Omdat het gebruik radiogolven in sommige gevallen goedkoper en sneller is dan het aanleggen van een kabelverbinding.
Gebruikers-apparatuur	Alle apparatuur, die van de klant is, bij de klant staat en door hem wordt gebruikt.
Gecomprimeerde spraaksignalen	Normaal is voor het omzetten van analoge spraaksignalen in digitale signalen een capaciteit van 64 kbit/s nodig. Door slimme technieken kan een digitaal spraaksignaal worden 'gecomprimeerd' tot bijvoorbeeld 16 kbit/s. Dan kunnen met dezelfde 64 kbit/s vier spraakverbindingen worden doorgegeven.
Gemultiplexte datasignalen	Door het aantal bits per seconde op te voeren kunnen meerdere digitale datasignalen in dezelfde tijd worden getransporteerd. De snelheid gaat bijvoorbeeld van 64.000 bits per seconde naar 2 miljoen bits per seconde. Er zijn afspraken gemaakt over de wijze waarop die verschillende datasignalen in die 2 miljoen bits per seconde worden getransporteerd. Het 'versnellingsproces' heet multiplexen, de 'vertraging' aan de andere kant heet demultiplexen.
Half-duplex	Met deze vaste verbinding is verkeer in beide richtingen mogelijk, maar niet tegelijkertijd. Voorbeeld: radioverkeer, waarbij een bericht wordt afgesloten met 'over'.

Hardware	De computer en alle apparatuur, die op een computer kan worden aangesloten. Hardware is aan te raken.
HDTV	Een televisiespecificatie met tot 2125 beeldlijnen met een aspectverhouding van 5:3 en een bandbreedte tot 50 MHz
Head-end	De apparatuur in een lokaal centrum die CATV en modemdiensten voortbrengt en communiceert naar eindgebruikers.
HFC	Communicatienetwerk deels gebaseerd op glasvezel en deels op coaxkabel, bvb. het Telenet-netwerk waar tot 2200 coax-nodes op één glasvezellus kunnen worden aangesloten.
High Speed (HS)	Digitale Premium kwaliteit vaste verbinding met een zeer grote capaciteit en een hoge betrouwbaarheid van 99,9% of 99,98% op jaarbasis. DigiStream HS wordt binnenkort geleverd met de capaciteiten 2 Mbit/s (transparant), 34 Mbit/s, 45 Mbit/s, 140 Mbit/s en de specifieke SDH-snelheden VC12, VC3 (34 Mbit/s) en VC4 (155 Mbit/s).
Hosting	Het onderbrengen van een website bij een Internet-dienstenleverancier (ISP), door gebruik te maken van een ruimte op één van de servers van de dienstenleverancier, die permanent met het Internet is verbonden.
Hub	Een gangbare term voor een multiport repeater: een toestel dat signalen doorstuurt naar alle poorten behalve de poorten van ontvangst. Slaat meestal Ethernet-hub voor gebruik in een netwerk. Zie ook switch
Hybride netwerk	Een combinatie van twee of meer technieken: bvb analoog en digitaal of mechanisch en elektrisch
ICANN	Non-profit organisatie die de domeinnamen op Internet moet gaan beheren ipv Network Solutions.
IEEE	Amerikaanse organisatie die vooral actief in het formuleren van allerlei elektronische standaarden.
IEEE 802.11	Reeks van standaarden voor draadloze netwerken, hetzij via radiogolven hetzij via infrarood licht.
ICT	De hoogtechnologische sector van computers en telecommunicatie, samengebracht door Internet.
IEEE 802.3	Standaard inzake Ethernet-netwerken
Inbelpunt	Het lokale telefoonnummer van je ISP dat je belt om op Internet te geraken.
Infrarood	Segment van het elektromagnetisch golfspectrum tussen microgolf en zichtbaar rood licht. Wordt gebruikt bij vrije-ruimtetransmissie over korte afstanden, bvb. afstandsbedieningen.
Interactieve video	Een systeem waarbij een cursist individueel met behulp van een computersysteem wordt getraind. De computer toont videobeelden en stelt vragen. De cursist moet deze vervolgens beantwoorden.
Interface	1) User interface bestaat uit verschillende door een computer of programma geleverde devices die het de gebruiker mogelijk maken om de computer of het programma te gebruiken en ermee te communiceren. 2) De fysieke en logische apparatuur die de verbinding tussen verschillende devices ondersteunt.
Interferentie	Het samenvallen van twee of meer golven in tijd en ruimte
Interlokale verbinding	(Vaste) verbinding tussen twee locaties met een verschillend netnummer, bijvoorbeeld tussen Amsterdam (020) en Rotterdam (010). Verouderd begrip, maar nog van toepassing in kerktelefoonnetten.
Internetprovider	Organisatie die gebruikers toegang verschaft tot het Internet.
ISDN	Digitaal netwerk waarbij spraak- en datacommunicatie volledig zijn geïntegreerd. ISDN haalt 64 Kbps en is de gedoodverfde opvolger van POTS.
ISO	Internationale organisatie voor het vastleggen van wereldstandaarden, waaronder die voor tele- en datacommunicatie.
ISOC	Non-profit organisatie die de technologische evolutie van het Internet steunt en

nieuwe toepassingen voor Internet promoot.

ISP	Leverancier van Internetdiensten, zoals dial-up access, e-mail en web hosting.
ITU	Onderdeel van de Verenigde Naties, waarvan de CCITT deel uitmaakt. De ITU houdt zich bezig met het definiëren van communicatie-standaarden. Regionale instituten (zoals ETSI van de Europese Gemeenschap) zijn hieraan gerelateerd.
Kabelduct	Buis waardoor een kabel gelegd wordt
Kabelmodem	Modem dat via de tv-kabel toegang kan bieden tot het Internet.
Kabelverdeelkast	Vanaf de gebruiker bekeken de eerste telefooncentrale in het netwerk. Hier staat o.a. de multiplex apparatuur opgesteld
Kabelverdeler	Apparaat in de kabelverdeelkast. Ook wel gebruikt als andere term voor kabelverdeelkast.
Kabinet	Schakelkast in de straat (ook wel curb genoemd)
Kanaal	Route waarlangs gegevenstransmissie plaatsvindt.
Killer app	killer application Een softwaretoepassing die aanslaat bij het grote publiek, meestal ten nadele van bestaande toepassingen.
Kosten	1. De door de eindgebruiker betaalde bedragen aan vaste verbindingen als onderdeel van de exploitatie van of investeringen in een groter geheel; 2. De kostprijs voor een telecomprovider om een bepaalde dienst te realiseren. De Europese Commissie heeft in de Open Network Provision regeling vastgelegd dat de tarieven voor bepaalde typen vaste verbinding 'cost based' dienen te zijn.
Kritieke pad	Het langste pad in benodigde doorlooptijd in het netwerk (som van alle doorlooptijden van de taken op dat pad). Het kritieke pad bepaalt de einddatum van een project.
LAN	Netwerk voor het onderling koppelen van dataverwerkende apparatuur binnen een geografisch beperkt gebied (ca. 5-8 km). De relatief korte afstanden van de verbindingen daarin maken dat de communicatie relatief eenvoudig kan worden opgelost.
LASER	Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation
Last mile	Andere term voor local loop.
Leased line	Huurlijn die zorgt voor een permanente verbinding twee punten. Een leased line wordt gehuurd bij een telecom-operator, haalt een bandbreedte van 64 Kbps à 2 Mbps, en is steeds afzonderlijk van het PSTN.
Leren op afstand	De toepassing van elektronische communicatiemiddelen in alle sectoren van het onderwijs. Het omvat alle onderwijsactiviteiten waardoor twee of meer mensen die zich op twee of meer plaatsen bevinden - en dus van elkaar gescheiden zijn door ruimte en/of in tijd - interactief aan elkaar verbonden worden.
Licentie	Het recht om een bepaalde technologie te mogen gebruiken, bvb. een softwarepakket.
Line sharing	Constructie waarbij verschillende diensten over verschillende frequenties van dezelfde telefoonlijn (tegelijktijd) getransporteerd worden
Local exchange	Andere term voor wijkcentrale in het telefoonnet
Local loop	Een verbinding tussen het IS/RA-punt en wijkcentrale (in het aansluitnet).
Lokale verbinding	Oude aanduiding voor een vaste verbinding met begin en eindpunt in hetzelfde netnummergebied (bijvoorbeeld binnen het Amsterdamse 020-gebied).
LOS	Telecommunicatie d.m.v. straalzenders waarbij een directe zichtverbinding tussen beide antennes noodzakelijk is.
Mainframe	Groot computersysteem. Groot computersysteem. vervult vaak de host-functie.

Manipulatie	Bewerking, zoals in de 'bewerking' van een signaal, dat bijvoorbeeld wordt aangepast aan een bepaald datacommunicatie-protocol.
MAN	Netwerk ter grootte van een grote stad, bijvoorbeeld om de diverse overheidsdiensten met elkaar te verbinden.
Manual	Handleiding
Maxi-Sternet	Aanlegtechniek van een CATV netwerk met dedicated coaxaalkabels van het wijkcentrum tot de eindgebruiker
Mbps	Capaciteitsaanduiding voor een digitale vaste verbinding. Een 'megabit per seconde' is 1 miljoen bits per seconde. Wordt met hoofdletter M geschreven.
Medium	Informatiedrager. Bijvoorbeeld de televisie, de radio en de krant. Ook een CD-ROM en het Internet zijn media
MHz	Aanduiding voor de kloksnelheid van een processor of systeembus. 1 MHz staat gelijk met een frequentie van 1 miljoen keer per seconde.
Microgolf	Radiofrequentiebereik tussen 1 en 1000 GHz.
Mini-Sternet	Standaard aanlegtechniek van een CATV netwerk
Modem	Samentrekking van MODulator en DEModulator. Apparaat dat de digitale signalen van een computer omzet in analoge tonen voor een telefoonlijn, en omgekeerd.
Moduleren	Het bewerken van een draaggolfsignaal, waardoor deze drager wordt van informatie. De informatie wordt na transport weer van de draaggolf afgehaald. Met moduleren kan de informatie gemakkelijk over grote afstanden worden getransporteerd.
Multi mode glasvezel	Glasvezelkabel die ontworpen is om meerdere lichtstralen of modi gelijktijdig te transporteren, elk met een lichtelijk andere terugkaatsingshoek binnen het hart van de glasvezelkabel. Geschikt voor relatief korte afstanden.
Multi tap	Apparatuur in de eindversterkers in een kabelnetwerk
Multidrop	Netconstructie, waarbij meerdere locaties via vaste verbindingen zijn aangesloten op een centrale computer. Kenmerkend voor de netopbouw zijn de aftakkingen van een hoofdroute.
Multimedia	Techniek of toepassing waarbij verschillende vormen van informatie (beeld, geluid en tekst) tegelijkertijd gecombineerd worden.
Multiplex(er) (mux)	Apparaat, dat het mogelijk maakt om meerdere digitale datasignalen in dezelfde tijd te transporteren over dezelfde route door het aantal bits per seconde op te voeren. De snelheid gaat bijvoorbeeld van 64.000 bits per seconde naar 2 miljoen bits per seconde. Er zijn afspraken voor de wijze waarop de verschillende datasignalen in de 2 miljoen bits per seconde worden getransporteerd. Het 'versnellingsproces' heet multiplexen, de 'vertraging' aan de andere kant heet 'demultiplexen'.
Narad netwerk	Virtual Fiber oplossing die bandbreedte gebruikt over frequenties boven de normale CATV en modemfrequenties om de capaciteit van glasvezel mogelijk te maken over coaxiale kabels.
Net(werk)-aansluitpunt	Het gedeelte van een point-to-point digitale vaste verbinding, dat via een netwerkaansluitdrager is gemultiplexed tussen het koppelvlak op een eindgebruikerslocatie en de eerste nummercentrale. Afkorting NAWP.
Netwerk	Samenstel van aansluitpunten en verbindingselementen om op een logische wijze meerdere locaties met elkaar te verbinden.
Newsgroup	nieuwsgroep
Nummercentrale (NRC)	In de hiërarchie van de openbare infrastructuur de laagste orde telefooncentrale, waarop de gebruiker van de infrastructuur is aangesloten met een eigen netlijn. Voor vaste verbindingen zijn de locaties van de nummercentrales de meetpunten voor het berekenen van de afstand, die het afstand-afhankelijke deel van de maandhuur bepaald. Zie telefooncentrale.

On-line	Toestand van een randapparaat (printer of modem) waarbij er een directe verbinding is met een computersysteem of netwerk. Tegengestelde van off-line.
Openbare telefoonnet	De onder concessie voor algemeen nut geëxploiteerde infrastructuur voor telefonie.
Optisch-electrische converter	Apparaat dat optische signalen omzet in elektrische signalen en andersom
Overhead	Extra belasting van een systeem die de capaciteit voor gebruikersprocessen doet verminderen
Overspraak	Het effect, dat optreedt wanneer een sterk signaal in het ene aderpaar een zwakker signaal in een ander aderpaar beïnvloedt. Bij telefoongesprekken is dan vaak op de achtergrond een ander gesprek hoorbaar. Bij datatransmissie kan het tot fouten leiden in de overdracht van het signaal. Dit geldt zowel voor analoge als digitale signalen.
Oversubscriptie	Wanneer een bandbreedte van 10 Mbps per gebruiker is toegezegd, en de totale beschikbare capaciteit van een netwerk is 2 Gbps is, kunnen voor een dedicated bandbreedte van 10 Mbps 200 gebruikers worden aangesloten. Sluit de provider 225 mensen aan, dan is per gebruiker eigenlijk maar $(200/225) * 10 \text{ Mbps} = 8,9 \text{ Mbps}$ beschikbaar en hanteert de provider een oversubscriptie van $(10 - 8,9)/10 * 100\% = 11\%$
Packet	Een reeks van bits die als één geheel over een netwerk wordt gestuurd. Zo'n pakketje is meestal slechts een deel van de totale boodschap.
Packet switching	De manier waarop data over het Internet getransporteerd wordt. Een bericht of bestand wordt in pakketjes opgedeeld en volgen elk een niet van tevoren vastgelegde route van de zender naar de ontvanger.
Passief netwerk	Netwerk waarbij een distributie/concentratiestap plaatsvindt zonder actieve elektronica in de wijkknooppunten
Path	Bepaalde weg die moet worden afgelegd om tot de benodigde gegevens te geraken. Vaak een reeks van subdirectories.
Piggybacking	Methode waarbij een bevestiging op een bericht wordt meegezonden met een retourbericht.
Plug and play	Aanduiding voor de gemakkelijke installatie van pc-uitbreidingen
POTS	De gewone analoge telefoondienst via koperdraad. Het signaal gebruikt frequenties van 0 tot 3,3 kHz.
Primair aansluitnet	Gedeelte van het netwerk tussen de nummercentrale en de splitslasmof
Proprietary systeem	Fabrieksspecifiek, dus niet gestandaardiseerd, systeem
Protocol	Een verzameling voorschriften, procedures of conventies waarmee standaarden worden geformuleerd voor gegevensoverdracht tussen communicerende partijen.
PSTN	De publiek toegankelijke lijnen van het gewone telefoonnet.
PtP	Vaste verbinding tussen twee locaties. De basisconfiguratie van elk type vaste verbinding.
QoS	Een gegarandeerde kwaliteit van de geleverde dienst.
Real time	Communicatie zonder of met een niet merkbare vertraging. Verbale communicatie is hiervan een goed voorbeeld.
Received data	Ontvangen gegevens. Daarin kan worden gecontroleerd, of afgesproken codes gelijk zijn met die in de verzonden gegevens om eventuele fouten te detecteren.
Recht van overpad	Zie Erfdienstbaarheid
Reliability	Betrouwbaarheid van het netwerk. Drukt de garantie van beschikbaarheid uit.
Remote access	Toegang verkrijgen tot een andere computer op afstand, via je eigen computer en een telefoonlijn.
Remote node	Alternatieve term voor de kabelverdeelkast in een telefoonnetwerk

Repeater	Netwerktuig dat de signalen ongewijzigd doorstuurt, eventueel versterkt.
Resource	bron
ROI	Investeringsrendement: het terugverdieneffect van een investering
Router	Randapparaat, dat in een netwerk de signalen van verschillende bronnen via de meest efficiënte route naar de gewenste ontvangers stuurt.
Ruis	Ongewenste elektrische signalen die tijdens de transmissie of verwerking van datasignalen worden gegenereerd.
Schaalbaarheid	Mate waarin een computersysteem kan worden uitgebreid in termen van capaciteit en verwerkingskracht.
Search engine	Zoekmachine Hulpmiddel om adhv van trefwoorden bepaalde informatie op het Internet terug te vinden.
Secundair aansluitnet	Gedeelte van het aansluitnet dat loopt van de splitslasmof tot het Abonnee Overgave Punt (AOP)
Server	Computer die één of meerdere diensten aanbiedt (file server, database server, mail server, web server, FTP server). Kan ook slaan op de software die deze dienst mogelijk maakt: accepteert verzoeken van gebruikers en verwerkt deze. Aan een server hangt één of meerdere clients.
Set-top box	opzetkastje Toestel voor op de televisie met een ingebouwde computer die zorgt voor het transport en verwerking van digitale informatie over de televisiekabel.
Shared bandwidth	Aan een groep gebruikers toegekende bandbreedte die verdeeld wordt over die gebruikers van de groep die op een bepaald moment on-line zijn.
Signalering	Verzamelwoord voor alle informatie, die tussen twee telefoontuigstellen of tussen een tuigstel en een bedrijfstelefoon installatie of tussen twee bedrijfstelefoon installaties moet kunnen worden uitgewisseld om het gewenste gesprek te kunnen voeren. Voorbeelden zijn het oproepsignaal, het telefoonnummer, de ruggespraakfunctie, enz.
Single mode glasvezel	Glasvezel die ontworpen is voor de transmissie van een enkele lichtstraal als informatiedrager. Geschikt voor data overdracht over lange afstanden.
SLA	Een overeenkomst tussen een operator en zijn klant, die het minimum niveau van de service omschrijft.
Software	De programmatuur van een computersysteem. Een programma bestaat uit een reeks van instructies.
Spam	de vele e-mail berichten die je ongevraagd krijgt toegestuurd, meestal reclame.
Split/combinatie apparatuur (splitter/combiner)	Een versterker, die in de knooppunten van analoge multipoint-netconstructies zorgt voor het verdelen van het signaal over alle aangesloten routes. Daartoe wordt het bronsignaal 'gesplitst' naar meerdere uitgaande verbindingen, of worden de signalen van meerdere inkomende verbindingen 'gecombineerd' naar een uitgaande verbinding. Per versterker zijn 7 poorten beschikbaar, ze kunnen (in cascade) aan elkaar worden gekoppeld.
Splitslasmof	Ondergrondse kabelverdelers. Vormt het begin van het secundaire aansluitnet
Spraakverbinding	Vaste verbinding voor spraakdoeleinden. Daartoe wordt (afhankelijk van het type) de vaste verbinding voorzien van extra versterkers en overdragers, om het spraaksignaal en de signalering te kunnen transporteren in de infrastructuur.
Stakeholders	Belanghebbenden
Standaardproduct	Landelijk of internationaal geleverd product met landelijk dezelfde prijs, eigenschappen en service.
Sterconstructie	Bepaalde uitvoering van een netconstructie, waarbij alle locaties via rechtstreekse verbindingen met één hoofdlocatie zijn verbonden, maar niet met elkaar.
Straalverbinding	Een gerichte radioverbinding tussen twee punten, die wordt gebruikt voor de

	transmissie van analoge of digitale signalen of voor video. Tussen het zend- en ontvangstpunt dient een vrij straalpad te zijn.
Streaming video	Weergave van bewegende beelden, zonder dat eerst de hele film moet worden ingeladen.
Sustained bitrate	Constance, gegarandeerde bitsnelheid
Switch	Intelligente versie van een netwerkhub. Ze herkent de bron- en bestemmingadressen op de datalinklaag (niveau 2 van het OSI-referentiemodel) en stuurt de berichten enkel door naar de corresponderende poort.
Symmetrisch netwerk	Netwerk dat upstream en downstream een gelijke hoeveelheid bandbreedte beschikbaar stelt aan gebruikers
Symmetrische dienst	Dienst die upstream en downstream een gelijke hoeveelheid bandbreedte vereist
Synchroon	Gelijklopend, bij datacommunicatie moet het bitpatroon door het ontvangende station in hetzelfde tempo worden gelezen als waarmee het is verzonden.
TCP/IP	Verzamelnaam van alle Internetprotocollen. TCP geeft aan hoe informatie moet worden verpakt om te kunnen worden verzonden over het Internet. In IP is de adressering van Internet hosts vastgelegd.
TDM	Transmissietechniek waarbij de gebruikers om beurten, voor een korte tijd, de gehele bandbreedte mogen gebruiken. TDM is uiterst geschikt om digitale signalen te multiplexen.
TDMA	Gelijktijdige transmissies worden met behulp van afzonderlijke toegekende tijdseenheden van elkaar gescheiden
Telco	Telephone Company
Telecom Infrastructuur	Het geheel van kabelverbindingen, straalverbindingen, telefooncentrales, ondersteunende apparatuur en hulpmiddelen de telecommunicatie in Nederland verzorgd wordt.
Telecommunicatie-verbinding	Een vaste of geschakelde verbinding, via welke op elektronische wijze over grotere afstanden informatie kan worden overgedragen.
Telecommunicatie-voorziening	Aanduiding voor een apparaat, dat (mede) de mogelijkheid schept om op elektronische wijze over grotere afstanden informatie over te dragen.
Telecommuting	Engels woord voor telewerken
Telefooncentrale	1. Openbare telefooncentrale (otfc), waarin het telefoonverkeer wordt geschakeld 2. Het gebouw geeft vaak ook onderdak aan de technische systemen, die nodig zijn om vaste verbindingen te maken. Daarom zijn de locaties van de openbare telefooncentrales gekozen als bepalende factor voor het berekenen van het afstand-afhankelijke tarief. 3. PABX of bedrijfstelefooncentrale
Telemedicine	Het verlenen van gezondheidszorg op afstand door gebruikmaking van informatie- en communicatietechnologie (ict)
Telewerken	Werken vanop afstand via telecommunicatie en informatica.
Terabit	$2^{40} = 1,099,511,627,776$ bytes.
Terminal	Een combinatie van beeldscherm en toetsenbord met geen of weinig intelligentie, bedoeld om aan te sluiten op een minicomputer of mainframe.
Throughput	Doorvoersnelheid van een proces, bvb. transmissie of verwerking
Time shared karakter	Systeem waarbij de data direct bij invoer worden verwerkt
Time sharing	De manier waarop mainframes hun verwerkingstijd verdelen over alle aangesloten gebruikers en hun verschillende programma's.
Topologie van netwerk	De fysieke structuur van een netwerk: ster, bus of ring of maas.
Transmissienet	Een netwerk waarover transport (transmissie) van signalen kan plaatsvinden.

Transmissiesnelheid	Zie bitsnelheid of bitrate.
Transmissiewegen	Verbindingen voor het overbrengen van een signaal langs elektrische/elektromagnetische/optische weg. Gebruikte media zijn respectievelijk koperdraad, de ether en glasvezel.
Transmitted data	De daadwerkelijk verzonden gegevens (V.24, pen 2).
Transparant	Bij digitale vaste verbindingen betekent transparant, dat de volledige capaciteit van de vaste verbinding aan de eindgebruiker ter beschikking wordt gesteld.
Transportsnelheid	Zie bitsnelheid.
Trunk	De verbinding tussen twee telefooncentrales
Twisted pair	Vieraderige telefoonkabel met getwiste paren die ook gebruikt wordt bij Ethernet-netwerken. Bestaat met of zonder afscherming: shielded of unshielded
UMTS	Systeem bedoeld voor toepassing in de derde generatie cellulaire telefonienetten, rond 2003. UMTS maakt gebruik van WCDMA en haalt maximaal 2 Mbps
Upgrade	Het vervangen van verouderde hardware-componenten door nieuwe.
Upstream	Overdrachtsrichting van de client naar de server. Tegengestelde van downstream.
Vaste verbinding	Een mogelijkheid voor het directe transport van gegevens tussen twee aansluitpunten, waarvan de totstandkoming niet door de gebruiker via een aansluitpunt kan worden beïnvloed, met inbegrip van de daarvoor benodigde voorzieningen. Een derde kan geen inbreuk maken op de exclusiviteit van een vaste verbinding.
VDSL	Een DSL-technologie in ontwikkeling die tot nog hogere snelheden belooft over korte afstanden: tot 55 Mbps over lijnen van 300 meter.
Verbindingskabel	Kabel tussen het koppelvlak van een telecomprovider en de aan te sluiten randapparatuur met inbegrip van de juiste stekers.
Video bewaking	Geavanceerd kleurenobservatiesysteem voor optimale beeldkwaliteit en met uitgebreide systeemfuncties. De huidige generatie camera's kunnen worden aangesloten op de scart-aansluiting van de TV.
Videoconferencing	Telefonisch overleggen, waarbij de gesprekspartners ook voorzien zijn van beeld.
Virtueel glas/ Virtual fiber	Een netwerk, bestaande uit andere typen verbindingen dan glasvezel (coax, koper, draadloos) maar dat wel de snelheid haalt van een glasvezelnetwerk.
VoIP	Systeem om een internationaal telefoongesprek te voeren. De stem wordt met een PC omgezet naar digitale pakketjes die over het Internet verzonden kunnen worden verstuurd naar een gebruiker elders in de wereld. Sommige bedrijven bieden Internettelefonie aan via een normale telefoon.
WAN	Een landelijk (of zelfs wereldwijd) opererend datacommunicatie-netwerk (openbaar of privé), waarmee diverse locaties met elkaar zijn verbonden via een niet bij de gebruiker in eigendom zijnde infrastructuur.
WDM	Mengt meerdere transmissiekanalen in één glasvezel door meerdere lichtfrequenties tegelijk te gebruiken
Webbrowser	Programma waarmee je webpagina's kunt bekijken. Meest gebruikt zijn Netscape Navigator en Microsoft Internet Explorer.
Wideband (Breedband)	Algemene aanduiding voor een (vaste) verbinding met een zeer grote capaciteit.
Wijkcentrale	laagste orde telefooncentrale. Heet nummercentrale.
Wijkkast	Andere benaming voor de wijkcentrale in een kabelnetwerk

Bijlage II

Actoranalyse

Partij	Doelen	Machtsmiddelen	Subdoelen
Telecomprovider met eigen netwerk	▪ Het telefoonnetwerk zo lang mogelijk blijven exploiteren ▪ Zo veel mogelijk tevreden klanten	▪ Eigenaar van landelijk dekkende infrastructuur tot aan het huis ▪ Naamsbekendheid ▪ klantbinding ▪ Mogelijkheid om breedband over huidige infrastructuur aan te bieden ▪ Samenwerking met KPN is voor veel partijen onvermijdelijk i.v.m. backbone aansluiting en collocatie ▪ Zeer groot marktaandeel op vaste telefoniemarkt ▪ Verticale integratie: infrastructuur en diensten geeft macht ▪ koppelverkoop	▪ Wettelijke beperking inmenging van de overheid in marktontwikkelingen ▪ Snelle ontwikkeling van breedbandtechnologieën over het bestaande aansluitnet. ▪ Samenwerkingscontracten afsluiten met diensten-leveranciers ▪ Betrouwbaar en snel netwerk voor diensten tot aan het huis/bedrijf ▪ Financiële stimulering van breedbandinitiatieven ▪ Afname van diensten ▪ Ontwikkelingen VDSL ▪ Ontwikkeling Etherloop2 ▪ Standaard Etherloop ▪ Behoud van verticale integratie: biedt mogelijkheid tot netwerkbeheersing ▪ Financiële steun van de overheid voor realisatie nieuwe local loop infrastructuur ▪ Risico arme investering
CATV aanbieder	▪ Het kabelnetwerk zo lang mogelijk blijven exploiteren ▪ Zo veel mogelijk tevreden klanten	▪ Eigenaar van regionale dekkende infrastructuur tot aan het huis ▪ Klantbinding ▪ Regionaal monopolie op kabeltoegang ▪ Mogelijkheid om breedband over huidige infrastructuur aan te bieden ▪ Verticale integratie: infrastructuur en diensten geeft macht ▪ Koppelverkoop	▪ Wettelijke beperking inmenging van de overheid in marktontwikkelingen ▪ Snelle ontwikkeling van breedbandtechnologieën over het kabelnetwerk ▪ Samenwerkingscontracten afsluiten met diensten-leveranciers ▪ Betrouwbaar en snel netwerk voor diensten tot aan het huis/bedrijf ▪ (Financiële) stimulering van breedbandinitiatieven ▪ Afname van diensten ▪ Kabel verder geschikt maken voor tweewegverkeer ▪ Upgraden van de CMTS ▪ Ontwikkelingen Narad en maxi-ster. ▪ standaard Narad ▪ Behoud van verticale integratie: biedt mogelijkheid tot netwerkbeheersing ▪ Financiële steun van de overheid voor realisatie nieuwe local loop infrastructuur ▪ Risico arme investering

Partij	Doelen	Machtsmiddelen	Subdoelen
Overige ISP	▪ Zo centraal mogelijke rol vervullen in het netwerk, liefst het netwerk beheersen		▪ Betrouwbaar en snel netwerk voor diensten tot aan het huis/bedrijf ▪ (Financiële) stimulering van breedbandinitiatieven ▪ Ontbundeling van kabel local loop: anders geen toegang tot deze infrastructuur ▪ Behoud van verticale integratie: biedt mogelijkheid tot netwerkbeheersing bij nieuwe infrastructuur ▪ Samenwerkingscontracten afsluiten met diensten-leveranciers ▪ Snelle ontwikkeling van draadloze breedbandtechnologieën ▪ Afname van diensten ▪ Financiële steun van de overheid voor realisatie nieuwe local loop infrastructuur ▪ Risico arme investering
Dienstenproviders	▪ Afname van diensten	▪ Zonder diensten geen winst: infrastructuraanbieders hebben ISP nodig. (gaat alleen op bij het bestaan van concurrentie tussen infrastructuren)	▪ Standaarden voor netwerken: diensten bij vele partijen slijten ▪ Ontbundeling van kabel local loop: meer ISP's dus meer partijen voor onderhandeling ▪ Cognitieve- en affectieve toegankelijkheid bij burgers ▪ Snelle ontwikkeling van breedbandtechnologieën ▪ Samenwerkingscontracten afsluiten met infrastructuur-providers ▪ Financiële steun van de overheid voor realisatie nieuwe local loop infrastructuur
Leveranciers netwerk-apparatuur en beheerssystemen		▪ Het creëren van afhankelijkheid door koppelen van de infrastructuur aan beheerssystemen	▪ Loskoppelen van de infrastructuur- en dienstenlaag = verticale ontbundeling ▪ Koppeling tussen infrastructuur en beheerssystemenlaag ▪ (Financiële) stimulering van breedbandinitiatieven
Aannemers en bouwbedrijven	▪ Aanleggen van een zo fijnmazig mogelijke nieuwe infrastructuur ▪ Zo veel mogelijk werk	▪ Eigendom van graafmaterieel en kennis ▪ Kennis van constructie liggende infrastructuur	▪ (Financiële) stimulering van breedbandinitiatieven ▪ Financiële steun van de overheid voor realisatie nieuwe local loop infrastructuur. (werk!)
Woningbouw-corporaties	▪ Aantrekkelijke woningen: veel vraag ▪ Zorgvuldige bewoners	▪ Eigendom ▪ Zeggenschap ▪ Beslisbevoegdheid	▪ Samenwerkingsverbanden met andere partijen om breedbandinitiatieven te ontplooiën ▪ Breedbandaansluitingen als trekker van woningzoekenden ▪ Integreren van local loop bij het huis: waarde van huizen stijgt arme investering ▪ Financiële steun van de overheid voor realisatie nieuwe local loop infrastructuur

Partij	Doelen	Machtsmiddelen	Subdoelen
Gemeente	▪ Aantrekkelijk leefklimaat voor burgers ▪ Interessante vestigingsplaats voor bedrijven ▪ Gemeente met hoog aanzien	▪ Vage grenzen tussen publiek- en privaat domein maken speelruimte en macht groter ▪ Uitgifte van vergunningen ▪ Geld ▪ Positieve- en negatieve incentives ▪ Zeggenschap openbare ruimte ▪ (Financiële) stimulering van breedbandinitiatieven	▪ Onderlinge samenwerking tussen verschillende partijen uit het waardenetwerk ▪ Vraagbundeling ▪ Breedbandaansluitingen als trekker van bedrijven ▪ Gekozen worden als pilot: imago stijgt ▪ Landelijke subsidies ▪ Realisatie van een breedbandnetwerk naar elk huis: kwaliteit van gemeente omhoog ▪ Breedband naar bedrijfsterreinen: aantrekkelijk voor bedrijven ▪ (Financiële) stimulering van breedbandinitiatieven ▪ Financiële steun van de overheid voor realisatie nieuwe local loop infrastructuur ▪ Risico arme investering
Rijksoverheid	▪ Nederland aantrekkelijk als industrieland ▪ Geen omvangrijke bindende investeringen	▪ Wet- en regelgeving ▪ Vage grenzen tussen publiek- en privaat domein maken speelruimte en macht groter ▪ Uitgifte van vergunningen ▪ Geld ▪ Positieve- en negatieve incentives ▪ Zeggenschap openbare ruimte ▪ (Financiële) stimulering van breedbandinitiatieven	▪ Marktwerking ▪ Horizontalisering ▪ Gericht investeren ▪ Goed verloop van initiatieven op gemeentelijk niveau
Gebundelde eindgebruikers	▪ Op eenvoudige wijze zoveel bandbreedte als gebruiker nodig heeft voor de door hem gewenste diensten tegen betaalbare prijs ▪ Er op vooruit gaan	▪ Overstappen naar de concurrent bij tegenvallende prestaties ▪ Zonder afnemers geen inkomsten voor dienstverleners ▪ Betalingsbereidheid ▪ Hindermachten	▪ Ontbundeling van de local loop ▪ Betrouwbaar en snel netwerk voor diensten tot aan het huis ▪ Hoge mate van service ▪ Hoge mate van keuzevrijheid ▪ Verticale ont koppeling ▪ Betaalbare prijs ▪ Oude apparatuur blijven gebruiken ▪ Gebruiksgemak ▪ Kwaliteit van diensten, ▪ Betrouwbaarheid en QoS ▪ Geen 'gedwongen' afname ▪ Geen overlast door graafwerkzaamheden ▪ Geen derving van woongenot en inkomsten

BIJLAGE III

Beschrijving van factoren die het 6-Drempelmodel beïnvloeden

Drempel 1: Geschiktheid

Technische factoren

- *Technische toegankelijkheid*

Wanneer een gebruiker niet beschikt over de verschillende vaardigheden die nodig zijn om een bepaalde technologie te gebruiken, dan zal de gebruiker het communicatiemedium, waarbij voor gebruik omgang met deze technologie benodigd is, niet kiezen als medium. Voor deze gebruiker is het communicatiemiddel dus niet geschikt, ook al sluiten de eigenschappen van het communicatiemedium nauw aan bij de eigenschappen van de te verzenden boodschap en/ of informatie.

- *Complexiteit*

De complexiteit van de te verzenden informatie moet overeenkomen met de complexiteit die een medium kan verwerken. Is de informatie complexer, dan kan het medium de informatie niet goed versturen, waardoor fouten en vertragingen ontstaan. Indien het medium een grotere complexiteit aan kan dan de complexiteit van de informatie, dan is er in principe geen probleem, wel zal dit medium qua geschiktheid concurrentie ondervinden met alternatieve media met minder complexiteitverwerkend vermogen. Een voorbeeld van een erg complexe boodschap is streaming video, een voorbeeld van niet complexe informatie is het versturen van een tekstbericht via e-mail.

- *Plaatsafhankelijkheid*

In welke mate het (on)gewenst is dat bij informatieoverdracht de 'zender' en 'ontvanger' van de boodschap zich op dezelfde plaats bevinden, bepaalt tevens of een medium wel of niet geschikt is.

Plaatsafhankelijke communicatie heeft als eigenschap dat de communicerende partijen zich op dezelfde plaats bevinden gedurende de communicatie (een face to face gesprek); plaatsonafhankelijke communicatie bezit deze eigenschap niet (tele- of videoconferencing, e-mail, fax).

- *Synchroniteit*

Communicatie is synchroon, wanneer meerdere partijen tegelijkertijd communiceren, hetgeen het geval is bij telefonie, en tele-of videoconferencing. Indien de communicatie na elkaar verloopt, zoals bij e-mail, is er sprake van asynchrone communicatie.

- *Overige eigenschappen*

Soms is het zeer gewenst dat er sprake is zeer persoonlijk contact, waardoor, wanneer face-to-face contact niet mogelijk is, alleen die transmissiemedia in aanmerking komen die dit face-to-face contact zo goed mogelijk kunnen benaderen. Bij het voeren van een persoonlijk gesprek komt de telefoon het dichtste bij, aangezien het spraakelement hier het belangrijkste is. Een geschikt medium is een dedicated telefoonlijn, zonder storingen en vertraging. Maar bij het laten zien van een kledingstuk aan iemand op afstand (bijvoorbeeld door vriendin A aan vriendin B, of door een postorderbedrijf aan een klant middels een catalogus voor e-winkelen), is het visuele element veel belangrijker. Een medium dat beelden met goede kwaliteit redelijk snel over kan sturen komt hier eerder in aanmerking. Een analoge telefoonlijn is voor direct een gesprek heel geschikt, maar minder voor het overzenden van foto's met goede beeldkwaliteit.

- *Real-time eigenschap*

Real-time houdt in dat er direct gecommuniceerd kan worden, zonder vertraging. Het bekendste voorbeeld is het voeren van een face-to-face gesprek. Een real-time gesprek is ook (met

verwaarloosbare vertraging) mogelijk via een dedicated analoge telefoonlijn. Maar ook Internet is een real-time medium, net als teletekst, radio en televisie. Nieuws kan via deze media gepubliceerd worden op het moment dat het gebeurt. Bij belangrijke sportwedstrijden is het real-time element erg belangrijk, deze elementen worden dan ook altijd live uitgezonden. Een speelfilm daarentegen kan op ieder moment van de dag bekeken worden en zal dus in de programmering moeten wijken voor de wedstrijd.

- *Privacy*

Met de snelle ontwikkelingen van ICT -technologie dringt zich ook in de wereld steeds vaker de vraag op wat voor gevolgen dit heeft voor de privacy van de gebruiker. Een belangrijk aspect bij communicatie is de privacy die geboden wordt door het medium waarover de communicatieoverdracht plaatsvindt. In het bedrijf kunnen hogergeplaatste personen inzage hebben in mailboxen. Op grotere schaal hebben ISP's maar ook hackers vrije toegang tot informatiestromen en persoonlijke gegevens van gebruikers over het Internet. In februari 1998 werd openbaar dat het Echelon- af luistersysteem onder auspiciën van de Amerikaanse elektronische spionagedienst, praktisch al het elektronische berichtenverkeer in de wereld af luistert. De privacy van gebruikers komt hierdoor zwaar onder druk te staan. Hoe minder het 'Big Brother' gevoel speelt rondom een medium, des te eerder zal dit medium gekozen worden voor persoonlijke informatieoverdracht.

Financiële factoren

- *Kosten van complexiteit, plaatsafhankelijkheid en synchroniteit*

Alle eigenschappen van een medium vereisen toepassing van een bepaalde technologie. Hoe complexer de boodschap die verzonden moet worden, hoe meer bandbreedte beschikbaar moet zijn en hoe geavanceerder de technologie. De toepassing van deze technologieën in een netwerk kosten geld. Ook voor mobiliteit moet een bedrag neergeteld worden. Aan de ontwikkeling van devices die geschikt zijn voor mobiele communicatie is een bedrag verbonden, tevens aan de bouw en het onderhoud van het netwerk, etc. Deze kosten worden verhaald op de gebruikers van het netwerk. Wanneer een gebruiker mobiel wil bellen, moet hij een aparte device kopen en een apart abonnement aansluiten. Voor extra diensten als mobiel internet, moet wederom door de gebruiker extra betaald worden. Ook synchroniteit vereist bepaalde eigenschappen van een medium, die eveneens ontwikkeld en beheerd moeten worden. De extra kosten die deze eigenschappen opleveren voor de aanbieder, worden vertaald in de prijs die de gebruiker voor deze transmissiemedia betaalt.

Marktfactoren

- *Gewenste communicatievorm*

Binnen het spel van vraag en aanbod speelt de vraag welke vormen van communicatie gewenst zijn door gebruikers. Wanneer aanbieders inspelen op deze vraag van de markt, is er sprake van een vraaggestuurde markt. Ook kan het zo zijn, dat aanbieders met nieuwe technologie komen en vervolgens de markt zover proberen te krijgen dat zij de nieuwe technologie gaan gebruiken. De markt is nu aanbod gestuurd. Men spreekt in dit laatste geval ook wel van een 'technology push'.

Juridische factoren

- *Privacy eisen*

Om de privacy van gebruikers van een transmissiemedium te waarborgen, zijn er wetten opgesteld ter bescherming van de persoonlijke gegevens van deze gebruikers. Op 1 september 2001 is de Wet bescherming persoonsgegevens in werking getreden. Deze wet vormt de implementatie van de Europese Richtlijn 95/46/EC van 24 Oktober 1995 inzake de bescherming van individuen met betrekking tot de verwerking van persoonsgegevens en de vrije verplaatsing van deze gegevens.

Drempel 2: Fysieke toegankelijkheid

Technische factoren

- *Risico benadering van investeerders*

Er zijn anno 2002 verschillende mogelijkheden aanwezig om breedband op het aansluitnet te realiseren. Voorbeelden zijn het upgraden van de CATV kabel, nieuwe technologieën voor koper, verschillende glasvezeltechnieken, draadloze systemen en een veelvoud aan hybride vormen.

De meeste van deze technieken bevinden zich echter pas in een vroegtijdig stadium van ontwikkeling, sommige bevinden zich zelfs nog in een R&D stadium (vb: WDM PON). Als zij al op de markt gebracht zijn, is dit veelal in de vorm van leveranciersspecifieke implementaties, aangezien er nog geen standaard voor de techniek ontwikkeld is (vb: EPON, VDSL). Dit maatwerk resulteert in zeer hoge prijzen. Implementatie van de technieken vergt vaak grote aanpassingen aan het huidige netwerk en nieuwe aansluitapparatuur bij de eindgebruikers, welke nog niet voor alle technieken ontwikkeld is.

Veel aspecten van de verschillende infrastructuren zijn nog niet belicht. Zo bestaat er geen eenduidig oordeel over de werkelijk beschikbare capaciteit van de potentiële vervangers van het huidige toegangsnet. Tevens is niet bekend wanneer de nieuwe technologieën voorhanden zullen zijn en tot op welk niveau de kosten ervan op afzienbare termijn zullen dalen.

De verwachting is, dat de nu in ontwikkeling zijnde apparatuur binnen een aantal jaar beschikbaar is en dat de kosten binnen een periode van een aantal jaren drastisch zullen dalen.

De onzekerheid over de technische (on)mogelijkheden binnen een aantal jaren brengt potentiële investeerders in een afwachtede houding, waardoor aanleg op zich laat wachten. Nu, met de huidige stand van de techniek, beginnen, kan resulteren in een overbodig hoge investering in vergelijking met de situatie over een aantal jaren. Ook bestaat de kans op het verkeerde paard te wedden, wanneer bijvoorbeeld een andere standaard gekozen wordt dan verwacht werd op het moment van implementatie of nog niet eerder naar voren gekomen beperkingen van de gekozen techniek naar voren komen. Dit zou de reeds gedane investering zinloos kunnen maken. Hier tegenover staan uiteraard first mover advantages maar de huidige technische en financiële onzekerheid drijft investeerders toch richting een risico- aversieve houding. Gezien het feit dat juist aanleg van infrastructuur leidt tot fysieke toegankelijkheid, is deze afwachtede houding aanwijsbaar als directe remmende factor voor de ontwikkeling van fysieke toegankelijkheid.

Hiernaast wordt de afwachtede houding van de huidige providers versterkt door het feit dat het probleem op dit moment nog niet speelt. Het probleem is gesitueerd in de toekomst: de huidige capaciteit is nog ruim voldoende.

- *Benodigd graafwerk*

Graafwerk dat nodig is om een infrastructuur aan te leggen, vergt veel tijd, geld en overlast. Infrastructuurproviders krijgen te maken met het proces voor het verkrijgen van graafrechten, precarioheffingen, wellicht bezwaarschriften van bewoners (hinder machten). Graafwerk gaat gepaard met hoge kosten voor de heffingen maar ook voor het weer dichtleggen van de straat. Tevens vergt graafwerk veel tijd. Hoe meer graafwerk er verricht moet worden, des te langer duurt het dus voordat de infrastructuur toegankelijk is.

- *Aantal aansluitpunten*

Het aantal aansluitpunten op het netwerk geeft aan hoeveel mensen en in welke gebieden mensen toegang hebben tot de infrastructuur. Hoe meer aansluitpunten, des te groter de fysieke toegankelijkheid.

- *Aansluiting op de huidige apparatuur*

Als er middels de huidige apparatuur in de straatkasten maar ook bij de eindgebruikers thuis, toegang kan worden verkregen tot de nieuwe infrastructuur en de nieuwe diensten, dan wordt de fysieke toegankelijkheid sneller gerealiseerd dan wanneer er allerlei aanpassingen benodigd zijn. Te denken valt aan nieuwe elektronica in straatkasten en set top boxen, modems en

nieuwe huisbekabeling bij eindgebruikers. Ook de noodzakelijke aanschaf van bijvoorbeeld snellere computers of nieuwe randapparatuur valt onder deze factor.

- *Beschikbaarheid van de infrastructuur*

Beschikbaarheid is een eerste vereiste voor fysieke toegankelijkheid: wanneer de infrastructuur niet beschikbaar is, kan er ook geen toegang worden verkregen tot de infrastructuur.

Financiële factoren

- *Investeringspotentieel in de huidige telecommunicatiesector*

Een belangrijke oorzaak van stagnatie van de aanleg van FttH is de financiële situatie waarin Nederland en de rest van de westerse wereld verkeren. Veranderingen in de conjunctuur zijn slechts beperkt voorspelbaar en hiermee ook het moment dat het economisch klimaat weer aantrekkelijker wordt.

De vereiste hoge investeringen zijn door de huidige private marktpartijen niet op te brengen. De gevestigde telecommunicatie- en kabelbedrijven verkeren momenteel financieel in moeilijke tijden en zijn nauwelijks in staat zelfstandig te investeren in nieuwe infrastructuur in de local loop.

Het vanuit Europa opgelegde liberaliseringsproces heeft in ons land de vooruitgang echter juist afhankelijk gemaakt van het investeringsgedrag van deze marktpartijen, waardoor het investeringspotentieel in de markt op dit moment erg laag is.¹

De local loop het meest kostbare gedeelte van het telecommunicatienetwerk, aangezien de infrastructuur hier zeer fijnmazig is. De local loop wordt niet met een grote groep mensen gedeeld, zoals de rest van het telefoon- en kabelnetwerk. De opbrengsten per aangelegde meter lijn zijn dus beperkt. Het geschikt maken van de local loop voor breedbanddiensten vereist hoge investeringen met een lange terugverdientijd. De totale kosten van de aanleg van glasvezel op de local loop worden door de Commissie Andriessen geschat op 7,2 miljard euro. Ook alternatieven vergen hoge investeringen.

- *De sense of urgency*

Door de slechte ontwikkelingen in de telecommunicatiesector en de algemene malaise van de economie, willen bedrijven, indien zij investeren, alleen dan investeren wanneer zij zeker zijn van een snelle Return on Investment (ROI), met andere woorden, daar waar de diensten rendabel zijn. Het implementeren van infrastructuur slechts daar waar zij rendabel is, is ook bekend als "cherry picking". Investeerders begeven zich op dit moment alleen op die terreinen waar veel data gegenereerd worden, zoals de grote bedrijventerreinen en kantoorgebouwen.

De slechte economische toestand heeft ertoe geleid, dat de sense of urgency in de telecommunicatiesector met name ligt bij het genereren van geld, het aflossen van schulden en het hiermee zo positief mogelijk maken van de cashflow. De sense of urgency is sterk gericht op het korte- termijnbeleid. Voor een probleem over 10 jaar is geen ruimte wanneer niet duidelijk is wat het bedrijf nu moet ondernemen om over 10 jaar nog te bestaan.

De motivatie voor service providers om nieuwe gebieden te ontsluiten met meer bescheiden geprijsde diensten als DSL, RDSL² en kabelmodem, zijn enkel gebaseerd op het potentieel van een return on investment binnen ongeveer 2 jaar. Dit heeft zich vertaald in een trage migratie van diensten naar die gebieden waar de vraag van bedrijven naar de verschillende beschikbare diensten het aanbod hiervan heeft doen toenemen. Naar woonwijken of gebieden met kleinere bedrijfsgebieden heeft geen wezenlijke migratie van deze diensten plaatsgevonden.³

- *Prijs van de eindapparatuur*

Wanneer de apparatuur die aangeschaft moet worden om toegang te krijgen tot het medium en gebruik te kunnen maken van de aangeboden diensten hoog is, heeft dit een negatieve invloed op de financiële toegankelijkheid. Er moet een hoge prijs betaald worden voor de benodigde apparatuur, hetgeen een financiële drempel opwerpt voor gebruikers om de techniek, het

¹ Internetwitboek 2002-2006, 2001

² RDSL = Reach DSL

³ Digital Rivers Final Report, 2002

medium of de dienst te gaan gebruiken. Een gemiddelde eindgebruiker uit de early of late majority zal eerder neigen naar blijvend gebruik van de -iets minder geavanceerde- apparatuur die hij reeds bezit dan voor veel geld nieuwe apparatuur aanschaffen terwijl de oude nog bruikbaar is.

- *Prijs van toegang tot de infrastructuur*

De kosten van de aanleg en het onderhoud van de infrastructuur worden (deels) doorberekend aan de gebruiker van de infrastructuur. Dit kan middels het innen van belasting, zoals gebeurt bij het kijk- en luistergeld, of via abonnementen. Ook kan de infrastructuurprovider de door hem gemaakte kosten doorberekenen aan dienstenproviders die diensten over zijn infrastructuur willen aanbieden. De prijs die de eindgebruiker vervolgens betaalt voor de toegang tot de infrastructuur is dan ondergebracht in de prijs van de diensten.

- *Prijs van gebruik van de infrastructuur*

Aan de ISP's die 'gratis' internet aanbieden, betaalt de eindgebruiker weliswaar geen toegangsprijs voor het medium maar wel wordt hij afgerekend voor iedere seconde die hij gebruik maakt van de telefoonlijn. Dit is de prijs die de gebruiker betaalt voor gebruik van het medium. Ook bestaat de mogelijkheid dat een gebruiker van tevoren een bepaald bedrag aan de provider betaalt voor een van tevoren vastgesteld aantal minuten dat hij het medium mag benutten. Bij internet spreekt men in dit geval van 'flat fee', bij mobiele telefonie van 'prepaid' of 'belbundels'.

- *Afschrijving van de huidige netwerken*

Voor de huidige marktpartijen die geïnvesteerd hebben in de liggende infrastructuur is het aantrekkelijker om deze zo lang mogelijk te kunnen blijven exploiteren. Het is op korte termijn gunstiger voor deze financieel zwakke partijen om op hun reeds gedane investeringen winsten te boeken dan grootschalig te investeren in een potentiële toekomstige inkomensbron op lange termijn.

De traditionele businessmodellen waarin de gedane investeringen in infrastructuur terugverdiend worden uit eigen exploitatie van content- en toegevoegde waardediensten, lijken in het toekomstige breedbandtijdperk hierdoor ontoereikend.⁴

Marktfactoren

- *Onzekerheid bij potentiële investeerders omtrent de toekomstige vraag*

Onduidelijkheid voor marktpartijen inzake toekomstige behoeften van gebruikers kan leiden tot een vertraging bij het uitrollen van breedbandtechnologieën in het toegangsnet. Daar staat tegenover dat 'first-mover effecten', met name in relatie tot de exploitatie van verschillende toegangsnetten, een belangrijke drijfveer zijn bij investeringsvraagstukken.⁵

De ontwikkeling van de toekomstige vraag naar breedbandcapaciteit is moeilijk in te schatten. De investeringskosten voor de aanleg van nieuwe breedbandinfrastructuren zijn hoog, de inkomsten uit exploitatie van nieuwe diensten onzeker en het is nog deels onbekend hoeveel de consument uiteindelijk wil betalen voor nieuwe breedbanddiensten.

- *Onzekerheid bij marktpartijen omtrent de eigen positie binnen de waardeketen*

Het proces dat doorlopen moet worden voordat de infrastructuur er ligt en er verschillende diensten over draaien, wordt gekenmerkt door een breed scala aan partijen met verschillende belangen, doelstellingen en eisen, welke ook nog veranderen in de loop van het proces. Er is geen sprake van een waardeketen, waarbij slechts opeenvolgende afhankelijkheden bestaan maar van een waardenetwerk, waarbij alle partijen zich direct dan wel via een andere partij afhankelijk weten van elkaar. Hoewel partijen nauwelijks inzicht hebben in de partijen binnen het netwerk, hun afhankelijkheden en de doelen en middelen van andere actoren in het waardenetwerk, is alleen door intensieve samenwerking tussen alle partijen realisatie van een breedbandige infrastructuur over de local loop mogelijk. Dit brengt partijen in een uiterst lastige situatie waarin het voor hen zeer moeilijk is hun positie binnen het netwerk te bepalen.

⁴ Expertgroep Breedband, 2002

⁵ Netwerken in cijfers, 2000

Als voor partijen niet duidelijk is welke rol zij gaan spelen in een ontwikkelingsproces en met welke actoren zij te maken zullen krijgen, dan leidt dit tot grote onzekerheden, wat de investerings- en deelnamebereidheid van partijen sterk kan verminderen, aangezien de huidige financiële situatie van vele partijen zich niet leent voor het nemen van enig risico.

De breedbandmarkt verkeert op dit moment in een dergelijke situatie. Het is niet duidelijk hoe onder verschillende omstandigheden het waardenetwerk ingevuld moet worden. Er bestaat geen algemeen inzicht in de complexiteit van de situatie en de afhankelijkheden en wisselwerkingen tussen actoren door de gehele waardeketen.

- *De vraag naar en het aanbod van infrastructuur*

Hier is sprake van een traditioneel marktmechanisme: indien de vraag naar breedbandige infrastructuur zodanig is dat infrastructuurprovider er een aantrekkelijke businesscase in zien, dan zal het aanbod toenemen, waardoor de fysieke toegankelijkheid toeneemt. Wanneer de vraag niet op gang komt, biedt de markt voor slechts weinig aanbieders een winstgevende business case en zal het aantal aanbieders stagneren op een laag niveau. Hiermee blijft tevens de fysieke toegankelijkheid beperkt tot de winstgevende plekken, zoals de grote steden maar vooral de bedrijfsterrinen.

Bestuurlijke factoren

- *De interventiemogelijkheden van de overheid*

Het is de overheid om concurrentievervalsing te voorkomen, wettelijk verboden in te grote mate als investerende partij op te treden. Er zijn regels opgesteld omtrent marktactiviteiten van overheidsorganisaties om concurrentievervalsing te voorkomen. Op 13 oktober 2001 is een voorstel ingediend voor "De wet markt en overheid".⁶ Hoofdstuk 2 van deze wet bepaalt dat het verrichten van marktactiviteiten door overheidsorganisaties slechts is toegestaan in specifieke gevallen. Deze gevallen worden gegeven in de artikelen 4 t/m 8 van het wetsvoorstel. De overheid staat echter welwillend tegenover breedbandinitiatieven voor de local loop. Het tijdig inzetten van de ontwikkeling van het breedbandnet kan namelijk van grote betekenis zijn voor de Nederlandse samenleving en economie. Diensten als e-government en electronic health care, teleleren en –werken worden hiermee mogelijk gemaakt.

- *Duur van het vergunningsproces*

Hoe meer tijd het proces van het verkrijgen van de benodigde vergunningen in beslag neemt, hoe langer het duurt voordat fysieke toegankelijkheid gerealiseerd kan worden.

Juridische factoren

- *Onzekerheid omtrent wetten*

Het ontbreken van helder inzicht in het wettelijke kader werkt drempelverhogend voor potentiële investeerders. Voor initiatieven van nieuwe, concurrerende infrastructuren bestaat geen specifieke regelgeving maar wel zijn verschillende wetten van toepassing op de aanleg van infrastructuur, openbare netwerken, content, marktinrichting, mededinging, etc. Ook van op handen zijnde wetgeving als de Wet Cohen en het nieuwe Europese regelgevingskader is niet duidelijk welke gevolgen zij (kunnen) hebben op de ontwikkeling van breedbanddiensten naar het huis en op welke wijzen deze artikelen te interpreteren. Vragen die kunnen rijzen bij marktpartijen zijn:

- Wat is nu en in de toekomst de invloed van de huidige Telecommunicatiewet en Mededingingswet op breedbandinitiatieven?
- Zijn de geplande initiatieven nog mogelijk binnen nieuwe EU wetgeving en op welke punten kunnen beperkingen te verwachten zijn?
- Is het mogelijk dat gedane investeringen door vooralsnog onbekende onrechtmatigheid niet kunnen leiden tot de gewenste vormgeving van de infrastructuur of inrichting van het waardenetwerk?

⁶ Tweede Kamer, 28050, nr.1 en 2

- *Erfdienstbaarheid van overpad*

Binnen een gemeente heeft erfdienstbaarheid van overpad betrekking op gemeenschapsgronden en vergoedingen voor het openen en sluiten van straten. Vrijwel elke gemeente hanteert een vergoeding voor het opengraven van een straat. Deze vergoeding van vast of variabel zijn, afhankelijk van de hoeveelheid graafwerk. Contractanten zijn altijd verplicht om de straat in haar originele staat terug te brengen.⁷

Overige factoren

- *Geografische spreiding*

Wanneer de aansluitpunten meer verspreid zijn over een land, is de infrastructuur fysiek toegankelijker. Daarnaast zal de infrastructuur zich sneller fijnmazig vertakken op landelijk niveau, wanneer de hoofdwegen verspreid zijn over een het hele land.

- *Hindermachten*

De eigenschap van vergunningsprocessen dat zij zere veel behandelingstijd vergen, wordt door sommige partijen uitgebuit om de aanleg van infrastructuur zo lang mogelijk te verhinderen. Er is in dit geval sprake van hindermachten. Het kan hier gaan om bewoners die geen aanleg van infrastructuur in hun straat willen en een bezwaar indienen tegen de aanleg met de eis van schade vergoeding aan een omwonende wegens het derven van woongenot door openliggende straten, verwoeste tuinen en geluidsoverlast. Ook eigenaars van MKB bedrijven in de binnensteden kunnen een bezwaar indienen wegens gederfd of te derven inkomsten als gevolg van het openliggen van de straten, waardoor hun winkels niet meer goed toegankelijk zijn. Maar ook gemeenten die geen graafwerk in hun gemeente willen, kunnen veel extra eisen stellen aan de infrastructuurproviders, zodat de drempel tot aanleg aanzienlijk verhoogd wordt. Deze en andere hindermachten kunnen het proces van aanleg en ontwikkeling bewust vertragen, waardoor de fysieke toegankelijkheid uitblijft.

Tevens bestaan er zogenaamde logistieke of geografische hindermachten of belemmeringen. Voorbeelden hiervan zijn het weer, moeilijke bodemsoorten, natuurgebied, treinrails, rivieren, wegen en kanalen. Deze geografische belemmeringen kunnen vertragingen veroorzaken wanneer bijvoorbeeld een stuk infrastructuur moet worden omgelegd in verband met een spoorwegovergang of wanneer door vorst de grond zo hard is dat er niet gegraven kan worden.

Drempel 3: Technische toegankelijkheid

Technische factoren

- *Eenvoud/ toegankelijkheid van de apparatuur*

Wanneer de apparatuur die nodig is om het medium te gebruiken eenvoudig te bedienen is, is deze apparatuur technisch toegankelijker dan apparatuur die zeer ingewikkeld te bedienen is. Eenvoudige apparatuur nodigt meer uit tot gebruik.

- *Overeenkomst met huidige apparatuur*

Des te meer het gebruik van de nieuwe apparatuur overeenkomt met de huidige apparatuur, des te eenvoudiger is het voor eindgebruikers om van het huidige naar het nieuwe medium over te stappen. Wanneer voor omgang met het nieuwe medium veel bijgeleerd moet worden, is de drempel om over te stappen groter en valt men ook sneller weer terug op gebruik van het bekende medium.

- *Vindbaarheid van informatie*

Wanneer een gebruiker toegang wil krijgen tot bepaalde informatie, zal hij hiervoor een medium gebruiken waarmee hij de informatie zo snel mogelijk bereikt. Wanneer de informatie die hij zoekt moeilijk te vinden is, vergt het zoekproces veel energie, wat een drempel vormt voor de toegankelijkheid van het medium. Het gaat hier tevens om de begeleiding van het zoeken naar

⁷ Digital Rivers Final Report, 2002

informatie door middel van bijvoorbeeld zoekprogramma's en de hanteerbaarheid daarvan, wizards, vormgeving van handleidingen, etc.

- *Medium is gebruiksvriendelijk*

Een technologie is gebruiksvriendelijk, wanneer iemand met weinig ervaring de apparatuur meteen kan gebruiken zonder daarvoor eerst een uitgebreid handboek door te moeten bladeren. Eigenschappen zijn bijvoorbeeld dat de benodigde apparatuur eenvoudig te monteren en aan te sluiten is, veilig is en de bediening ervan inspeelt op intuïtieve handelingen. Zo is de intuïtieve betekenis van een rode knop "fout, gevaar, stoppen of uit" en van een groene knop "goed, doorgaan of aan". Het drukken van de enterknop betekent 'doorgaan', etc. Mooie vormgeving en kleuren zijn tevens uitnodigend voor gebruik. Veel aspecten op de gebieden van ergonomie en mens- computer interactie spelen hierbij een belangrijke rol.

Er bestaat een onderscheid tussen twee complementaire vormen van gebruiksvriendelijkheid, met name 'instapvriendelijkheid' en 'leervriendelijkheid.' Een grafische interface kan gebruiksvriendelijk zijn omdat hij de instapdrempel tot het gebruik van ICT verlaagt, maar is vaak al snel niet leervriendelijk meer omdat hij de veelvuldige gebruiker niet leidt naar een efficiënter en onafhankelijker ICT- gebruik.

- *Kwaliteit van de mens-machine interface*

De user interface is het best te omschrijven als een overbrugging tussen mens en machine. Met deze overbrugging bedoelen we de mogelijkheid tot communiceren met een machine die geen ogen of oren heeft. Dit kan op veel manieren geschieden, bijvoorbeeld door een toetsenbord. Het visueel begeleiden van gebruikers door middel van icoontjes, is een voorbeeld van een gebruiksvriendelijke interface, een bekende toepassing hiervan is Windows. Een goede mens-machine interface zorgt mede voor een goede technische toegankelijkheid van het betreffende systeem.

Door de jaren heen zijn de 'communicatiemiddelen' oftewel interfaces steeds verder ontwikkeld. De eerste computer had het draaien aan een tandwiel als communicatiemiddel. Inmiddels zijn deze tandwielen vervangen door toetsenbord en muis of zelfs een 'conversational interface' waarmee men in staat is mondelinge communicatie met een apparaat te voeren.

- *Eenvoud en kwaliteit van de userinterface*

De userinterface is de verbinding tussen een gebruiker en een (computer)programma. Een interface is een verzameling commando's of menu's door middel waarvan de gebruiker met een programma communiceert. Bij een commandogedreven interface voert de gebruiker commando's in, bij een menugedreven interface selecteert de gebruiker commandokeuzes binnen verschillende menu's die op het scherm afgebeeld worden.

De user interface is één van de belangrijkste delen van ieder programma, omdat het bepaalt hoe eenvoudig een gebruiker een programma kan laten doen wat hij wil. Een krachtig programma met een slecht ontworpen user interface heeft weinig waarde. Grafische user interfaces (GUIs) die gebruikmaken van vensters, iconen en pop-up menu's zijn standaard geworden op personal computers.⁸

Financiële factoren

- *Kosten en prijs van de benodigde apparatuur, interfaces, ontwikkelingen, etc.*

Aan het ontwikkelen van nieuwe communicatiemiddelen voor de mens-machine dialoog wordt veel aandacht en geld besteed. Er is voortdurend onderzoek gaande naar het verbeteren van de bestaande technieken en het bedenken van nieuwe methoden van communicatie.

Toch zijn deze interfaces nog steeds voor verbetering vatbaar. Dit gebeurt geleidelijk met steeds kleinere aanpassingen aan bestaande interfaces, bijvoorbeeld door het draadloos of optisch maken van apparatuur.

⁸ http://www.webopedia.com/TERM/u/user_interface.html

Marktfactoren

- *Aanbod van gebruiksvriendelijke apparatuur*

Of technische toegankelijkheid mogelijk is, hangt er uiteraard van af of er ook gebruiksvriendelijke apparatuur op de markt wordt aangeboden. Is deze niet tegen marktprijs verkrijgbaar, dan vormt dit een grote drempel voor de toegankelijkheid. Het aanbod van deze apparatuur hangt op zijn beurt weer af van de vraag ernaar. Is er vraag naar de nieuwe technologie en wordt de gebruiksvriendelijke apparatuur verkocht, dan zal het aanbod, alsmede de ontwikkeling ervan toenemen.

- *Kennis over de gebruiker*

De keuzemogelijkheden voor communicatiemethoden zijn zo groot geworden, dat het moeilijk is een consistente, intuïtieve interface te ontwerpen. Om een bruikbare user interface te ontwikkelen, is basiskennis nodig op het gebied van de menselijke perceptie, geheugen en aandacht. Deze kennis leidt tot ontwerpprincipes voor interfaces. Om apparatuur te kunnen ontwikkelen die is toegesneden op eindgebruikers, is kennis nodig over deze gebruiker. Hier komen verschillende aspecten aan de orde, als mens- computer interactie, ergonomie, industrieel ontwerpen en psychologie.

Bestuurlijke factoren

- *Interventiemogelijkheden van de overheid*

De overheid kan geen directe invloed uitoefenen op de technische toegankelijkheid van technologie maar kan wel indirect stimuleren dat zij verbetert. Mogelijkheden hiervoor zijn het beschikbaar stellen van financiële middelen voor het opzetten van Twinning projecten. Ook op andere gebieden kan de overheid haar R&D beleid aanpassen. Hiernaast kan de overheid optreden als informatieverstrekker en middels campagnes en beleid het techniek binnen het lager- en middelbaar onderwijs, en van het volgen van technische opleidingen hierna stimuleren.

Juridische factoren

- *Licenties*

Niet-commerciële besturingssystemen (zoals Linux) kunnen probleemloos toepassings-programmatuur (zoals, bijvoorbeeld, de LATEX tekstverwerker, of de BlueFish HTML-editor) op één enkele computer installeren en deze toch gebruiken op alle andere computers van het netwerk. Dit biedt voordelen voor de gebruikers (een ruimer gamma aan beschikbare programma's, op een ruimer gamma aan computers), maar ook voor de systeem-verantwoordelijken, wiens installatie- en onderhoudsinspanningen drastisch gereduceerd worden.

Veel commerciële software is echter gelicenseerd. Deze licentie zorgt ervoor dat software van de licentiehouders slechts op één enkele computer mag draaien en niet zomaar kan worden gekopieerd. Wanneer de software wel zonder licentie op een tweede PC draait, is er sprake van een illegale kopie. Commerciële PC software legt kunstmatige beperkingen op aan de gebruikers in die zin, dat verspreiding van kennis hierdoor wordt vertraagd.

Het uitgeven van licenties heeft een tweezijdige werking. Enerzijds biedt het een garantie voor bedrijven om hun gedane investeringen terug te kunnen verdienen maar anderzijds remt het de grootschalige toepassing van dergelijke technische bevindingen.

- *Patenten⁹*

Een andere kunstmatige beperking aan de vrije verspreiding van kennis en software komt vanuit een andere juridische hoek: de explosie aan software patenten. Voor voldoende kapitaalcrachtige ondernemingen is het al een hele tijd mogelijk om patenten te nemen op welk soort technische ontwikkeling dan ook (met inbegrip dus van software, zakentechnieken en onderwijsmethoden).

⁹ Een *patent* is een van de overheid verkregen monopolie op een *idee* of uitvinding; een *copyright* is een monopolie op *één specifieke uitvoering* van een idee

In de praktijk komt het er dus op neer dat in feite geen enkel software programma van enige omvang meer kan geschreven worden, zonder dat niet één of ander patent 'overtreden' wordt. Met andere woorden, heel wat kennis uit het *publieke domein* is geprivatiseerd geworden. Dit betekent bijvoorbeeld dat de maatschappij (en dus iedere belastingbetaler) meerdere keren betaalt voor dezelfde kennis: ten eerste om de kennis te creëren (in universiteiten en onderzoeksinstellingen) en de mensen op te leiden die kennis creëren (in het onderwijs); ten tweede om grote administraties in leven te houden om die kennis te kunnen privatiseren in patenten; en ten derde om die kennis te gebruiken in commerciële producten die op die kennis steunen.¹⁰

Ook het uitgeven van patenten heeft een tweezijdige werking. Zo kan een bepaalde interface heel toegankelijk zijn maar wanneer deze gepatenteerd is, is het niet mogelijk voor andere bedrijven om deze interface toe te passen. Dit remt dus de technische toegankelijkheid. Wanneer er echter geen uitzicht was geweest op een patent, had het bedrijf waarschijnlijk de investeringen in de ontwikkeling van de nieuwe interface niet gedaan.

Overige factoren

- *Standaardisatie*

Voor producten die bedoeld zijn voor de markt (commodity products) is standaardisatie een heel groot voordeel. Zolang een technologie niet gestandaardiseerd is, bieden vele fabrikanten op kleine schaal hun eigen variatie aan, hetgeen leidt tot diversiteit en hoge prijzen. Wanneer er een standaard is toegewezen aan een technologie door een standaardisatie instituut dan vormt deze vorm van de technologie het uitgangspunt voor marktproducten en kan op grote schaal productie plaats gaan vinden, waardoor de marktprijs aanzienlijk zal dalen door economies of scale.

Drempel 4: financiële toegankelijkheid

Technische factoren

- *Mate van complexiteit bij de installatie van de apparatuur*

Wanneer het installeren van een technologie erg complex is, bijvoorbeeld doordat er nieuwe bedrading nodig is, zal de installatie gedaan moeten worden door een monteur. Het huis-aan-huis afgaan van een monteur om een netwerk aan te sluiten is erg kostbaar door de hoge kosten per monteur en de omvangrijke hoeveelheid werk die per klant verricht moet worden door deze monteurs.

Deze kosten worden doorberekend naar de klant, waardoor de prijs stijgt en de financiële toegankelijkheid daalt.

Wanneer de installatie van eindapparatuur eenvoudig is, kan een eindgebruiker de installatie zelf verrichten aan de hand van een gebruiksaanwijzing. Door toepassing van het doe-het-zelf principe is bijvoorbeeld de prijs voor ADSL stevig gedaald.

- *Benodigde aanpassingen aan het netwerk*

Ook de aanpassingen die nodig zijn in het netwerk van de infrastructuurprovider zijn terug te vinden in de prijs voor de eindgebruiker. Het installeren van nieuwe apparatuur, elektronica, het leggen van nieuwe kabels, graafwerk, etc. vallen hieronder.

- *De plaats van de apparatuur in het netwerk*

Wanneer apparatuur ondergronds geplaatst moet worden, kan dit leiden tot overlast en oplopende kosten als gevolg van de noodzakelijke graafwerkzaamheden. Wanneer de apparatuur direct bovengronds aangesloten kan worden op het huisnetwerk (bv. in de meterkast), is dit een stuk goedkoper.

¹⁰ Bruyninckx, 2002

Financiële factoren

- *Prijs van toegang tot de dienst*

Ook voor de mogelijkheid om de dienst te gebruiken (dus eventueel niet het gebruik zelf) moet meestal al betaald worden. De eindgebruiker betaalt in dit geval als het ware om te beschikken over het recht om de dienst te gebruiken. Dit gebeurt meestal in de vorm van een abonnement op de dienst. Er is sprake van dergelijke abonnementen bij bijvoorbeeld Canal +, kabelTV en I-mode. Bij de eerste twee voorbeelden hoeft niet extra te worden betaald bij gebruik van de dienst, bij I-mode wel.

- *Prijs van gebruik van de dienst*

Hiervan is sprake wanneer een eindgebruiker een bepaald bedrag betaalt aan de dienstaanbieder als hij gebruik maakt van de aangeboden dienst. Dit kan een eenmalig bedrag zijn (starttarief) maar dit kan ook een bedrag zijn per seconde of minuut dat men van de dienst gebruik maakt. Te denken valt aan betaalde telefoondiensten in de vorm van "U betaalt 0,75 ct. per gesprek of SMS bericht" of "Dit gesprek kost 0,75 ct. per minuut." Maar ook (start)tarieven van telefoongesprekken zijn een bekende vorm. Bij gebruik van veel telefoniediensten betaalt de eindgebruiker zowel voor de toegang tot de dienst, als voor het gebruik van de dienst. Per maand moet een vast bedrag betaald worden voor het recht/ de mogelijkheid om de dienst te gebruiken. Bij daadwerkelijk gebruik wordt hier bovenop per seconde een bepaald bedrag in rekening gebracht.

- *Prijs van toegang tot de infrastructuur*

Voor de prijs van toegang tot het medium gelden dezelfde overwegingen voor eindgebruikers als voor de prijs van de eindapparatuur. Is deze te hoog, dan wordt de financiële toegankelijkheid negatief beïnvloed. Mensen geven gemiddeld een vast bedrag per maand uit aan communicatie. De prijs van toegang, aanschaf van apparatuur en de prijs van het gebruik van diensten tezamen, moet dus rond dit bedrag liggen, wil het medium gezien worden als bruikbaar substituuat voor de huidige communicatiemiddelen. De prijs van toegang tot het huidige internet wordt betaald via een (maandelijks) abonnement en (meestal) eenmalige aansluitkosten. Voor telefoniediensten (vast en mobiel) worden aansluitkosten¹¹ in rekening gebracht.

- *Voorspelbare prijs*

Voor gebruikers is het belangrijk dat de prijs die zij moeten betalen voor gebruik en toegang voorspelbaar en doorzichtig is. Gebruikers besteden veelal een vast bedrag aan media per maand of jaar. Het aanbieden van een vast aantal uur toegang voor een vast bedrag per maand (flat rate tarieven) is een voorbeeld van een doorzichtig en voorspelbaar prijsmechanisme. Betalen per seconde levert een onvoorspelbaar maandbedrag op, waardoor eindgebruikers geen vast beeld van hun uitgave voor gebruik van het medium hebben.

- *Prijs van aanpassingen/ aanschaf van apparatuur*

Wanneer om een nieuwe communicatiemethode te kunnen gebruiken, een hoge prijs aan technische aanpassingen of aan nieuwe apparatuur vergt, wordt deze methode financieel minder toegankelijk.

Marktfactoren

- *Concurrentie binnen de dienstenlaag*

Wanneer dienstenproviders onderling concurreren, leidt dit tot lagere prijzen voor de consument, hetgeen de diensten financieel toegankelijker maakt.

- *Concurrentie op de infrastructuurlaag*

Wanneer verschillende infrastructuurproviders onderling concurreren, leidt dit tot lagere prijzen voor de consument, hetgeen de diensten financieel toegankelijker maakt. Deze concurrentie kan zich afspelen op één infrastructuur (bijvoorbeeld tussen 2 kabelproviders) maar ook tussen verschillende infrastructuren (bijvoorbeeld tussen kabel en glasvezel).

¹¹ Vaak is er bij mobiele providers sprake van speciale aanbiedingen waarbij geen aansluitkosten in rekening worden gebracht.

- *Mate van horizontale integratie*

Horizontale integratie probeert verschillende diensten te combineren in één infrastructuur die beschikbaar is voor alle toepassingen. Een voorbeeld van horizontale integratie is het combineren van verschillende 'media', zoals data, audio en video, in één multimediasdienst.

Op de markt uit horizontale integratie zich in het grote aantal fusies en overnames van telecommunicatiegiganten onderling en de fusies van telecommunicatiebedrijven en kabel exploitanten.

Inzake horizontale integratie van taken en functies spreekt men ook wel van functiegericht clusteren. Dit betekent dat dezelfde soort taken en functies ten aanzien van *alle* (relevante) sectoren bij elkaar in één organisatie worden ondergebracht.¹² Hiervan is bijvoorbeeld wanneer één bepaalde dienst aangeboden kan worden over verschillende infrastructuren. De dienstenproviders bieden hun dienst aan de eindgebruikers, de onderliggende infrastructuur is hierbij niet van belang.

- *Mate van verticale integratie*

Met verticale integratie wordt de toepassingsgerichtheid van systeemarchitecturen bedoeld; een dergelijke gerichtheid leidt tot gescheiden systemen met elk hun eigen diensten. Inzake verticale integratie van taken en functies spreekt men ook wel van sectorgericht clusteren. Dit betekent dat alle taken en functies ten aanzien van *één (of enkele)* bepaalde sector(en) in één organisatie worden ondergebracht. Hiervan is sprake wanneer een telecommunicatieprovider zowel de infrastructuur bezit, de diensten erover aanbiedt en beheert, de billing doet, etc.

- *Lock-in mogelijkheden*

Er is sprake van lock-in effecten wanneer van een gemaakte keuze niet zonder meer kan worden afgeweken. Indien één van de vele mogelijke evenwichten gerealiseerd is, dan zijn deze situaties relatief stabiel. Dit komt onder meer door prohibitief hoge kosten van veranderingen van de huidige situatie. Als er eenmaal voor een bepaald systeem gekozen is, zijn de kosten om te switchen naar een ander systeem erg hoog. Men zit dan vast in een bepaald systeem. Voorbeelden hiervan zijn hoge kosten voor nummerportabiliteit, het geven van een mobiele telefoon bij een meerjarig abonnement, hoge switchingskosten, etc.

Lock-in effecten zijn belangrijk: het gaat erom klanten 'gevangen' te houden. "Klanten zijn heel vluchtig, en het kost veel inspanning om ze te krijgen." Een ASP heeft bijvoorbeeld een vaste relatie met een klant. De klant is immers afhankelijk van de software die hij van de ASP betreft. Dit soort afhankelijkheden zijn geld waard." Uit het rapport: "Naast het leveren van toegevoegde waarde kan er namelijk ook geld verdiend worden met exclusiviteit in de relatie met de klant. Toegang tot de klant is geld waard - vooral daar waar de concurrentie die toegang niet heeft." ¹³

- *Koppelverkoop*

Van koppelverkoop is sprake, wanneer de aanschaf van een bepaald product niet mogelijk is zonder dat tegelijkertijd een ander product aangeschaft wordt dat met het eerste verbonden is. In de telecommunicatiesector is vaak sprake van koppelverkoop. Voorbeelden van koppelverkoop zijn de verkoop van een telefoontje met abonnement, een MXstream abonnement dat bestaat uit een ADSL-lijn van KPN en een ISP-dienst van b.v. XS4all, een combinatie van kabel-TV en telefonie bij een kabelprovider, de verplichting tot aanschaf van Internet Explorer bij Microsoft Windows, etc. Koppelverkoop wordt vaak toegepast tussen infrastructuur en diensten die over deze infrastructuur gaan, om middels de opbrengsten van de diensten de kosten van de aanleg en ontwikkeling van de infrastructuur terug te verdienen. Er is dan tevens sprake van verticale integratie.

Koppelverkoop is wettelijk verboden, maar er is een uitzondering als de geleverde goederen een duidelijke relatie hebben. Bij een telefoon en een abonnement is dat het geval, al wordt deze kwestie bediscussieerd. koppelverkoop is inderdaad verboden, maar er zijn een hoop uitzonderingen die wel zijn toegestaan, waaronder een GSM met een simlock.

¹² Plug et al., 2001

¹³ Smidts, 2000

Koppelverkoop kan de consument verplichten tot aanschaf van diensten die hij helemaal niet wenst. Hierdoor worden de gewenste diensten duurder, hetgeen de financiële toegankelijkheid verlaagt.

- *Ligging van het kantelpunt van wireless/ vaste infrastructures*

Investerings die nodig zijn voor upgraden van huidige netwerken / aanleg van nieuwe netwerken

Bestuurlijke factoren

- *Beleid t.o.v. lock-in mogelijkheden*

Indien lock-in effecten door de overheid beschouwd worden maatschappelijk ongewenst, kan zij haar beleid t.o.v. lock-in effecten wijzigen door bijvoorbeeld strenger toezicht.

Overige factoren

- *Bereidheid van burgers om te betalen*

De financiële toegankelijkheid van een medium wordt mede bepaald door hoe de klant de prijs ervaart. Wanneer burgers bereid zijn om veel te betalen voor toegang tot breedband, dan zullen zij de gevraagde prijs minder snel als 'te hoog' ervaren dan wanneer zij niet veel geld over hebben voor breedband. In dit perspectief hangt de mate van financiële toegankelijkheid dus af van de betalingsbereidheid en hiermee de *ervaring* van de toegankelijkheid van de burgers. Een medium is in dit geval dus financieel toegankelijk wanneer de prijs voor het medium kleiner of gelijk is aan de prijs die de gebruiker er voor wil betalen. Natuurlijk hangt de financiële toegankelijkheid ook sterk af van de koopkracht van burgers. Wanneer zij veel in principe wel willen betalen voor een medium maar het geld niet hebben, dan is een medium toch financieel ontoegankelijk voor hen.

- *Zichtbaarheid van de kosten*

Wanneer de kosten voor aansluiting op infrastructuur apart worden berekend, is de drempel groter om deze uitgaven te doen, dan wanneer de kosten minder zichtbaar zijn. De kosten voor aansluiting op een breedband infrastructuur zou men kunnen onderbrengen bij de overige NUTS-voorzieningen, dus bij gas-licht-en waterkosten. Een andere optie is om de kosten onder te brengen in de huur/koop prijs van een huis. Dit laatste gebeurt bij glasvezelpilots bij studentenhuizen in Delft. Methoden als deze maken de kosten minder zichtbaar, hetgeen de drempel tot aanschaf van de diensten kan verlagen.

- *Relatie tussen kosten en substitutie*

Bij de prijs voor nieuwe infrastructuur moet ook gekeken worden wat voor diensten de eindgebruiker over deze nieuwe infrastructuur kan ontvangen en in welke mate deze nieuw infrastructuur een direct substituuat vormt voor de huidige infrastructures. De maandelijkse kosten voor een abonnement voor een symmetrische breedbandverbinding liggen weliswaar hoger dan die van ADSL, maar wanneer over deze breedbandverbinding ook TV signalen te ontvangen zijn of getelefoneerd kan worden (VoIP), dan kunnen de abonnementen voor deze diensten worden opgezegd, waardoor de eindgebruiker met de nieuwe lijn nu wellicht minder betaalt dan voorheen. De vraag is, wanneer het break-even point wordt bereikt. Een dergelijk substitutieproces is duidelijk zichtbaar bij mobiele telefonie. Voor alleenstaanden is het bij gemiddeld belgedrag duurder om een vaste aansluiting te hebben dan een mobiele, aangezien voor de vaste aansluiting hoge aansluitingskosten en maandelijks abonneegeld betaald moeten worden. Voor dit geld is tevens een aanzienlijke belbundel voor een mobiele telefoon verkrijgbaar. Door de vele aanbiedingen voor mobiele abonnementen is het namelijk mogelijk om voor zeer lage kosten te bellen.

Een ander voorbeeld is het inzetten van bewakingscamera's. Dit vergt investeringen in de zin van aanschaf van breedbandlijnen en camera's maar deze methode vormt een 100% substituuat voor menselijke bewakers, die veel duurder zijn door de hoge arbeidskosten.

Drempel 5: cognitieve toegankelijkheid

Technische factoren

- *Residential gateway*

Een residential gateway koppelt de interne en externe netwerken, waardoor het leveren van diensten mogelijk wordt tot op het apparaat van de gebruiker. Het is een knooppunt waardoor ook alles binnenshuis met elkaar verbonden kan worden. Het apparaat koppelt de verschillende inkomende lijnen en vertaalt alle informatie die binnen komt naar een werkbare taal voor het huisnetwerk. Dit gebeurt door middel van een kastje. De werkwijze is vergelijkbaar met de wijze waarop bij ADSL de computer met een kastje op het internet wordt aangesloten.¹⁴

- *Goede interface*

Wanneer er een goede interface aanwezig is, is het voor gebruikers gemakkelijker om met een nieuwe technologie om te gaan. De omgang vergt in dit geval dus minder kennis inzake omgang met de technologie, aangezien het systeem op de gebruiker is ingesteld. Hoe ingewikkelder de interface, hoe moeite kost het een gebruiker om met de technologie om te leren gaan en dus hoe hoger de cognitieve toegankelijkheidsdrempel.

- *Computer literacy*

Onder computer literacy vallen de benodigde basisvaardigheden die nodig zijn om gebruik te kunnen maken van computersoftware. Wanneer een gebruiker op softwaregebied 'geletterd' is, is de drempel om deze te gebruiken lager dan wanneer een gebruiker niet weet wat hij kan doen met de hem aangeboden functies en programma's. Het niet kunnen omgaan met programma's, draagt bij aan een verminderde cognitieve toegankelijkheid.

- *Neiging/ vaardigheid om rijke informatie over te sturen*

Hoe sterker de neiging is om rijke informatie over te sturen (en die neiging wordt hoger wanneer de vaardigheid hierin toeneemt), hoe meer iemand neigt naar een technologie die dit mogelijk maakt.

- *Kennis over randapparatuur*

Om een medium of dienst over dat medium te gebruiken is kennis over hoe de randapparatuur werkt noodzakelijk. De aangeboden diensten gaan ervan uit dat gebruikers weten hoe zij een muis en toetsenbord kunnen gebruiken en uitgaande van de aanwezigheid van deze kennis, programmeren zij hun diensten en user interface.

Financiële factoren

- *Aanpassingen aan de doelgroep*

Deze factor speelt aan de aanbodkant. De aanbieder kan de cognitieve toegankelijkheid verbeteren door de apparatuur, software en gebruiksaanwijzing af te stellen op de gebruikers. Niet elke gebruiker heeft echter dezelfde achtergrondkennis. Het beschikbaar stellen van bijvoorbeeld extra uitgebreide handleidingen voor dummy's of naar doelgroep gedifferentieerde gebruikerspakketten kunnen de cognitieve toegankelijkheid verhogen.

- *Beschikking over instrumentele vaardigheden*

Instrumentele vaardigheden zijn de operationele handelingen en de omgang met de technologie. Met betrekking tot ICT spreekt men ook wel van 'knoppenkennis'. Een voorbeeld van een instrumentele vaardigheid is het inzicht dat je de muis van je af moet duwen om de pointer naar de bovenkant van het scherm te laten bewegen en dat de muis hiervoor niet opgetild hoeft te worden. Zonder dat deze fundamentele knoppenkennis aanwezig is, is het niet mogelijk om efficiënt om te kunnen gaan met de technologie.

¹⁴ Hartog, F. Den, "Domotica toegevoegde behoefte die frustraties wegneemt"
http://www.research.kpn.com/headline_bekijk.asp?hid=1682

Bestuurlijke factoren

- *Interventiemogelijkheden van de overheid*

De mogelijkheden die de overheid heeft om de cognitieve toegankelijkheid te verhogen, liggen voornamelijk in het direct of indirect aanbieden van kennis. Direct kan dit plaatsvinden in de vorm van cursussen (bv. Teleac). Indirect kan het in de vorm van financiële incentives, stimuleren van instellingen om leerprogramma's op te stellen en het in de openbaarheid brengen van het onderwerp, bv. Postbus 51.

Overige factoren

- *Gebruik van diensten*

Oefening baart kunst. Wanneer mensen een technologie vaker gebruiken, bouwen zij kennis op over het gebruik en wordt de technologie cognitief toegankelijker. Ook het gebruik door anderen heeft dit effect.

- *Ervaring*

Ervaring hangt samen met de vorige factor, gebruik van diensten. Hoe vaker een gebruiker de technologie gebruikt, des te eerder neemt de angst voor het gebruik af. Hij wordt handiger in het gebruik en gaat de technologie vaker toepassen. Bij ervaring gaat het ook om het positief dan wel negatief zijn van deze ervaring. Heeft de gebruiker het gebruik als een meerwaarde t.o.v. zijn huidige communicatiemiddelen ervaren, dan zal hij nogmaals kiezen voor de technologie als substituuat voor zijn huidige communicatie. Was de ervaring negatief, dan zal de gebruiker er sneller toe neigen zijn gebruikelijke communicatiegedrag voort te zetten.

- *Media literacy*

De term media geletterdheid wordt gebruikt voor de vaardigheden waarmee mensen de betekenis van beelden, woorden en geluid kunnen begrijpen, produceren en interpreteren. Een venster is het op het beeldscherm afgebeelde en dus actieve beeld, een schuifje in de werkbalk betekent het verwijderen van een stuk tekst om het elders weer te kunnen neerzetten en een 'piep' kan erop duiden dat er bij het drukken op een toets niets gebeurt, omdat eerst een andere opdracht uitgevoerd moet worden.

Zonder het begrijpen van dergelijke fundamentele woorden, beelden en geluiden is het zeer moeilijk om met een computer om te kunnen gaan. Termen als SMS, profiel, groep, voicemail, bestand, etc. zijn noodzakelijk om te kunnen gaan met een mobiele telefoon en te begrijpen wat ermee gedaan kan worden. Al deze eigenschappen vallen onder media literacy. Het bezitten van deze vaardigheden verhoogt de cognitieve toegankelijkheid.

- *Information literacy*

Information literacy omvat de vaardigheden om informatie effectief te lokaliseren, verwerken en gebruiken, ongeacht het medium en de vorm waarop de informatie is opgeslagen. Internet is heel handig maar niet wanneer een gebruiker niet weet waar en hoe hij gericht moet zoeken naar de gewenste informatie. Een gebruiker moet dus kennis hebben inzake hoe hij moet zoeken naar informatie en hoe hij zoekresultaten kan analyseren en gebruiken. Ook deze vorm van geletterdheid maakt deel uit van de cognitieve toegankelijkheid.

- *Voortbouwen op reeds bestaande metafoor*

Deze factor ligt aan de aanbodkant. Wanneer een aanbieder een nieuwe technologie of een nieuw medium op de markt brengt, is het belangrijk dat het voortbouwt op de bestaande metafoor. Een product waarmee je kunt bellen met anderen moet eruit zien als een telefoon, anders linken gebruikers het apparaat niet met de dienst. Wanneer de vorm van de interface volkomen veranderd wordt, zien mensen het niet snel als een substituuat voor het huidige apparaat hetgeen de drempel om over te stappen verhoogt.

- *Beschikking over structurele vaardigheden*

Deze factor heeft betrekking op de structuur waarin informatie wordt aangeboden. De gebruiker moet deze structuur kunnen gebruiken. Een voorbeeld van een structurele vaardigheid bij internet is het gebruik van hyperlinks. Het gaat om de vraag of iemand efficiënt kan omgaan met de hem aangeboden informatie.

- *Beschikking over strategische vaardigheden*

Het betreft hier de mogelijkheid om informatie aan te wenden die van nut is voor de persoonlijke situatie. Wanneer een gebruiker beschikt over strategische vaardigheden, kan hij effectief omgaan met informatie. Er is sprake van zelfredzaamheid.

- *Zichtbaarheid van diensten en gebruikers*

Hier gaat het om het optreden van latente leerprocessen wanneer mensen impliciet met toepassing van een nieuwe technologie geconfronteerd worden doordat zij de technologie in hun omgeving toegepast zien worden. Dit kan in de nabije omgeving zijn maar ook op de televisie of in een film. Door het spiegelen van hun eigen situatie aan de omgeving, kunnen gebruikers voor zich zien hoe ook zij te technologie kunnen gebruiken.

- *Noodzakelijke leerelementen*

Wanneer het aantal noodzakelijke leerelementen hoog is, betekent dit dat het medium cognitief slecht toegankelijk is. Heeft een gebruiker weinig met het gebruik en zijn kennis en vaardigheden grote mate vereist voor het gebruik, dan is het aantal leerelementen voor de gebruiker in kwestie hoog, hetgeen de duidt op een slechte cognitieve toegankelijkheid.

Drempel 6: affectieve toegankelijkheid

Technische factoren

- *Snelheid*

Een hoge snelheid is een aantrekkelijke eigenschap van een medium. Wanneer een nieuw medium de huidige diensten levert maar een stuk sneller, dan wordt het gebruik van het nieuwe medium snel opgenomen in het gedrag van de gebruiker. Snelheid is een stimulerende factor om het medium te gaan gebruiken.

- *Eenvoudige interfaces*

Wanneer de interface van een technologie eenvoudig is, is de stap om de technologie 'even' te gebruiken kleiner, dan wanneer het veel moeite kost om tot het gewenste resultaat te komen. Een eenvoudige interface draagt in deze zin dus tevens bij aan affectieve toegankelijkheid.

- *Meerwaarde ten opzichte van bestaand aanbod*

Wanneer de nieuwe technologie niet veel verbetering oplevert ten opzichte van de bestaande mogelijkheden, zijn gebruikers niet snel geneigd om over te stappen op iets nieuws. Des te groter de meerwaarde is die de nieuwe technologie bezit ten opzichte van de gebruikte, des te aantrekkelijker wordt gebruik van de nieuwe technologie. Met name een verbetering van de huidige diensten levert meerwaarde op voor gebruikers.

- *Geschiktheid van andere transmissiemedia*

De mate waarin meerdere media geschikt zijn voor transmissie van dezelfde diensten, bepaalt de mate van concurrentie tussen de ze media. Bij concurrentie tussen transmissiemedia onderling is er sprake van horizontale concurrentie. Binnen de telecommunicatiemarkt is een trend gaande richting deze vorm van concurrentie, ook bekend onder de termen horizontalisering, convergentie of multimedia.

Dit staat tegenover verticale integratie, waarbij de markt is ingedeeld in verticale kolommen van transmissiemedia en daarbijbehorende diensten.

Marktfactoren

- *Mate van integratie in de omgeving*

Toepassing van een technologie in iemands omgeving zorgt ervoor dat de persoon in kwestie met het gebruik van de technologie wordt geconfronteerd. Spiegeling aan de omgeving leidt tot overname van het gebruik van de technologie en draagt op deze manier bij tot verspreiding van het gebruik. Niet alleen het spiegeleffect heeft invloed, ook de uitwisseling van ervaringen over

de technologie draagt, indien de ervaringen positief zijn, bij aan implementatie van de technologie in het dagelijks leven van mensen in de omgeving van de gebruikers.

- *Groepsvorming*

Groepsvorming is een belangrijke aanjager van affectieve toegankelijkheid. Het gevoel van mensen om bij een groep te horen is gewenst. Vooral bij jongeren is de drang naar dit gevoel erg sterk. Het 'erbij horen' is belangrijk in de sociale kring waarin zij vertoeven. Wanneer het gebruik van een bepaalde technologie als criterium van 'erbij horen' doordringt, ontstaat binnen de betreffende groep een sterke wil om gebruik van deze technologie te maken. Zij passen het gebruik van de technologie in hun dagelijks leven om binnen de groep te kunnen functioneren. Deze ontwikkeling is heel sterk zichtbaar bij mobiele telefoons onder jongeren. Onder jongeren is mobiele telefonie, met name door de SMS dienst, een belangrijk middel geworden voor onderlinge communicatie.

Niet alleen bij jongeren speelt dergelijke groepsvorming. Onder de groep zakenmensen is bijvoorbeeld de PDA een belangrijk communicatiemiddel geworden. Voordelen van deze technologie (bijvoorbeeld het kunnen synchroniseren van de afspraken in de PDA met de centrale agenda) verspreiden zich onderling onder zakenmensen op congressen, afspraken, vergaderingen, etc.

Ook digitale groepsvorming is een belangrijke driver. Communities zijn bijvoorbeeld een belangrijke driver geweest voor het veelvuldig gebruik van internet. Deelname aan een community heeft voor veel gebruikers tevens een 'verslavende werking', zij maken er vrienden en verplaatsen een deel van hun sociale leven naar de community. Op dit moment is er sprake van affectieve toegankelijkheid.

Bestuurlijke factoren

- *Stimulering gebruik van de technologie*

De overheid kan bijdragen aan toename van de affectieve toegankelijkheid door het stimuleren van gebruik van de nieuwe technologie. Dit kan zij doen door financiële bijdragen te leveren aan ontwikkeling van diensten, optreden als launching customer of door haar eigen diensten breedbandig aan te gaan bieden.

Juridische factoren

- *Privacy*

Een belangrijke voorwaarde voor gebruikers om de dienst in hun dagelijks gebruik op te nemen, is de privacy die geboden is bij gebruik van de dienst en de privacy die het medium biedt waarover de dienst wordt aangeboden. Het betreft hier met name bescherming van persoonsgegevens, waarvan de bescherming wordt geboden door de Wet Bescherming Persoonsgegevens (WBP).

Overige factoren

- *Gevoel van afhankelijkheid van de technologie*

Wanneer een gebruiker het gevoel heeft dat hij afhankelijk is van de technologie, m.a.w. dat hij niet zonder de technologie in zijn dagelijks leven kan functioneren, zal hij sneller de technologie in zijn dagelijks leven willen opnemen dan wanneer hij het gevoel heeft ook wel zonder te kunnen.

- *Mate van spanning en gemak*

Spanning en gemak zijn twee stimulerende factoren voor gebruik. Spanning duidt in deze context op een positieve vorm van spanning, d.w.z. niet op angst om de technologie te gebruiken, angst werkt de affectieve toegankelijkheid namelijk juist tegen. Spanning treedt met name de in een vroegtijdig stadium van gebruik op. In een later stadium is vooral gemak van belang. Wanneer de technologie moeilijk is om te gebruiken is de kans op afhaken groot wanneer het spanningselement voorbij is.

- *Oproep van behoeften*

Wanneer een dienst of transmissiemedium bepaalde behoeften bij mensen oproept, kan dit positief bijdragen aan de affectieve toegankelijkheid.

- *(On)bewuste confrontatie*

Wanneer de gebruiker in zijn omgeving geconfronteerd wordt met gebruik van de technologie is er een latent leerproces aanwezig. Wanneer de persoon op een later tijdstip zelf met de technologie geconfronteerd wordt, zal hij er mee om kunnen gaan zonder een bewust leerproces doorlopen te hebben.

- *Vertrouwen*

Vertrouwen beslaat enerzijds vertrouwen in het feit dat het medium werkt, anderzijds de vraag of het voldoet aan de behoeften en eisen van de gebruiker op het gebied van privacy, gewenst resultaat en kwaliteit. Wanneer er geen vertrouwen bestaat in de werking van een technologie, zullen mensen er niet voor kiezen deze in hun dagelijks leven te implementeren.

- *Personificatie*

Wanneer een medium of technologie op het persoonlijke profiel van de gebruiker is afgestemd, vormt dit een stimulerende factor om het medium te gebruiken, aangezien de gebruiker direct krijgt wat hij zoekt. Voorbeelden zijn het kunnen instellen van profielen, aanmaken van persoonlijke gidsen en opslag van persoonlijke gegevens, zodat deze niet continu opnieuw opgevraagd dienen te worden. Het toepassen van dergelijke methoden bij openbare media draagt wel meer risico met zich mee op het gebied van bescherming van persoonsgegevens. Wil een medium nauw afgestemd kunnen zijn op iemands persoonlijke situatie, dan vergt dit veel nauwkeurige kennis van persoonlijke gegevens.

- *Persoonlijk contact*

Een belangrijk aspect in communicatie tussen mensen is het hebben van persoonlijk contact. De mate waarin een medium hieraan tegemoet komt is dan ook erg belangrijk. De behoefte aan persoonlijk contact verschilt echter per gebruikersgroep. Bij zakenmensen bijvoorbeeld is het niet altijd even wenselijk om elkaar te kunnen zien tijdens een gesprek, waardoor beeldtelefonie geen gewenste dienst zou zijn. Bij contact tussen vrienden of familie kan dit echter juist wel gewenst zijn.

- *Persoonlijke beschikbaarheid*

Wanneer een technologie persoonlijk beschikbaar is, wordt het sneller gebruikt dan wanneer de technologie gedeeld moet worden met anderen in bijvoorbeeld openbare gelegenheden (internetcafé). Ten eerste werkt het gevoel van het persoonlijk eigendom stimulerend, ten tweede ontbreekt de kans dat het medium niet beschikbaar is op het moment dat de gebruikersbehoefte hoog is.

- *Sociale cohesie*

Met sociale cohesie doelen we op de sociale samenhang in onze maatschappij. Sociale banden spelen daarin een belangrijke rol. Maar bestaande sociale banden zoals gezin, school, buurt, bedrijfs- en beroepsorganisatie, kerk en vereniging, zijn sterk veranderd in de laatste decennia. Blijvende sociale veranderingen kunnen hun weerslag hebben op de samenhang van de samenleving. Op haar beurt is samenhang weer van belang voor de bestuurbaarheid van de samenleving. Inzicht in de mate van samenhang en de bindende factoren, betekent inzicht in de mogelijkheden en bedreigingen van de maatschappij.¹⁵

- *Risicoperceptie*

Wanneer mensen het idee hebben dat ze bij gebruik van een technologie erg veel risico's lopen, zullen ze het zo min mogelijk gebruiken. Risicopercepties kunnen voorkomen op allerlei gebieden, zoals stralingsgevaar bij mobiele telefonie en laser, af luistergevaar en privacyschending bij Internet, etc.

¹⁵ http://www.nwo.nl/NWOHome.nsf/pages/NWOP_592GE8

- *Mogelijkheid tot onttrekking van het gebruik*

Deze factor speelt voornamelijk een rol bij die groep gebruikers die niet uit zichzelf overstappen op gebruik van een nieuw medium. Zij zullen net zolang de oude methoden blijven toepassen totdat ze wel over moeten stappen, omdat essentiële maatschappelijke zaken via het medium worden aangeboden of zij anders niet meer op normale wijze sociaal kunnen functioneren.

- *Status en imago*

Wanneer gebruik van het medium een wenselijke status met zich meebrengt, kan dit medium voor bepaalde groepen mensen een drijfver zijn om het te gaan gebruiken. Zij willen graag met deze status geassocieerd worden. Het gebruik van een blackberry of I-mode wekt het beeld op van een modern, zelfstandig, zakelijk, met de tijd meegaand persoon. Ook de onwenselijkheid van een bepaald imago kan mensen ertoe drijven op een andere manier te gaan communiceren. Het gebruik van een te oude mobiele telefoon of een oude computer kan het beeld van 'suf' opwekken en mensen ertoe drijven om een moderner middel te zoeken. Voor aanbieders is het dus van belang het gewenste imago aan hun product koppelen, bijvoorbeeld door het ontwerp en reclame.

- *Imago van de breedbanddiensten*

Het imago bepaalt mede of een persoon een dienst wel of niet in zijn dagelijks gebruik gaat toepassen. Breedband heeft veel te lijden onder een slecht imago dat voortkomt uit het veelvuldig illegaal downloaden van films en muziek en de grote mate van porno, spam en het misbruik van persoonlijke gegevens. Dit slechte imago leidt ertoe dat mensen niet met breedband geconfronteerd of geassocieerd willen worden.

- *Informatie- en communicatiebehoefte*

Een groeiende behoefte aan informatie en communicatie, leidt ertoe dat mensen gebruik gaan maken van media die deze behoefte kunnen bevredigen. Door deze groeiende behoefte stijgt de vraag naar media die meer bandbreedte bieden, zodat meer en meer veelzijdige informatie en communicatie mogelijk wordt. Gezien de stijgende stroom verkeer die bijvoorbeeld de Amsterdam Internet Exchange jaarlijks passeert, is de behoefte aan informatie- overdracht nog steeds aan het toenemen.

- *Motivatie om nieuw medium te gebruiken*

Wanneer een gebruiker gemotiveerd is om een nieuw medium te gebruiken, zal hij dit sneller doen dan iemand die deze motivatie niet heeft. Motivatie kan voortkomen uit de overtuiging dat het medium een verbetering van de huidige situatie oplevert, uit interesse, nieuwsgierigheid etc. De motivatie komt verder voort uit de vorige factor, de informatie- communicatiebehoefte van mensen.

Aanbod van breedbandige infrastructuur

Technische factoren

- *Technische en geografische schaalbaarheid*

Een belangrijke overweging om te investeren in een transmissiemedium is de mate waarin de gebruikte technologie schaalbaar is. Schaalbaarheid valt uiteen in twee aspecten. Ten eerste de schaalbaarheid in technische zin. Het betreft hier de toekomstvastheid van de technologie: is de technologie nog zodanig te ontwikkelen dat ook in de toekomst m.b.v. deze technologie op gewenst niveau doorgewerkt kan worden. Een grotere technische schaalbaarheid maakt een langere terugverdientijd van de gedane investeringen en hiermee meer winst mogelijk. Bij infrastructuur is dit een belangrijk aspect, aangezien bij infrastructuraanleg de initiële kosten vaak hoog zijn. Het is niet wenselijk dat de technologie alweer verouderd is voordat de aanlegkosten zijn terugverdiend. Bij breedband infrastructuur betreft het met name de mogelijkheid om de bandbreedte op te kunnen schalen, zodat ook nog aan de vraag naar bandbreedte voldaan kan worden, wanneer deze toeneemt in de komende jaren.

Geografische schaalbaarheid duidt op de mogelijkheid om gebruikers geschaald aan te sluiten op de infrastructuur. Indien het mogelijk is om zonder problemen en met weinig additionele

kosten gebruikers één voor één aan te sluiten op de infrastructuur, dan is er sprake van een hoge mate van geografische schaalbaarheid. Is aanleg slechts mogelijk wanneer een groot aantal gebruikers in één keer wordt aangesloten of kan de infrastructuur alleen per wijk of straat uitgebreid worden, dan is er sprake van slechte geografische schaalbaarheid. Een voorbeeld van een infrastructuur die slecht geografisch maar goed technisch schaalbaar is, is glasvezel tot aan het huis (FttH). Deze technologie zal in de toekomst tot een aantal Terabits per seconde aan data kunnen versturen maar het is niet mogelijk om de infrastructuur op aanvraag naar de gebruikers toe te leggen. Dit zou financieel en bestuurlijk niet haalbaar zijn. Een techniek die geografisch en technisch goed schaalbaar is, is Hybrid Free Space Radio.

- *Substitutieniveau van de infrastructuur*

De mate waarin de nieuwe infrastructuur de reeds liggende infrastructuur kan vervangen, heeft invloed op de relatie met reeds bestaande marktpartijen. Kan de ISP met zijn netwerk direct tot de klant komen of moet hij interconnecteren of colloceren op een bestaand netwerk?

- *Mate van standaardisatie*

Standaardisatie is positief voor commodity aanbieders maar negatief voor aanbieders van gedifferentieerde diensten. In een niet commodity markt verslechtert standaardisatie namelijk de business case. Voor commodity aanbieders verlaagt standaardisatie het bedrijfsrisico omdat de kans veel groter is dat een gebruiker de gestandaardiseerde technologie aanschaft dan een proprietary systeem. Hiervoor zijn meerdere redenen. Ten eerste is een gestandaardiseerd product veelal goedkoper dan een fabrieksspecifiek product, omdat het op grotere schaal gefabriceerd wordt. Ten tweede zal het de gebruiker minder moeite kosten om het gestandaardiseerde product te vinden dan het proprietary product. Wanneer de gebruiker dus niet gericht op zoek is naar een fabrieksspecifiek product, zal hij in de gemiddelde winkel het gestandaardiseerde product aanschaffen, aangezien dat het enige is dat wordt aangeboden op de massamarkt. Ten derde zal de gemiddelde gebruiker kiezen voor het product waar zoveel mogelijk andere producten op aan te sluiten zijn, dus voor de gestandaardiseerde variant.

Financiële factoren

- *Financieel risico*

Het financieel risico is mede bepalend voor de keuze van een infrastructuraanbieder om wel of geen breedband infrastructuur aan te gaan leggen. Het risico wordt mede bepaald door het investeringsbudget van de aanbieder en de kennis over de vraagkant. Bestaat er geen garantie dat de kritieke massa bereikt zal worden, dan is het risico van de investeringen hoger. Op dit moment is er aan de aanbodkant niet veel investeringskapitaal aanwezig en bestaat er veel onzekerheid over de ontwikkeling van de vraag. Andere aspecten die het financieel risico bepalen zijn de duur van de R.O.I., de investeringskosten in de infrastructuur en de schaalbaarheid van de technologie.

- *Vordering in de afschrijftermijn van de huidige modellen*

Wanneer de afschrijftermijn van de huidige infrastructuur nog niet verlopen is, is het voor een aanbieder niet aantrekkelijk om in een nieuw netwerk te investeren dat een substitoot vormt voor zijn huidige netwerk. De aanbieder zal proberen zo lang mogelijk opbrengsten uit de bestaande infrastructuur te verkrijgen. Dit aspect speelt zwaarder mee wanneer het financieel risico hoog is en/of de financiële omstandigheden moeizaam zijn.

- *Duur van Return on Investment (ROI)*

Hoe langer het duurt voor de investeringen zijn terugverdiend, hoe onaantrekkelijker de investering. Een lange ROI-tijd komt voort uit hoge initiële kosten en vereist veel investeringskapitaal en draagkracht van een bedrijf om het bijbehorende financiële risico te kunnen dragen. Investeringskosten in vaste infrastructuur kenmerken zich door een lange ROI-tijd, ca. 25 jaar. Voor mobiele netwerken zijn de initiële kosten een stuk lager, waardoor de duur van de ROI veel korter is. De kosten die de infrastructuur provider maakt, zijn deels zichtbaar in de prijs die de eindgebruiker betaalt om van de infrastructuur gebruik te maken. Een aanbieder kan echter niet onbegrensd alle kosten terugverhalen op de gebruiker, aangezien dit een te hoge prijs voor de gebruiker oplevert. Hoe lager de prijs is die de gebruiker nog wil betalen voor

gebruik van het medium, hoe langer voor de infrastructuurprovider de duur van de ROI is en hoe onaantrekkelijker hiermee de business case.

- *Financiële schaalbaarheid*

Een factor die mede het financiële risico dat een infrastructuur provider moet nemen bepaalt, is de financiële schaalbaarheid van de infrastructuur. Wanneer reeds aan het begin hoge investeringen gedaan moeten worden, is de technologie financieel minder schaalbaar dan wanneer de investeringen stapsgewijs gedaan kunnen worden. Dit verschil is goed waarneembaar bij de aanleg van een geheel nieuwe glasvezel infrastructuur versus het opschalen van de huidige netwerken of het aanleggen van ongeleide transmissiemedia. Een belangrijke theorie op dit gebied is de real options theory.

- *Technologische schaalbaarheid*

Op het gebied van aanleg van breedbandinfrastructuur is het belangrijk dat de gebruikte technologie hiervoor toekomstvast is. Dit betekent, dat de technologie ook in de toekomst (in ieder geval totdat de ROI bereikt is) zal voldoen aan de eisen. Inzake breedband infrastructuur is het met name van belang of de gekozen technologie in bandbreedte op te schalen is, zodat, wanneer de vraag naar bandbreedte onder de gebruikers stijgt, de technologie in staat is met deze vraag mee te groeien.

- *Variabele personeelskosten*

Een voorbeeld van variabele personeelskosten zijn de voorrijkosten en de personeelskosten die gerekend worden bij het inblazen van ducts. Door de hoge personeelskosten is dit een dure operatie.

- *Kosten van aanleg van de infrastructuur*

De kosten voor de aanleg van het netwerk beslaan onder andere de graafkosten, de kosten van herbestrating, personeelskosten en precarioheffing.

- *R&D kosten*

Ook de kosten die de infrastructuurprovider in R&D moet steken om over te kunnen gaan op aanleg van de infrastructuur, moeten terugverdiend worden, hetgeen de duur van de ROI verlengt.

Marktfactoren

- *Hoeveelheid en mate van concurrentie*

Of een infrastructuurprovider overgaat tot het investeren in vernieuwingen in de infrastructuur, is deels afhankelijk van het aantal concurrenten dat hij op zijn pad zal tegenkomen en de mate van deze concurrentie. Concurrentie kan plaatshebben tussen aanbieders van dezelfde infrastructuur maar ook tussen aanbieders van verschillende infrastructuren, wanneer over deze infrastructuren dezelfde diensten te transporteren zijn. De gebruiker is namelijk in het algemeen niet geïnteresseerd in de achterliggende infrastructuur waarover hij zijn diensten ontvangt, wel in de diensten zelf en de prijs. Hoe minder concurrentie, hoe aantrekkelijker het is om in de markt in te stappen, aangezien er dan nog veel winst te verdelen is. Naarmate de markt meer verzadigd raakt, wordt instappen steeds minder aantrekkelijk.

- *Doelgroep*

Voordat een infrastructuurprovider begint met aanleg, moet hij zich afvragen wat zijn doelgroep is: een vaste kleine groep, bijvoorbeeld een community of gemeente of wil hij groot geld verdienen en een zo groot mogelijk marktaandeel veroveren?

- *Omvang*

Hoe groot moet een infrastructuurprovider zijn om een aanbod op de markt te kunnen doen? Het antwoord op deze vraag hangt samen met de mate van en hoeveelheid concurrentie op de betreffende markt en het aantal potentiële klanten.

- *Omvang van de vraag*

Hoe groot moet de vraag zijn om een aanbod te kunnen doen? Met andere woorden; Het antwoord op deze vraag hangt samen met het aantal potentiële gebruikers, hun betalingsbereidheid en de initiële investeringen die een infrastructuurprovider moet doen.

- *Verstrekkingsmodel*

Welk model wordt gehanteerd bij het verstrekken van de infrastructuur? Is er sprake van een nutsmodel of een marktmodel of is er sprake van vraagbundeling?

Bij een nutsmodel ligt de nadruk op het aansluiten van iedere burger op de infrastructuur, aangezien dit als een maatschappelijk nut beschouwd wordt door de overheid. Uitgaande van het nutsmodel, zal de infrastructuur provider dus ook in niet rendabele gebieden de infrastructuur aan moeten bieden. Bij het marktmodel, wordt het aanbod overgelaten aan de markt en kan de infrastructuur zich richten op de rendabele gebieden (cherry picking). Bij dit model ligt de nadruk namelijk niet op het maatschappelijk nut van de infrastructuur maar op de winstgevendheid ervan voor de infrastructuurprovider. Bij vraagbundeling komt de vraag naar infrastructuur van de gebruikerskant. De vraag voor de infrastructuur provider is dan, of het aantal vragers dat zich gebundeld heeft, groot genoeg is om op te wegen tegen de noodzakelijke initiële investeringen die met de aanleg gepaard gaan.

- *Kosten van de infrastructuur*

De kosten voor de aanleg van het netwerk beslaan onder andere de kosten van de elektronische apparatuur, de kabels en kosten voor interconnectie.

- *Lopende lange contracten inzake substituu*

Wanneer dienstenproviders langlopende contracten hebben lopen bij huidige infrastructuur providers is het voor infrastructuur providers minder aantrekkelijk om nieuwe infrastructuur aan te leggen, aangezien de diensten toch over de huidige infrastructuur aangeboden zullen blijven worden.

- *De aanwezigheid van een launching customer*

Wanneer er een launching customer aanwezig is op de markt, wordt het aantrekkelijk voor aanbieders om infrastructuur aan te leggen, omdat ze de zekerheid hebben van een afnemer. Deze launching customer kan de overheid zijn,

Bestuurlijke factoren

- *Uittredingsdrempels beïnvloeden*

Hoge uittredingsdrempels kunnen in een onzekere situatie remmend werken op de beslissing om infrastructuur aan te gaan leggen. Uittredingsdrempels zijn bijvoorbeeld lange termijn afspraken met andere partijen, een lange ROI, langlopende licenties, etc.

- *Toetredingsdrempels beïnvloeden*

Ook hoge toetredingsdrempels hebben een remmende werking op de beslissing om infrastructuur aan te gaan leggen. Voorbeelden van toetredingsdrempels zijn de noodzaak van hoge initiële investeringen, hoge vergunningskosten, het moeten aanschaffen van licenties, etc.

- *Precarioheffing*

Precarioheffing is een belasting die gemeenten op kunnen leggen aan telecom- en kabelmaatschappijen voor het gebruik van de openbare ruimte. De hoogte van deze belasting verschilt per gemeente. Wanneer een infrastructuurprovider een hoge precarioheffing moet betalen om apparatuur te plaatsen in of op openbare grond, dan vallen de initiële investeringen hoger uit en wordt de investering minder aantrekkelijk.

Juridische factoren

- *Benodigde vergunningen*

Het verkrijgen van vergunningen koste vaak veel moeite en tijd. Het proces van aanvraag, behandeling en toezegging kost een behoorlijke tijd. Vaak dienen gedetailleerde plannen ingeleverd te worden die bestudeerd moeten worden door ambtenaren. Deze lange vergunningsprocedures hebben een remmende werking op het nemen van initiatieven tot de aanleg van infrastructuur.

Overige factoren

- *De verkoopbaarheid van de infrastructuur*

Hoeveel geld en middelen zijn nodig om een infrastructuur voor 10 Mbps aan te leggen? Wanneer deze zodanig hoog zijn, dat de infrastructuur niet meer tegen een redelijke marktprijs aan te bieden is, is het product dus niet verkoopbaar.

- *Kennis van het medium*

Ook de kennis die een infrastructuurprovider moet bezitten over een medium speelt een rol in de keuze om het wel of niet aan te gaan leggen. Is bij een bepaalde technologie rocket science nodig om het aanlegproces goed te kunnen laten verlopen, dan is deze technologie minder aantrekkelijk dan een technologie die eenvoudig te begrijpen is.

- *Mogelijkheden om je substituten te elimineren*

Wanneer het mogelijk is om met de aanleg van een nieuwe infrastructuur concurrerende substituten uit te schakelen, vormt dit voor infrastructuurproviders een mogelijkheid om een concurrent uit de markt te stoten. Maar juist deze potentiële eigenschap van nieuwe technieken, werkt de aanleg ervan tegen. De grote infrastructuurproviders leveren namelijk al andere infrastructuur. Wanneer zij door het aanleggen van nieuwe infrastructuur een substituuut voor een tevens door hun aangeboden product op de markt introduceren, is dit kapitaalvernietiging.

Kennis om de markt minder risicovol te maken

Wanneer een infrastructuurprovider beschikt over kennis over de bestaande mogelijke technologische alternatieven, de marktvoorspellingen en de vraagontwikkeling, neemt het risico voor de betreffende provider af.

Aanbod van breedbandige diensten

Technische factoren

- *Stabiliteit van de technologie*

Wanneer een technologie niet stabiel is, betekent dit dat deze technologie niet zal doordringen tot gebruik op grootschalig niveau. Er zitten of te veel haken en ogen aan, er gaan te veel fouten mee gepaard, de technologie kent betere substituten, etc. Investerings in onstabiele technologieën is riskant. Wanneer zij van het toneel verdwijnen, zijn de investeringen zinloos geweest. Daarnaast speelt standaardisatie een rol. Wat is de kans dat de technologie gestandaardiseerd wordt?

- *Innovatiestadium*

Ook belangrijk is het innovatiestadium waarin de technologie zich bevindt. Is de technologie al uitontwikkeld, dat is het duidelijk wat de mogelijkheden van de technologie zijn. Veel breedband transmissietechnologieën zijn echter nog sterk in ontwikkeling. Soms is het verstandig om af te wachten hoe de technologieën zich ten opzichte van elkaar ontwikkelen, voordat een keuze voor dienstenontwikkeling voor één bepaalde technologie wordt gemaakt.

- *Innovatiebeheersing*

Innovatiebeheersing is van belang, om te zorgen dat de gekozen technologie niet direct weggeconcentreerd kan worden door tien alternatieve technologieën.

- *Verzadiging van het medium*

Wanneer een medium al voor een groot deel verzadigd is, is het niet zinvol om voor dat medium nog nieuwe diensten te ontwikkelen. Het is beter om eerst af te wachten of de betreffende infrastructuurprovider ervoor kiest om het medium op te schalen of overweegt een alternatief medium aan te gaan bieden. Wanneer het gekozen medium echter nog lang niet verzadigd is, is de noodzaak tot een nieuw medium minder groot en zal een infrastructuurprovider er sneller voor kiezen de situatie bij het oude te laten. Dienstenproviders kunnen dan zonder risico voor het betreffende medium diensten ontwikkelen.

Financiële factoren

- *R&D kosten*

Ook de kosten die de dienstenprovider in R&D moet steken om de dienst te ontwikkelen, moeten terugverdiend worden, hetgeen de duur van de ROI verlengt en de eindgebruikersprijs zal doen toenemen.

- *Exploitatiekosten van diensten*

Hoe hoger de exploitatiekosten, hoe hoger het gebruik van de dienst moet zijn om de dienst winstgevend te maken. Hoge exploitatiekosten verlengen de duur van de ROI.

- *Interconnectiekosten*

Wil een dienstenprovider zijn diensten aanbieden over een netwerk dat niet van hemzelf is, dan zal hij aan de provider wiens netwerk hij gebruikt interconnectiekosten moeten betalen. Wanneer de betreffende infrastructuurprovider een partij met AMM is, dan zijn deze bedragen aan wettelijke restricties onderhevig.

- *Waar zit het kantelpunt van gemak en kosten?*

Het is zeer nuttig voor dienstenaanbieders om inzicht te verkrijgen in het kantelpunt van gemak en kosten binnen zijn doelgroep(en). Hieruit kan een dienstenprovider afleiden welke prijs een gebruiker nog bereid is te betalen voor het gemak dat de dienst hem zal opleveren. We leven in het Westen in een samenleving van calculerende burgers, voor wie, ook binnen alledaagse afwegingen, de vraag “Wat levert het mij op?” heel belangrijk is.

Bij het aanbieden van films tegen betaling, zal de calculerende burger een afweging maken tussen de tijd, geld en moeite die het hem kost om dezelfde film uit de videotheek te halen en de prijs en het gemak van de via Internet aangeboden film. Wanneer iemand het geen probleem vindt om naar de videotheek te lopen, zal dit kantelpunt onder de videotheekprijs liggen. Wanneer iemand het echter heel vervelend vindt om weer naar buiten te moeten gaan, zal hij kijken hoeveel geld hij er voor over heeft om niet naar buiten te hoeven. Dit bedrag is persoonsgebonden. Ligt de prijs van de internetdienst onder of op zijn kantelpunt, dan zal hij de film elektronisch opvragen, anders niet.

- *Aantrekkelijkheid van de business case*

Hoe aantrekkelijker de business case, hoe sneller een dienstenprovider tot aanbod zal overgaan.

- *Strategie*

Uiteraard bepaalt mede het lange termijn beleid van een bedrijf of het een bepaalde dienst wel of niet gaat aanbieden. Wanneer de strategie van een bedrijf is om uiteindelijk de zakelijke markt te veroveren, dan zal het niet snel games en muziek aanbieden, aangezien dat niet past in de strategie van het bedrijf.

- *Financiële onzekerheden*

Wanneer ontwikkeling en exploitatie van een nieuwe dienst financiële onzekerheden met zich meebrengen, is deze dienst voor dienstenproviders minder aantrekkelijk dan een dienst die minder investeringen op deze vlakken eist.

Marktfactoren

- *Type dienst*

Er bestaan vier categorieën diensten: informatie, communicatie, transacties en amusement.

- *Differentiatie versus commodity*

Een commoditydienst is een dienst die bedoeld is om aan zoveel mogelijk gebruikers aangeboden te worden (confectiekleeding). Bij een gedifferentieerde dienst is er sprake van maatwerk (haute couture).

Beide categorieën vergen een heel andere businesscase.

- *(verwachte) vraag naar diensten*

Hoe meer vraag er naar breedbandige diensten is of hoe sterker de verwachting is dat deze vraag zich snel zal ontwikkelen, hoe aantrekkelijker het is voor dienstenproviders om de diensten te ontwikkelen en aan te gaan bieden.

- *Verzadiging van de markt*

De verzadiging van de markt hangt af van de omvang van de te verdelen 'koek', het aantal spelers op de markt en hun betreffende marktaandeel. Deze factor hangt direct samen met de hoeveelheid en mate van concurrentie.

- *Gesloten overeenkomsten met huidige aanbieders*

Wanneer een dienstenprovider nog een langlopend contract voor zijn huidige dienstenpakket heeft lopen met een infrastructuurprovider, zal hij niet snel overgaan tot ontwikkeling van nieuwe diensten. Deze afwachtende houding wordt hierbij verstrekt wanneer het economisch klimaat niet gunstig is en nieuwe investeringen veel risico met zich meebrengen.

- *Bereidheid tot samenwerking van grote SP's met kleine SP's.*

Op de diensten markt zijn kleine Serviceproviders (SP's) vaak voor een groot deel van hun dienstenpakket afhankelijk van de grote dienstenproviders. Wanneer grote SP's niet willen samenwerken met kleine SP's, ontstaat er niet alleen voor kleine SP's een ongunstige situatie maar ook voor gebruikers in de regio waar de kleine operator diensten aanbiedt en de grote niet. Bepaalde diensten zijn voor deze bevolkingsgroep dan niet verkrijgbaar. Of een SP overgaat tot aanbod van een dienst, hangt dus ook af van de bereidheid tot samenwerking van grote met kleine SP's.

Bestuurlijke factoren

- *Invloed van het Commissariaat voor de Media*

Met behulp van beleidsregels en overige regelgeving maakt het Commissariaat de vertaalslag van wetboek naar dagelijkse omroeppraktijk.

Juridische factoren

Bij het aanbieden van diensten, moeten dienstenproviders rekening houden met de volgende wettelijke regelingen:

- *De Wet Bescherming Persoonsgegevens (WBP):* de informationele privacy wordt beschermd in de Wet Bescherming Persoonsgegevens, die op 1 september 2001 in werking is getreden. Gegevens met betrekking tot e-mail -en internetgebruik van de werknemers zijn in veel gevallen te kwalificeren als persoonsgegevens. Immers, ze zijn meestal tot de persoon herleidbaar. Artikel 7 WBP bepaalt dat het verzamelen van dergelijke gegevens uitsluitend is toegestaan ten behoeve van een welbepaald uitdrukkelijk omschreven en gerechtvaardigd doel.¹⁶

¹⁶ Asscher en Steenbruggen, 2001

- *De Telecommunicatiewet (Tw)*: in artikel 18.13 Tw wordt aanbieders verplicht ook in horizontale verhoudingen het emailgeheim te respecteren. Dit artikel geldt echter alleen voor aanbieders van openbare telecommunicatiediensten en –netwerken.
- *De Grondwet*: het recht op bescherming van de persoonlijke levenssfeer en het recht op privacy zijn neergelegd in de Grondwet, in verdragen en in lagere wettelijke regelingen.
- *Strafrecht*: de bescherming van de privacy en het communicatiegeheim bij computergebruik. is uitgewerkt in het Wetboek van Strafrecht.¹⁷
- *De Mediawet*: bevat bepalingen omtrent de publieke omroep (landelijk, regionaal en lokaal), de commerciële omroep, de Wereldomroep, het uitzenden van programma's via de ether of de kabel, het Nederlands Omroepproductie Bedrijf, de financiering van de publieke omroep en de Wereldomroep, steunmaatregelen voor persorganen via het Bedrijfsfonds voor de Pers en de bestuursrechtelijke handhaving door het Commissariaat voor de Media.
- *Het Mediabesluit*: is een Algemene maatregel van bestuur, waarin nader invulling wordt gegeven aan de mediawettelijke bepalingen. Het Mediabesluit bevat meer gedetailleerde bepalingen over de wijze van zendtijdverlening en toestemmingverlening, en over steunverlening door het Bedrijfsfonds voor de Pers.
- *De Europese Richtlijn Televisie Zonder Grenzen*: coördineert de wettelijke en bestuursrechtelijke bepalingen in de lidstaten, inzake de uitoefening van omroepactiviteiten. De Europese Richtlijn wordt door de lidstaten omgezet in nationale wet- en regelgeving. Daarbij staat het de lidstaten vrij om voor de binnenlandse omroep strengere regels te hanteren.¹⁸

Overige factoren

▪ *Koppelen van oplossing en problemen*

Wanneer een dienstenprovider problemen en oplossingen aan elkaar kan koppelen, kan hij inspringen op een gat in de markt.

▪ *Ambitieniveau*

Ook het ambitieniveau van de SP bepaalt mede of de betreffende SP wel of niet tot aanbod van een bepaalde dienst zal overgaan. Het betreft hier bijvoorbeeld ambities op het financiële, geografische en strategische vlak.

¹⁷ Zie bijvoorbeeld artikel 138a: computervredebreuk, artikel 139b: aftappen / opnemen van gegevensoverdracht, artikel 139c: aftappen / opnemen van gegevensoverdracht via telecommunicatienetwerk

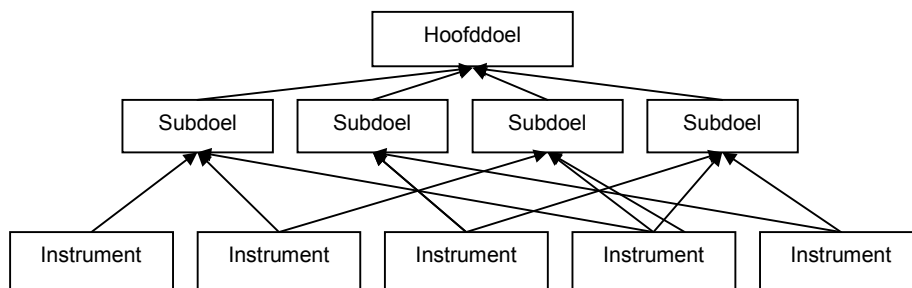
¹⁸ <http://www.cvdm.nl>

Bijlage IV Finaal Model van Kuypers

Actoren bezitten verschillende doelen en (tegenstrijdige) belangen. Tevens houden zij er vaak verborgen agenda's op na, waardoor deskresearch niet voldoende zal zijn om daadwerkelijke subdoelen te identificeren, waarmee ook in de praktijk verder gewerkt kan worden. Hiervoor zijn onderzoeksmethoden als uitgebreid veldwerk en integraal overleg met de actoren noodzakelijk. Deze bijlage biedt het onderzoeksmodel van Kuypers¹, dat hiervoor als uitgangspunt kan dienen.

Eén-actormodel

Individuele actoren hebben individuele doelen en subdoelen en zetten sturingsinstrumenten in om deze (sub)doelen te bereiken. De relatie tussen doelen, subdoelen en instrumenten van een enkele actor, is weer te geven in een één- actormodel:



Figuur I: Eén- actormodel

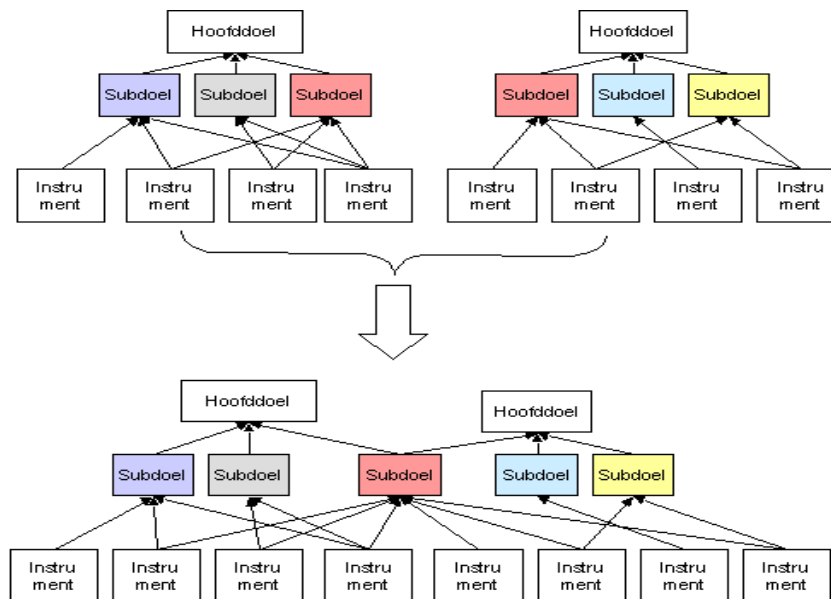
Multi-actormodel

De oplossing van de problematiek vergt in plaats van een één actor- een multi-actormodel. Bij de multi-actorbenadering zetten verschillende actoren instrumenten in om gezamenlijk één einddoel te bereiken. De betrokken actoren hebben echter nog steeds individueel hun persoonlijke doelen en subdoelen. Hoe zijn zij ertoe te bewegen om samen te werken? Het antwoord op deze vraag ligt in het utilisme. De actoren zullen alleen dan overgaan tot onderlinge samenwerking wanneer zij hier een persoonlijk nut inzien.

Dit nut dient gezocht te worden in gezamenlijke subdoelen van actoren. De actoren zullen allen verschillende einddoelen hebben maar het kan heel goed voorkomen dat verschillende actoren een gezamenlijk subdoel hebben. Zij kunnen dan hun instrumenten gezamenlijk inzetten om dat subdoel te bereiken. Hierna vervolgen ze ieder hun eigen pad. Het gaat hier dus om het ineenschuiven van verschillende één-actormodellen.

In onderstaande figuur is de overgang van twee één-actormodellen naar één multi-actormodel gevisualiseerd. De bovenste modellen geven de individuele doelmodellen afzonderlijke modellen weer van twee afzonderlijke factoren. Beide actoren delen een gemeenschappelijk subdoel, namelijk het roze. Zij zetten echter hun eigen instrumenten in om het subdoel te bewerkstelligen. Bij het onderste model zijn de individuele modellen geworden tot een gezamenlijk model. Beide actoren zetten nu gezamenlijk hun instrumenten in om het gemeenschappelijke subdoel te bereiken. Door de grotere verzameling instrumenten die zij nu tot hun beschikking hebben, is de kans groter dat het doel ook daadwerkelijk bereikt wordt.

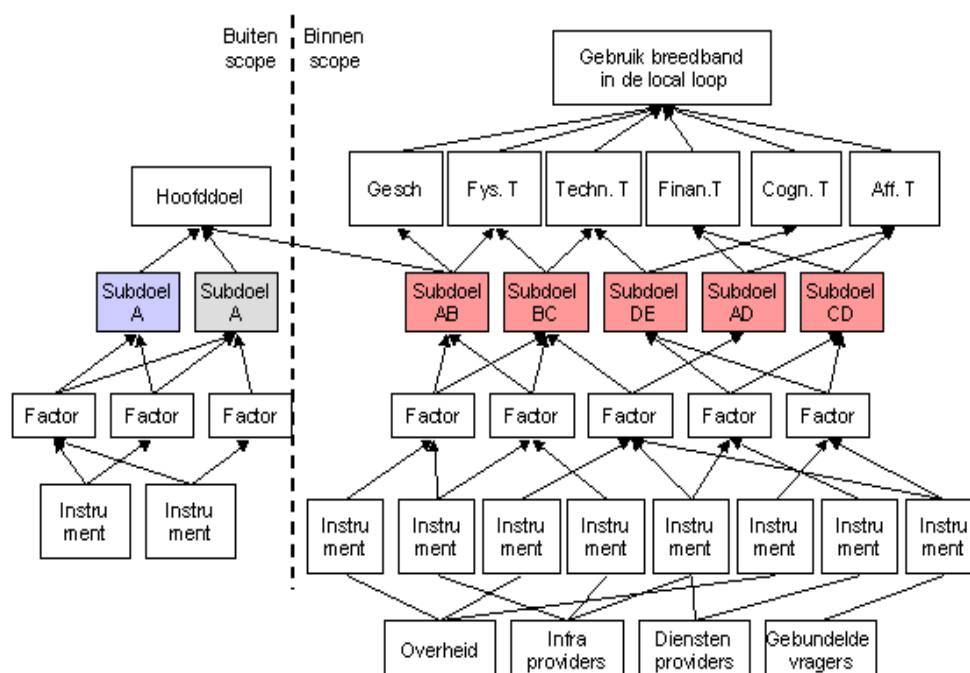
¹ Kuypers, 1973



Figuur II: Van één-actor naar multi-actormodel

Hoofddoel, subdoel, factoren en instrumenten

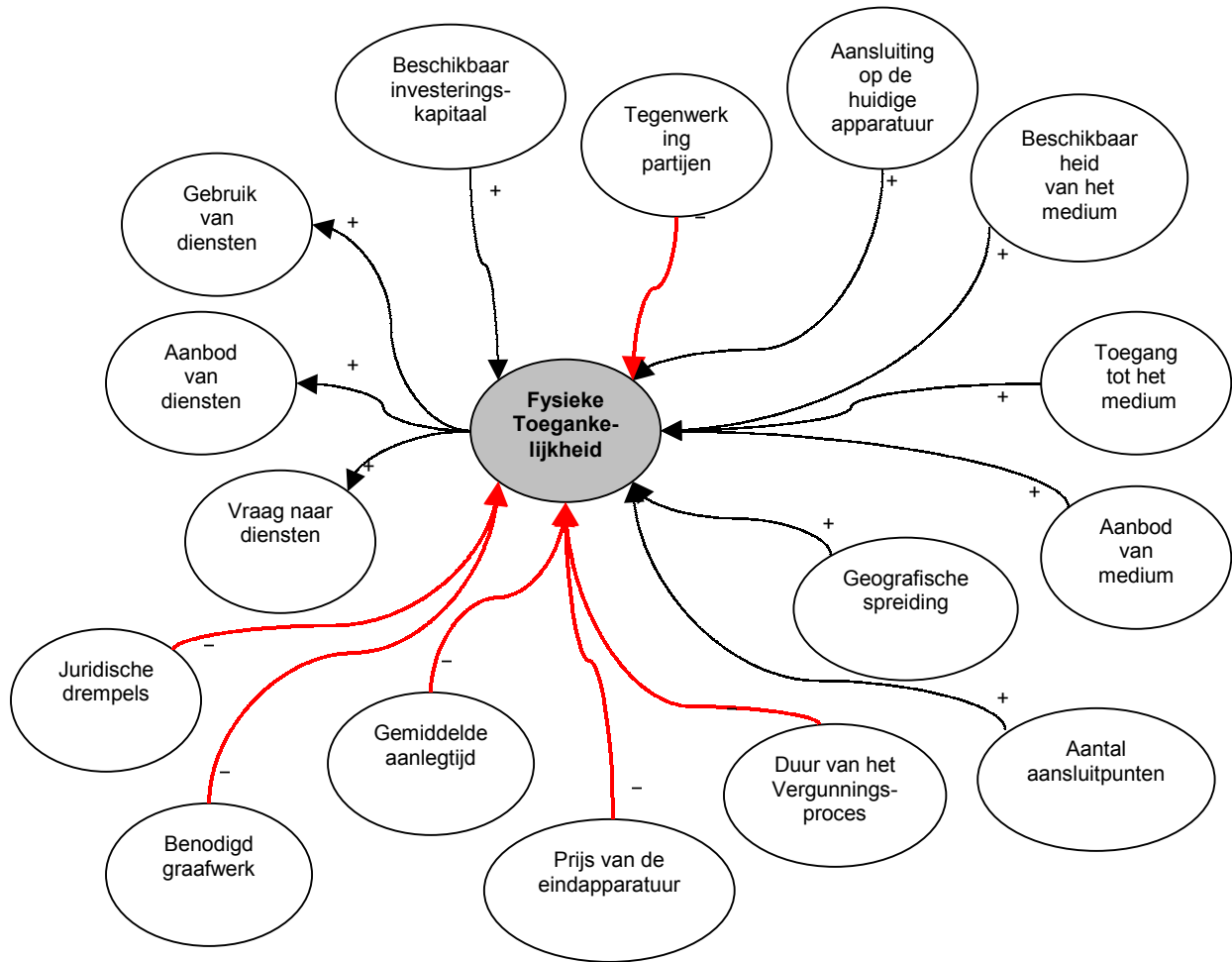
Iedere actor heeft een grote hoeveelheid sturingsinstrumenten tot zijn beschikking. De vraag is echter, met welke instrumenten hij een gewenst effect kan sorteren m.a.w. met welke instrumenten hij kan bijdragen aan het bereiken van een gesteld doel. Binnen de scope van dit onderzoek is het interessant welke instrumenten er bij de verschillende actoren aanwezig zijn om de verschillende factoren zodanig te sturen dat die op hun beurt bijdragen aan verlaging van de zes drempels van het 6-Drempelmodel (zie hiervoor hoofdstuk 3). Wanneer de zes drempels overbrugd kunnen worden, bestaat de mogelijkheid om het uiteindelijke doel te bereiken: grootschalig gebruik van breedband over de local loop. Onderstaande figuur geeft een schematische weergave van dit proces.



Figuur III: Sturingsproces van actoren binnen het model van Kuypers

De roze vlakken zijn gezamenlijke subdoelen van de vijf actoren A, B, C, D en E. Aan de linkerkant zijn de overige subdoelen van actor A weergegeven die, tezamen met subdoel AB bijdragen aan de verwezenlijking van het hoofddoel van actor A. Deze subdoelen en het hoofddoel vallen echter buiten de scope van dit onderzoek. Van belang is, dat actor A een gezamenlijk subdoel heeft met actor B, dat, in dit gegeven geval, de geschiktheid en de fysieke toegankelijkheid kan beïnvloeden.

Bijlage V-a Causale Relatie Diagrammen



De fysieke toegankelijkheid wordt gestimuleerd door een toename/ stimulering van de volgende factoren:

- Het aanbod van het medium
- De toegang tot het medium
- De beschikbaarheid van het medium
- Het ontwikkelingsstadium van de eindapparatuur
- Het aantal aansluitpunten
- De geografische spreiding
- De aansluiting op de huidige apparatuur
- Mate van steun van de overheid

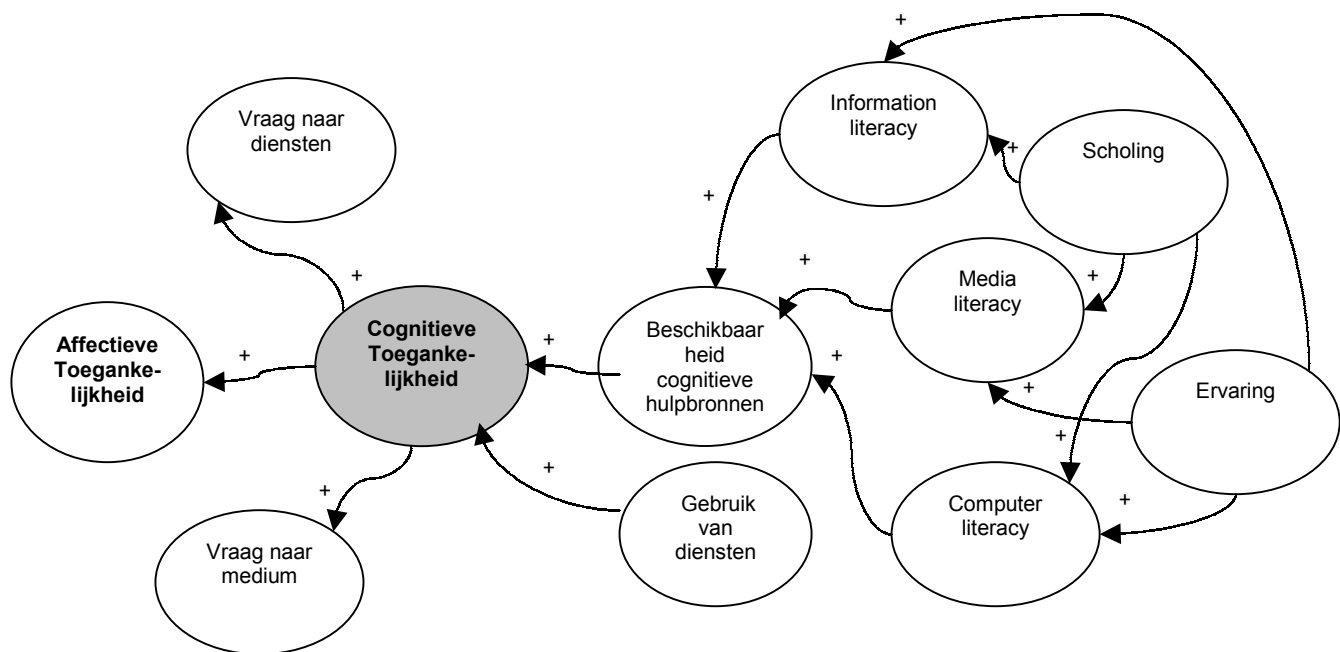
en door een afname van de volgende factoren:

- Het benodigde graafwerk
- De gemiddelde aanlegtijd
- De prijs van de eindapparatuur
- De duur van het vergunningsproces
- De te doorlopen juridische drempels
- Tegenwerking van verschillende partijen

Een toename van de fysieke toegankelijkheid stimuleert de volgende factoren:

- De vraag naar diensten
- Het aanbod van diensten
- Het gebruik van diensten

Bijlage V-b Causale Relatie Diagrammen



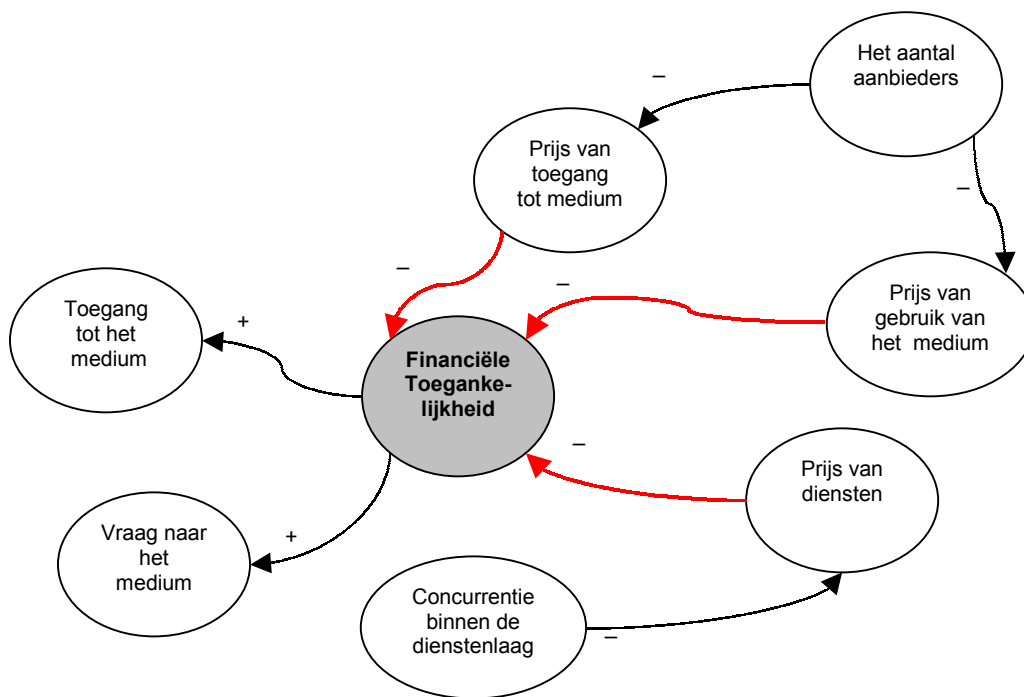
De **Cognitieve toegankelijkheid** wordt gestimuleerd door een toename van de factoren:

- Beschikbaarheid van de cognitieve hulpbronnen computer literacy, media literacy en information literacy
- Gebruik van diensten

Een toename van de cognitieve toegankelijkheid stimuleert de volgende factor:

- Affectieve toegankelijkheid
- De vraag naar diensten
- De vraag naar het medium

Bijlage V-c Causale Relatie Diagrammen



De financiële toegankelijkheid wordt gestimuleerd door een toename van de volgende factor:

- De aantrekkelijkheid van de business case

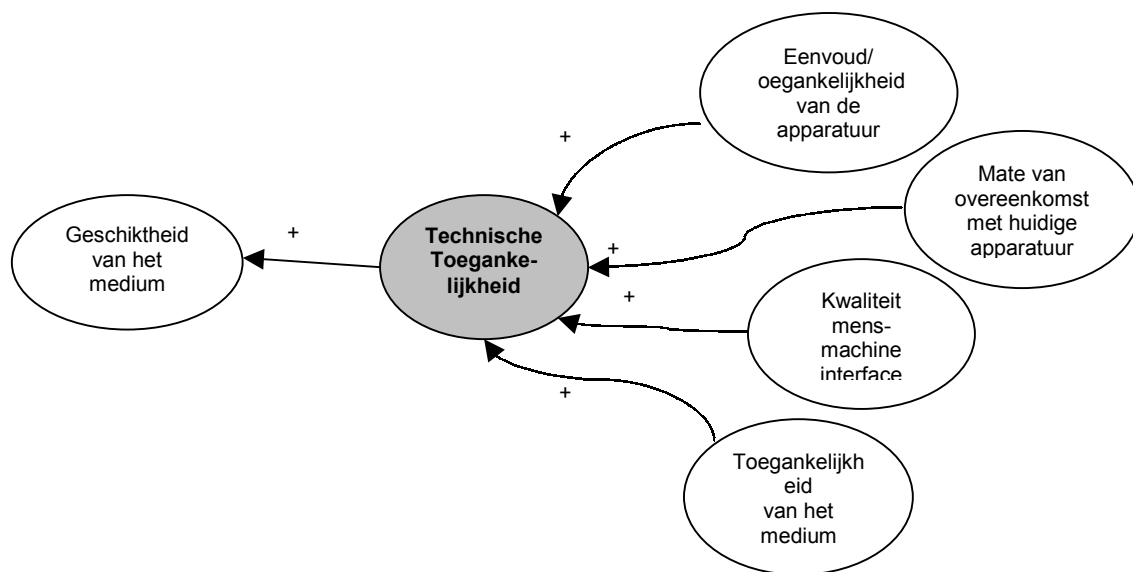
en geremd door de een toename van volgende factoren:

- De prijs van de diensten
- De prijs van de toegang tot het medium
- De prijs voor gebruik van het medium

Een toename van de financiële toegankelijkheid stimuleert de volgende factoren:

- De vraag naar het medium
- De toegang tot het medium

Bijlage V-d Causale Relatie Diagrammen



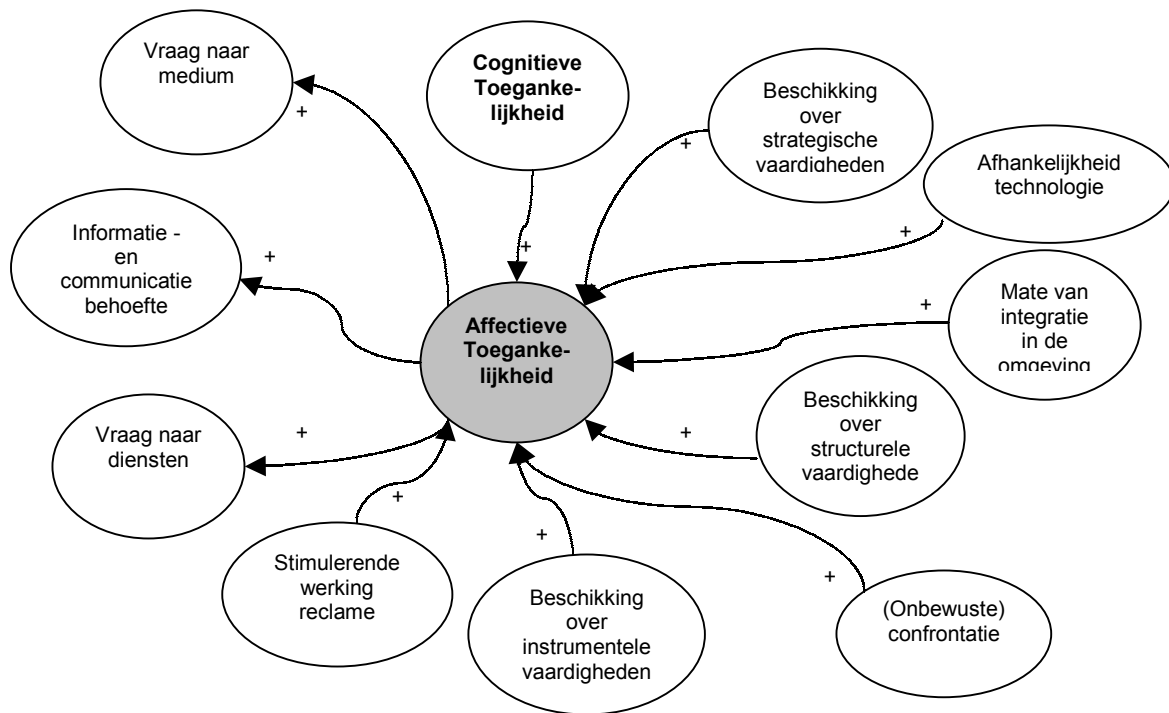
De Technische toegankelijkheid wordt gestimuleerd door een toename van de volgende factoren:

- De toegankelijkheid van het medium
- De kwaliteit van de mens-machine interface
- De eenvoud/ toegankelijkheid van de apparatuur
- De mate van overeenkomst met de bestaande apparatuur

Een toename van de technische toegankelijkheid stimuleert de volgende factor:

- De geschiktheid van het medium

Bijlage V-e Causale Relatie Diagrammen



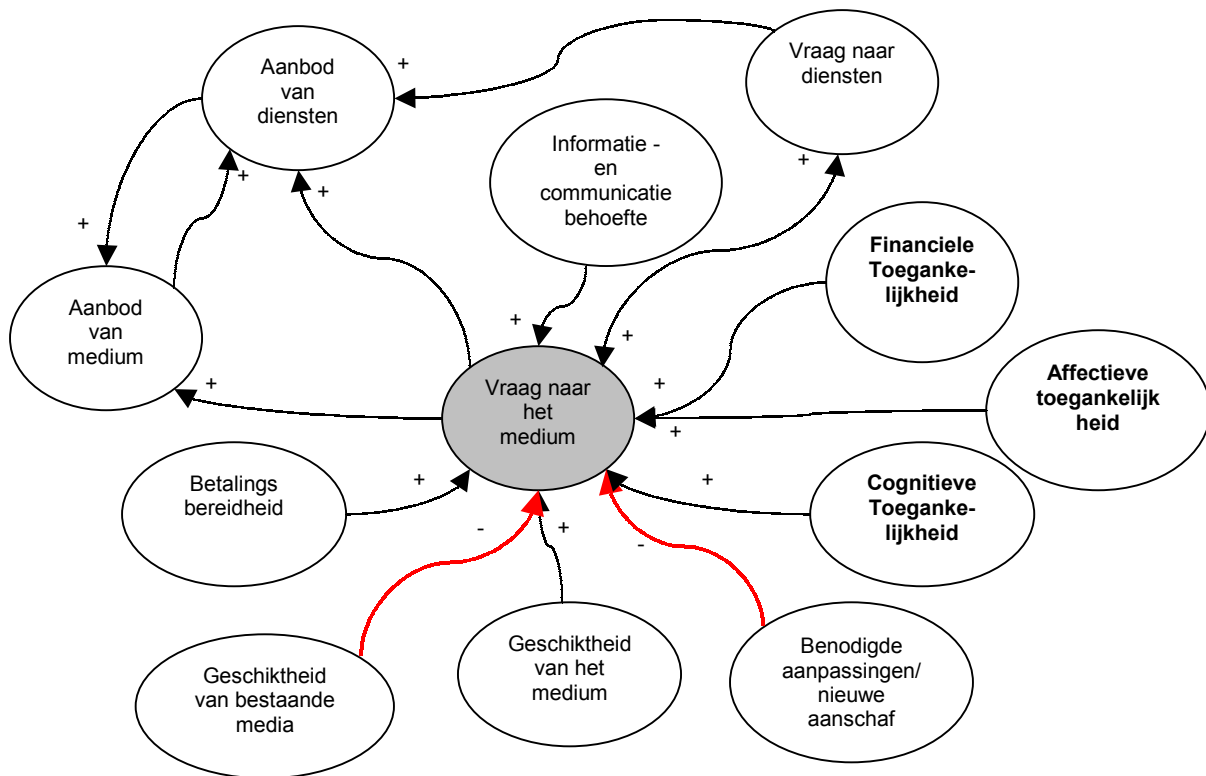
De affectieve toegankelijkheid wordt gestimuleerd door een toename van de volgende factoren:

- De cognitieve toegankelijkheid
- De beschikking over strategische vaardigheden
- De beschikking over structurele vaardigheden
- De beschikking over instrumentele vaardigheden
- De stimulerende werking van reclame
- De afhankelijkheid van de technologie
- De mate van integratie van de technologie in de omgeving
- De (onbewuste) confrontatie met de dienst/ het medium

Een toename van de affectieve toegankelijkheid stimuleert:

- De vraag naar diensten
- De informatie- en communicatiebehoefte van gebruikers
- De vraag naar het medium

Bijlage V-f Causale Relatie Diagrammen



De **vraag naar het medium** wordt gestimuleerd door een toename van de volgende factoren:

- De geschiktheid van het medium
- De betalingsbereidheid voor het medium
- De informatie- en communicatiebehoefte van gebruikers
- De financiële toegankelijkheid tot het medium
- De betalingsbereidheid voor gebruik van of toegang tot het medium
- De affectieve toegankelijkheid tot het medium
- De cognitieve toegankelijkheid tot het medium

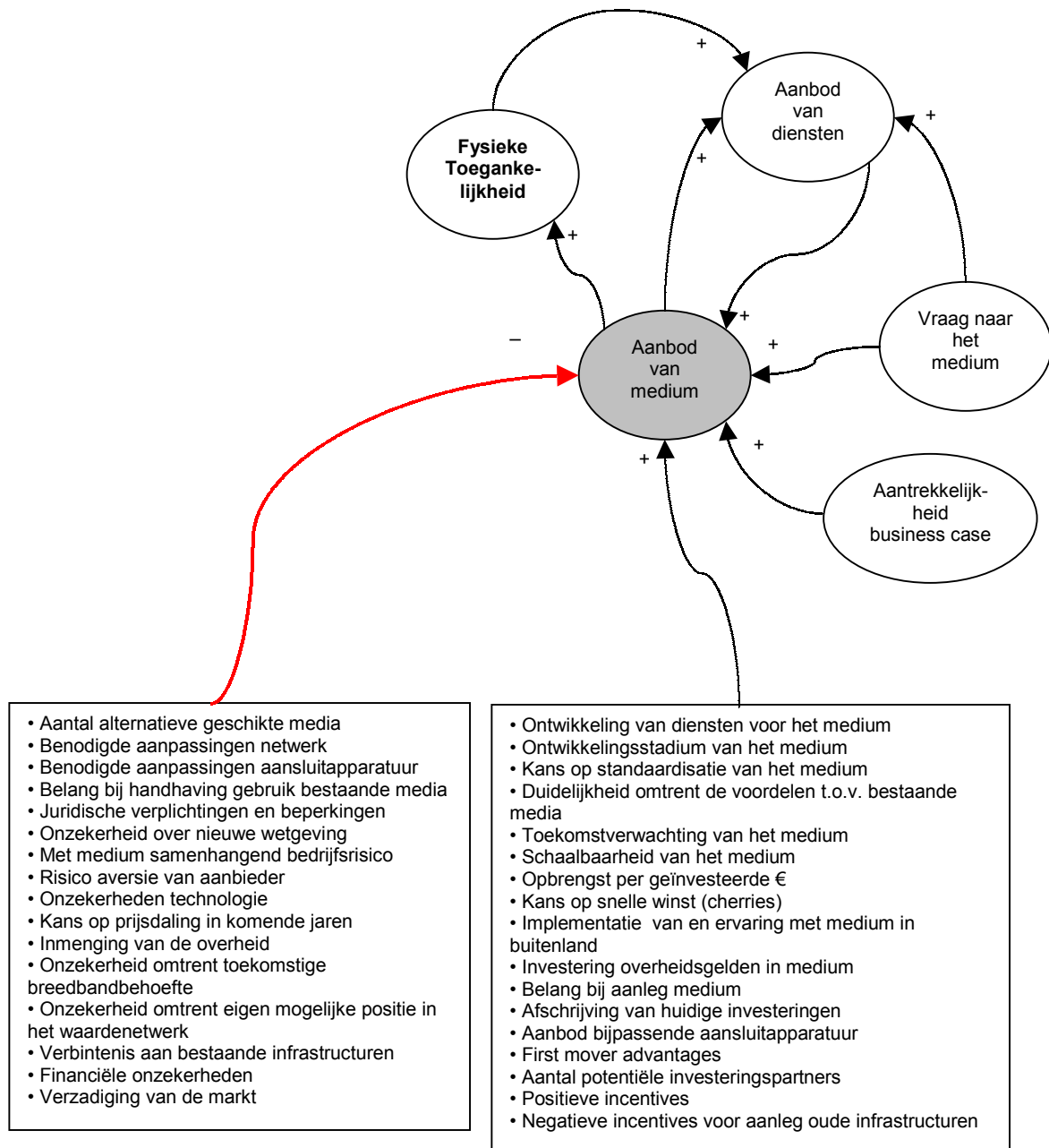
en geremd door een toename van de volgende factoren:

- De geschiktheid van de bestaande media
- De benodigde aanpassingen in of geheel nieuwe aanschaf van het aansluitnet

Een toename van de vraag naar het medium stimuleert de volgende factoren:

- Het aanbod van diensten
- Het aanbod van het medium

Bijlage V-g Causale Relatie Diagrammen



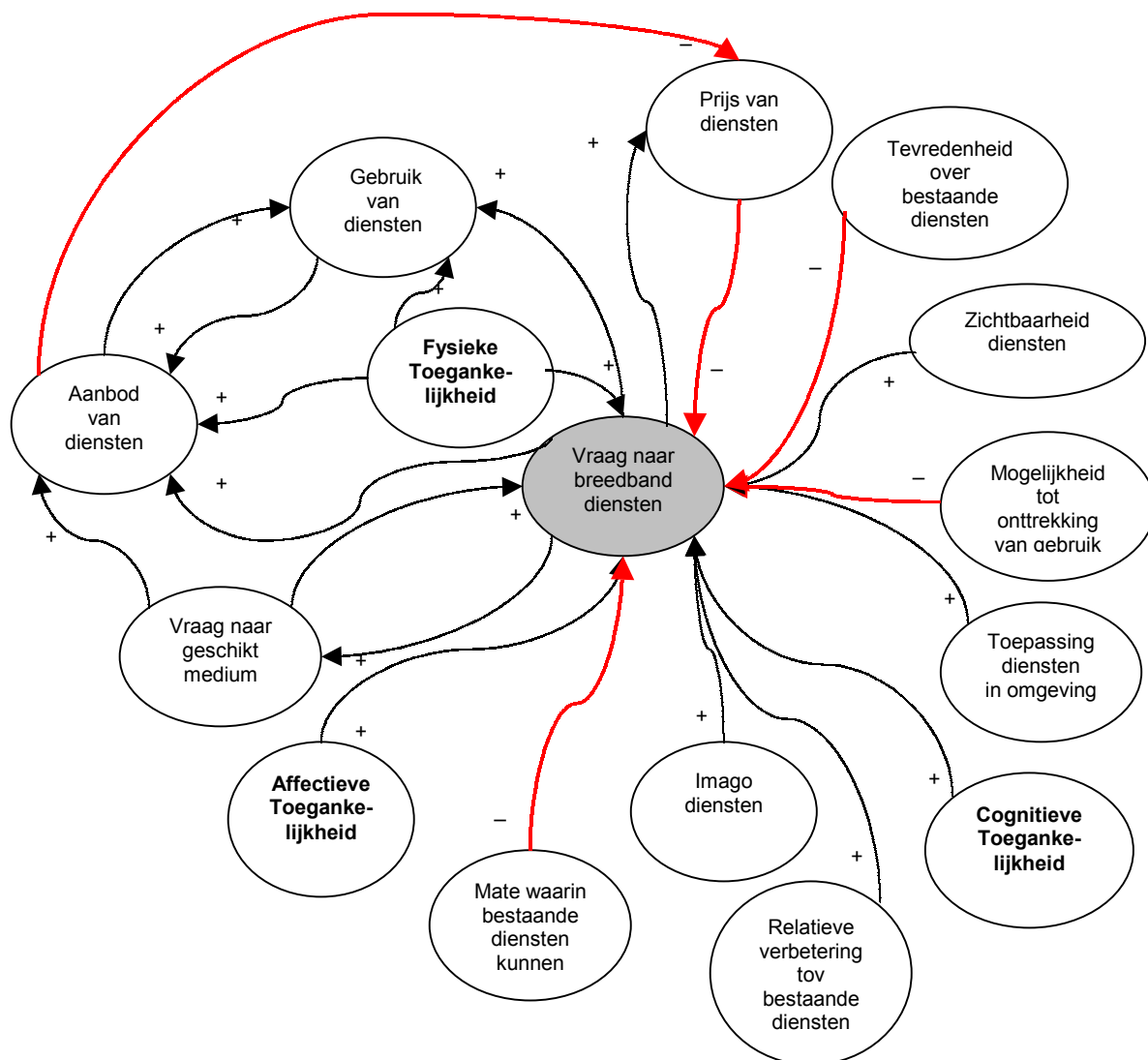
Het **aanbod van het medium** wordt gestimuleerd door een toename van de volgende factoren:

- De aantrekkelijkheid van de business case
- De vraag naar het medium
- Het aanbod van diensten

Een toename van het aanbod van het medium stimuleert de volgende factoren:

- Het aanbod van diensten
- De fysieke toegankelijkheid

Bijlage V-h Causale Relatie Diagrammen



De **vraag naar diensten** wordt gestimuleerd door een toename van de volgende factoren:

- De affectieve toegankelijkheid
- De fysieke toegankelijkheid
- De vraag naar het medium
- De cognitieve toegankelijkheid
- Het imago van de diensten
- Het verbeteringspercentage t.o.v. de bestaande diensten
- De toepassing van de diensten in de omgeving
- De zichtbaarheid van de diensten

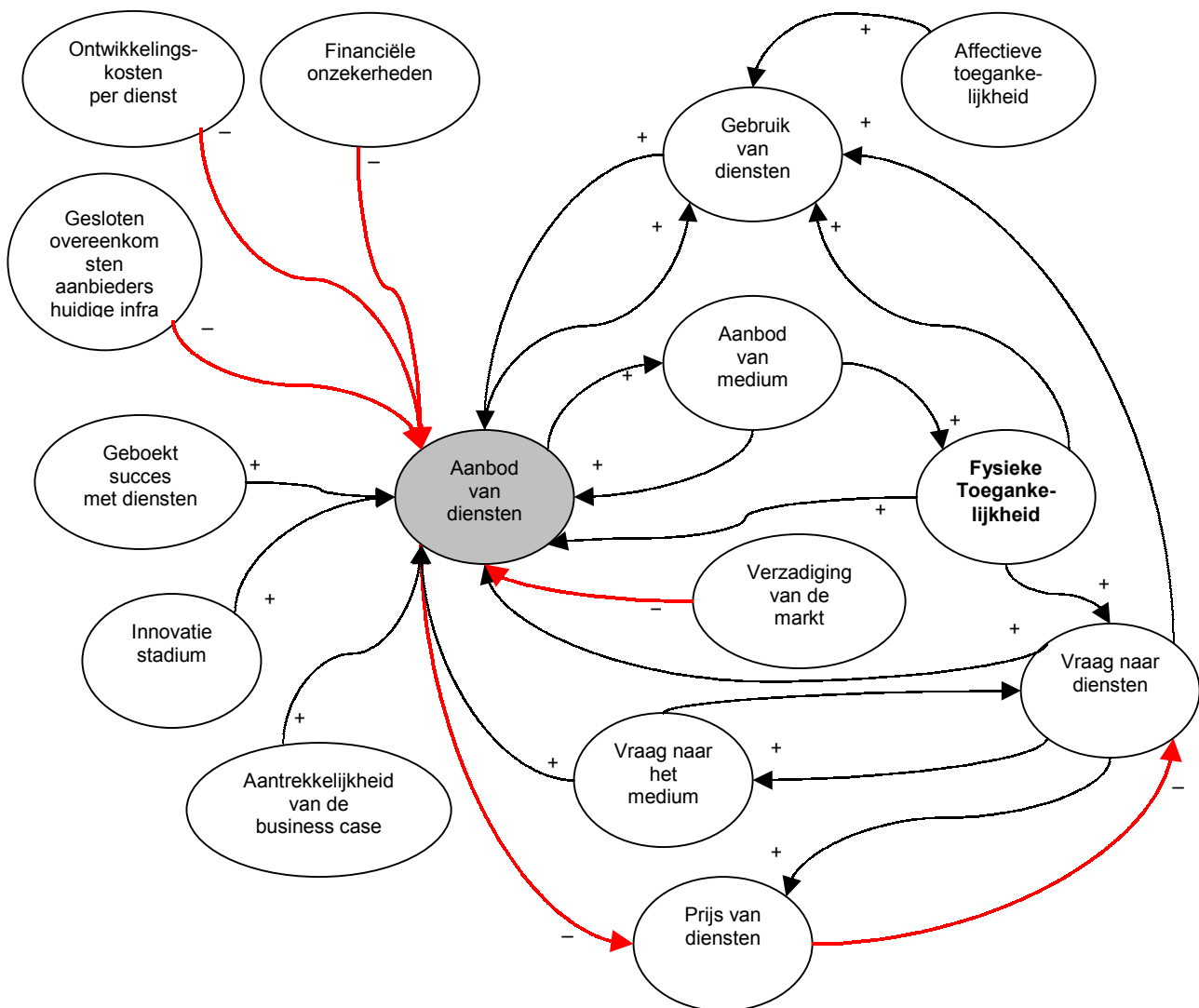
en door een afname van de volgende factor:

- De prijs van de diensten
- De mate waarin men zich kan blijven onttrekken van gebruik van de diensten
- De tevredenheid over de bestaande diensten
- De mate waarin de bestaande diensten kunnen voldoen

Een toename van de vraag naar diensten stimuleert de volgende factoren:

- De vraag naar het medium
- De prijs van de diensten
- Het gebruik van diensten
- Het aanbod van diensten

Bijlage V-i Causale Relatie Diagrammen



Het **Aanbod van diensten** wordt gestimuleerd door een toename van de volgende factoren:

- De vraag naar het medium
- De vraag naar diensten
- De fysieke Toegankelijkheid
- Het aanbod van het medium
- Het gebruik van diensten
- Het innovatiestadium van de diensten
- Het reeds geboekte succes met de diensten

en door een afname van de volgende factoren:

- Mate van verzadiging van de dienstenmarkt
- De reeds gesloten overeenkomsten voor dienstenleverantie met aanbieders van huidige infrastructuur
- De ontwikkelingskosten per dienst
- De financiële onzekerheid die gepaard gaat met het aanbieden van de diensten

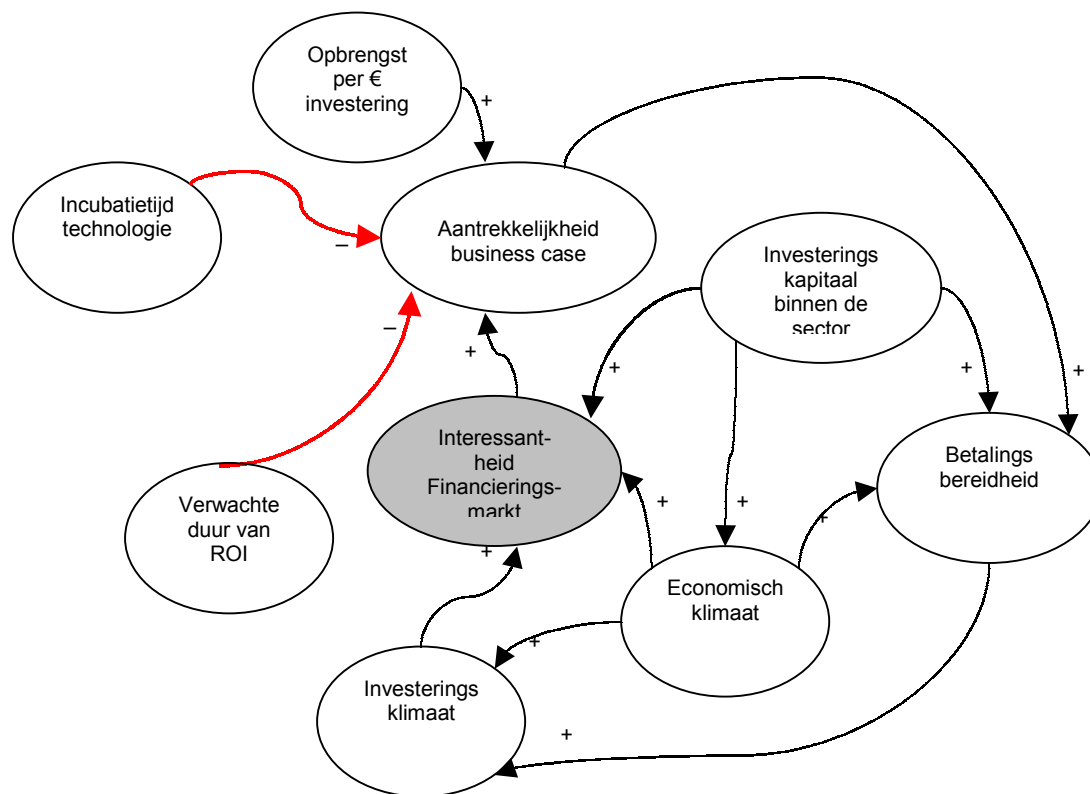
Een toename van het aanbod van diensten stimuleert de volgende factoren:

Het aanbod van het medium
Het gebruik van diensten

Een toename van het aanbod van diensten remt de volgende factoren:

- De prijs van diensten

Bijlage V-j Causale Relatie Diagrammen



De **interessantheid van de financieringsmarkt** wordt gestimuleerd door een toename van de volgende factoren:

- Het investeringsklimaat
- Het economisch klimaat
- Het investeringskapitaal binnen de sector

Een toename van de interessantheid van de financieringsmarkt stimuleert de volgende factor:

- De aantrekkelijkheid van de business case.

Het **economisch klimaat** wordt gestimuleerd door een toename van de volgende factor:

- Het investeringskapitaal binnen de sector

Een verbetering van het economische klimaat stimuleert de volgende factoren:

- Het investeringsklimaat
- De interessantheid van de financieringsmarkt
- De betalingsbereidheid

De **aantrekkelijkheid van de business case** wordt gestimuleerd door een toename van de volgende factor:

- De aantrekkelijkheid van de business case
 - De opbrengst die gehaald kan worden per geïnvesteerde \$
- en door een afname van de volgende factoren:
- De incubatietijd technologie
 - De verwachte duur van ROI

Een toename van de aantrekkelijkheid van de business case stimuleert de volgende factor:

- De betalingsbereidheid

Fysieke toegankelijkheid

Benodigd graafwerk	Gemiddelde aanlegtijd	Prijs van de eind-apparaat	Duur van het vergunning proces	Aantal aansluitpunten	Aanbod van infra	Juridische drempels	Mate van financiering	Hinder-machten	Aansluiting op huidige apparatuur	Beschikbaarheid van medium	Toegang tot medium	Geografische spreiding
Beginnen met cellulaire techniek				Residential gateway								

Cognitieve toegankelijkheid

Computer literacy	Gebruik van diensten	Information literacy	Scholing en cursussen	Media literacy	Ervaring
Goede interface Lage eisen aan motoriek Probleem wordt verlaagd door 'residential gateway' Angst van het bedienen van computers ed doen afnemen → 'veilig' gebruik Aanpassen aan doelgroep: -plug & play - Jip & Janneke spelletjes → om leren gaan met apparatuur intuïtief en makkelijk bedienbaar	Communities: werken verslavend en zijn leuk Handleiding Betere zoekmachines Geen 'studie' / dikke boeken nodig om met programma om te gaan Dienst zo inrichten dat cognitieve drempel zo laag mogelijk is	Informatie overload verkleinen Zoekhulpmiddelen Op elke site dezelfde layout	Scholing aanbieden aan niet-leerlingen Handleiding toegespitst op doelgroepen ICT in regulier onderwijs integreren Cursussen 65+ / huisvrouwen Groepen gebruikers bijeenbrengen	Succesfactor: geen handleiding nodig!	Jong leren en jongleren Voortbouwen op reeds bestaande metafoor Units waar je kunt oefenen in openbare gelegenheden

Financiële toegankelijkheid

Prijs van de diensten	Concurrentie binnen de dienstenlaag	Bereidheid van burgers om te betalen	Prijs van toegang tot infra	Aantal aanbieders van infra	Prijs van gebruik van infra
installatiekosten monteur	Standaarden: voordelig voor eindgebruiker versus nadelig voor aanbieders Stimulering horizontale integratie Nma: ketenafspraken van video/ TV branche aanpakken Beschikbaar maken van content (o.a. traditioneel) over infrastructuur Publieke omroep over breedband Directe 'lock in' verbieden versus 'lock in' is juist stimulators voor nieuwe partijen	'Airmiles' Snob appeal → status Belastingaftrek WOZ Koppelverkoop: kosten onderbrengen in nutskosten; gas/licht/water; huur/ huisprijs Affectieve toegankelijkheid	Precarioheffing Aanlegkosten	Kantelpunt wireless/ vaste infra berekenen en het overtuigend maken voor financiers R.O.I. omlaag Externe stimulans (zak geld) door belangeloze partij die geen speler is in de business case Gangmakers: het is lafheid om niet te veranderen Kennis om markt minder risicovol te maken	In onroerend goed sfeer brengen: lange afschrijftermijnen ipv snelle winst Overheid en onroerend goed financiers → commerciële banken; projectontwikkelaars Combinatie en vraagbundeling: economies of scale Coördinatie: overkoepelend orgaan Rijksoverheid en gemeente: Subsidies 'medium broker'

Affectieve toegankelijkheid

(On)bewuste confrontatie	Gevoel van afhankelijkheid van de technologie	Beschikking over instrumentele vaardigheden	Beschikking over strategische vaardigheden	Beschikking over structurele vaardigheden	Stimulering gebruik technologie	Mate van integratie in de omgeving
Reclame → 'push'element Behoeft oproepen Openbaar vervoer panelen	Sexy, kleurrijk en modern Status Real time pricing van bv benzine Weten dat je het antwoord met dit medium gaat vinden		Vertrouwen: Privacy; krijgen wat je zoekt; het werkt VVV: vreten, vrouwen, vechten Sexbankieren Makkelijke ondersteuning van persoonlijke wensen → personalisatie Privacy in de zin van persoonlijk contact kunnen delen Altijd persoonlijk beschikbaar	Opleiding: werkt drempelverlagend Verlagen van de eisen die gesteld worden aan str. Vaardigheden → gelijke interfaces 'makkelijk' maken	Snelheid Real time connectivity Medium vraagt geen 2x dezelfde informatie Toegankelijk maken van info die aanvankelijk niet toegankelijk was Digitale leerprocessen Spannend/ makkelijk maken plaatjes	Erbij horen groepsvorming

Bijlage VI-d

Causale relaties en sturingsinstrumenten

Aanbod van infrastructuur

Duur van Return on Investment (R.O.I.)	Schaalbaarheid	(Bedrijfs) risico	Kennis van het medium	Aantrekkelijkheid van de businesscase
Doelgroep bepalen: vaste kleine groep of geld verdienen? Kosten : afhankelijk van bedrijfsmodel: markt versus taak gebruiker Terugverdiendtijd voor de gebruiker	Mogelijkheid om kleinschalig te beginnen Omvang: hoe groot moet je zijn om aanbod te kunnen doen Hoe groot moet vraag zijn om aanbod te kunnen doen?: kriteke massa Lage variabele kosten Technische- Financiële- Functionele schaalbaarheid Aantal toepassingssoorten: synergie	Kennisiniveau Verkoopbaarheid van infra: hoeveel geld nodig voor 10 Mbps? Standaardisatie verlaagt bedrijfsrisico Lage vaste kosten van infra Variabele kosten van -onderhoud -beheer -personeel	Rocket science nodig?	Substituteniveau → ofwel 100% substitutie en lagere prijs? → bestaande infra direct vervangbaar Differentiatie versus commodity Waarde van de toepassingen: hoogwaardige toepassingen In niet-commoditymarkt verslechtert standaardisatie de businesscase Inblazen van glas in ducts is duur en moeilijk door voorrijkosten en vervorming van ducts Mate en hoeveelheid concurrentie Verlagen van de uittredingsdrempels Elimineren van je substituten Toepassingssynergie Verstrekkingsmodel: nutsmodel vs marktmodel; vraagbundeling, etc. Kosten van transmissiemedium Meerdere partijen actief/ passief/ beheer Lopende lange contracten inzake substituit Regelgeving: toetredingsdrempel beheersen Business cases splitsen

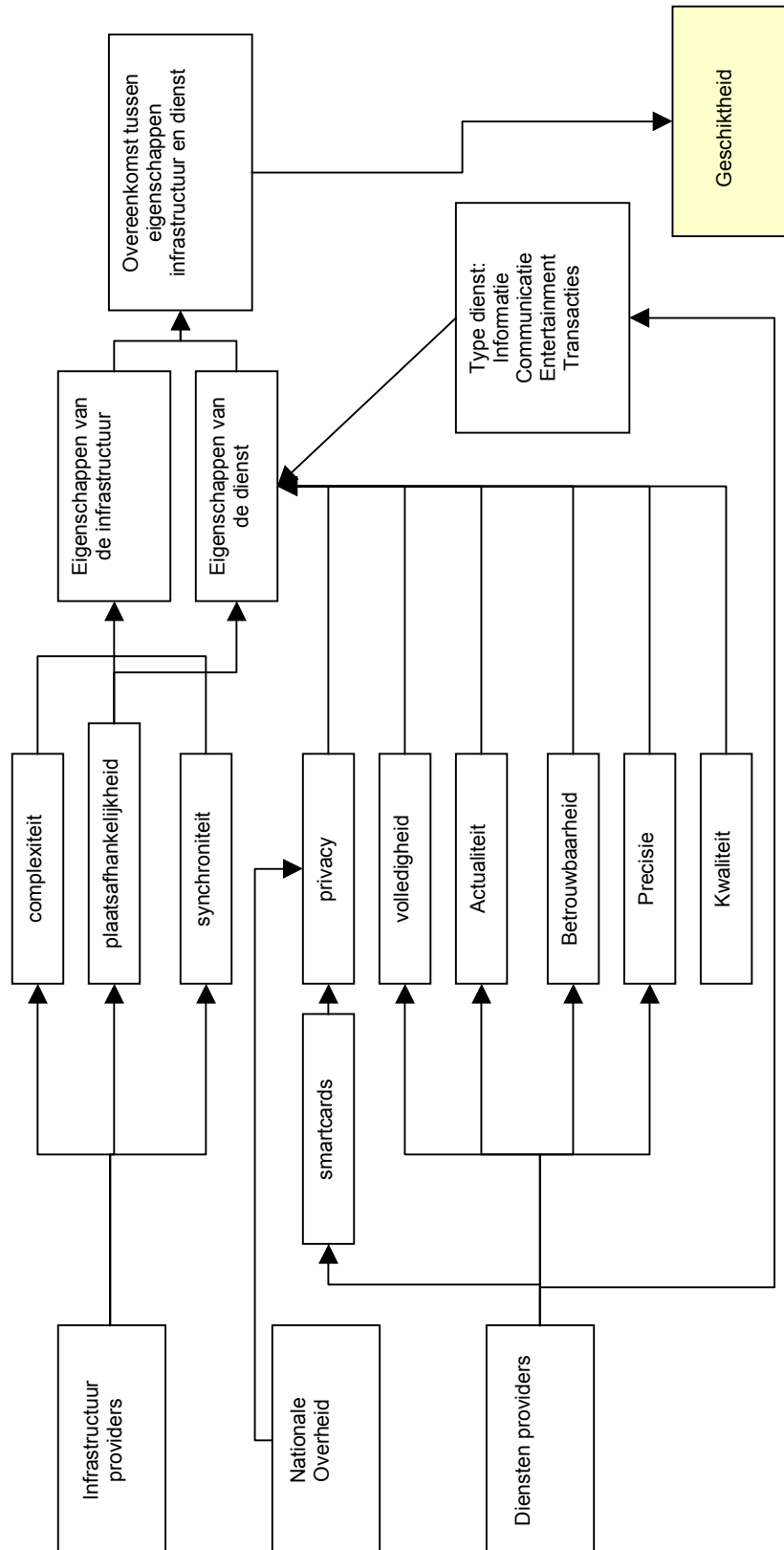
Bijlage Vi-e

Causale relaties en sturingsinstrumenten

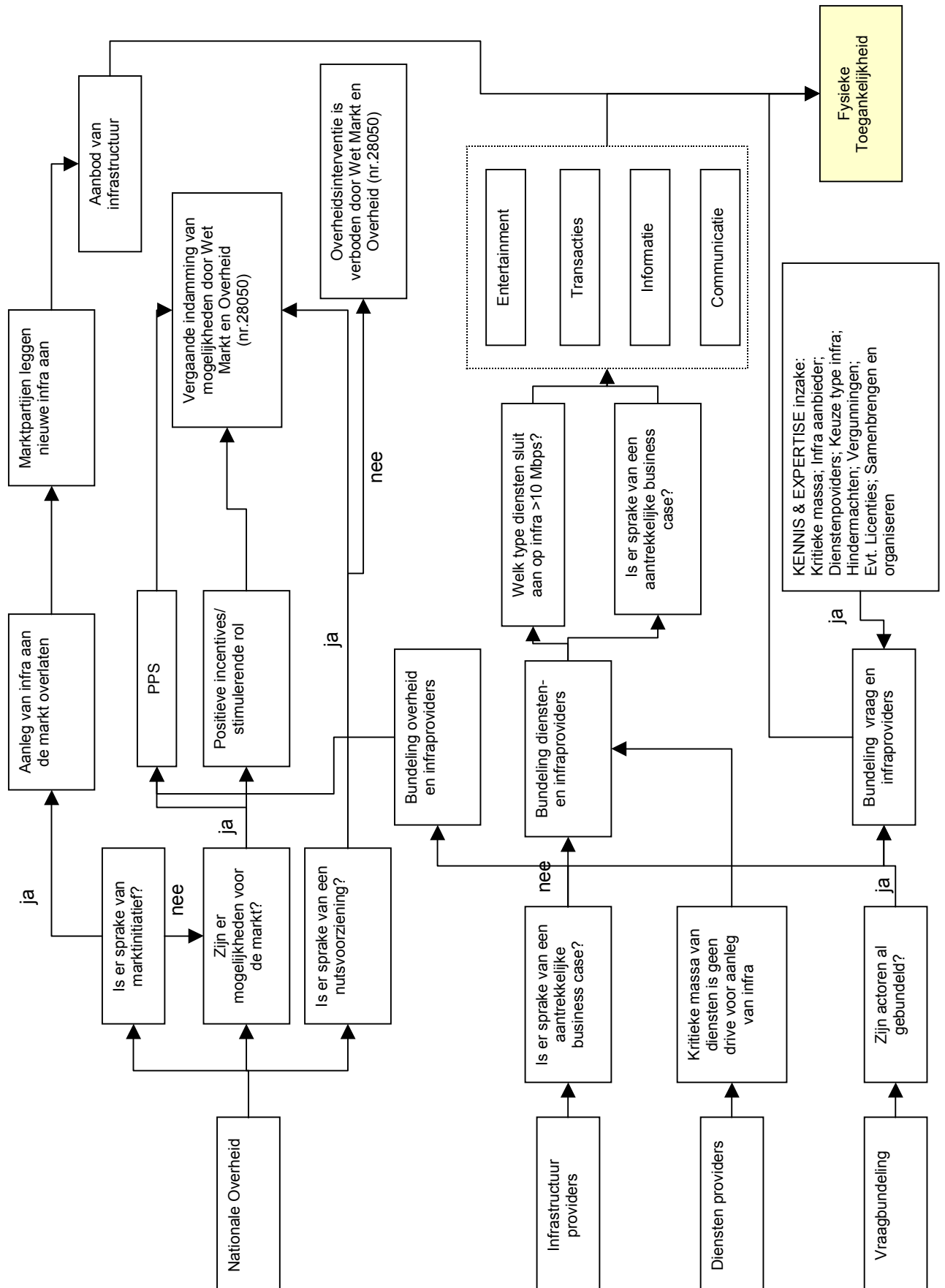
Vraag naar breedbanddiensten

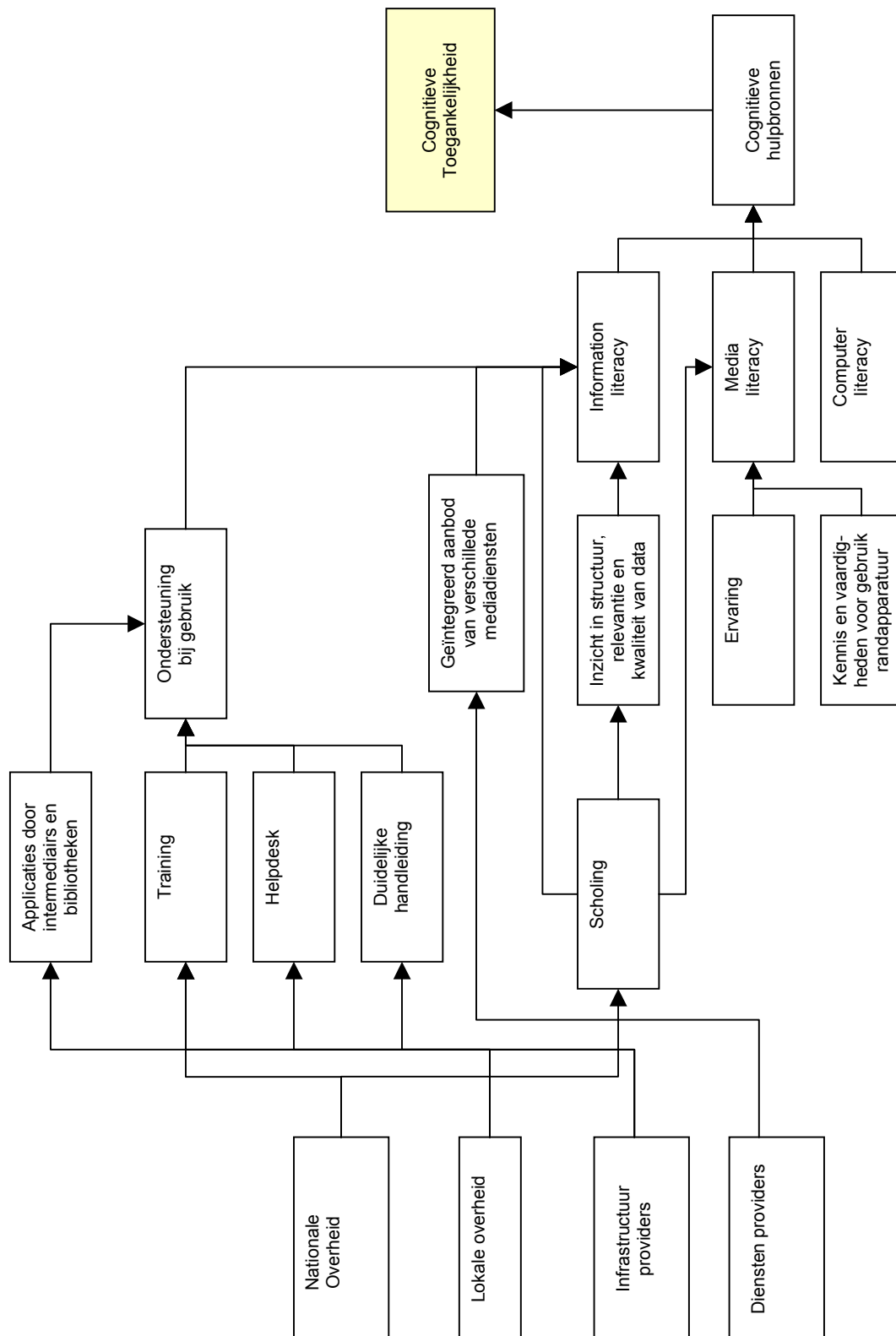
Mogelijkheid tot onttrekking van gebruik	Toepassing diensten in de omgeving	Meerwaarde t.o.v. bestaand aanbod	Positief imago breedband	Prijs van de diensten	Benodigde aanpassing/aanschaf apparatuur	Plaats van de apparatuur in het netwerk	Noodzakelijke leerelementen	Zichtbaarheid van diensten en gebruiker	Negatief imago breedband diensten
Diensten monomediaal aanbieden: exclusief breedbandig	Locatie gebaseerde diensten	Service networks: mee verhuizen van persoonlijk profiel → intelligent omgaan met servicevraag Personal agent: programmeerbaar (niet big brother) Betaalgemak en veiligheid van persoonsgegevens. Bestaande diensten verrijken mbv breedband Breedband maakt samenwerking en keten-aansluiting eenvoudiger	Het is mode en hip → gewoon	Differentiatie in prijsstrategie 'pay per view' Quality pricing: prijs impliceert de kwaliteit Scheiden van access en diensten	Transparantie naar aanbieder, niet afhankelijk van netwerk Kosten in netwerk houden en niet aan de rand. Universele beschikbaarheid van diensten, afhankelijk van medium Universele userinterface		Koppeling van oplossing en problemen Kennis over randapparatuur Drempels tot kennis verlagen door bv standaarden, interface en icoontjes Wizards/agents Communities Nieuws-groepen Leerfuncties in toestellen: zelf leren over toepassingen en aansluiting: "guided tours" Breedband voor moeders + andere cursussen	Cross referency: 'kijk op onze webpage' Smalbandige teasers Reclame op colaflesjes Aanbod van spel/ prijzen exclusief op breedband	Spamfilters in breedste zin Legaal aanbieden van films en muziek e-mail & spamfiltering als core business verbeterde veiligheid 'big brother' imago omlaag: gevolgd worden in onwenselijk gevoel van eigen macht ipv 'echelon' gevoel verbondenheid met dienstapparatuur: het moet lijken op oude interfaces

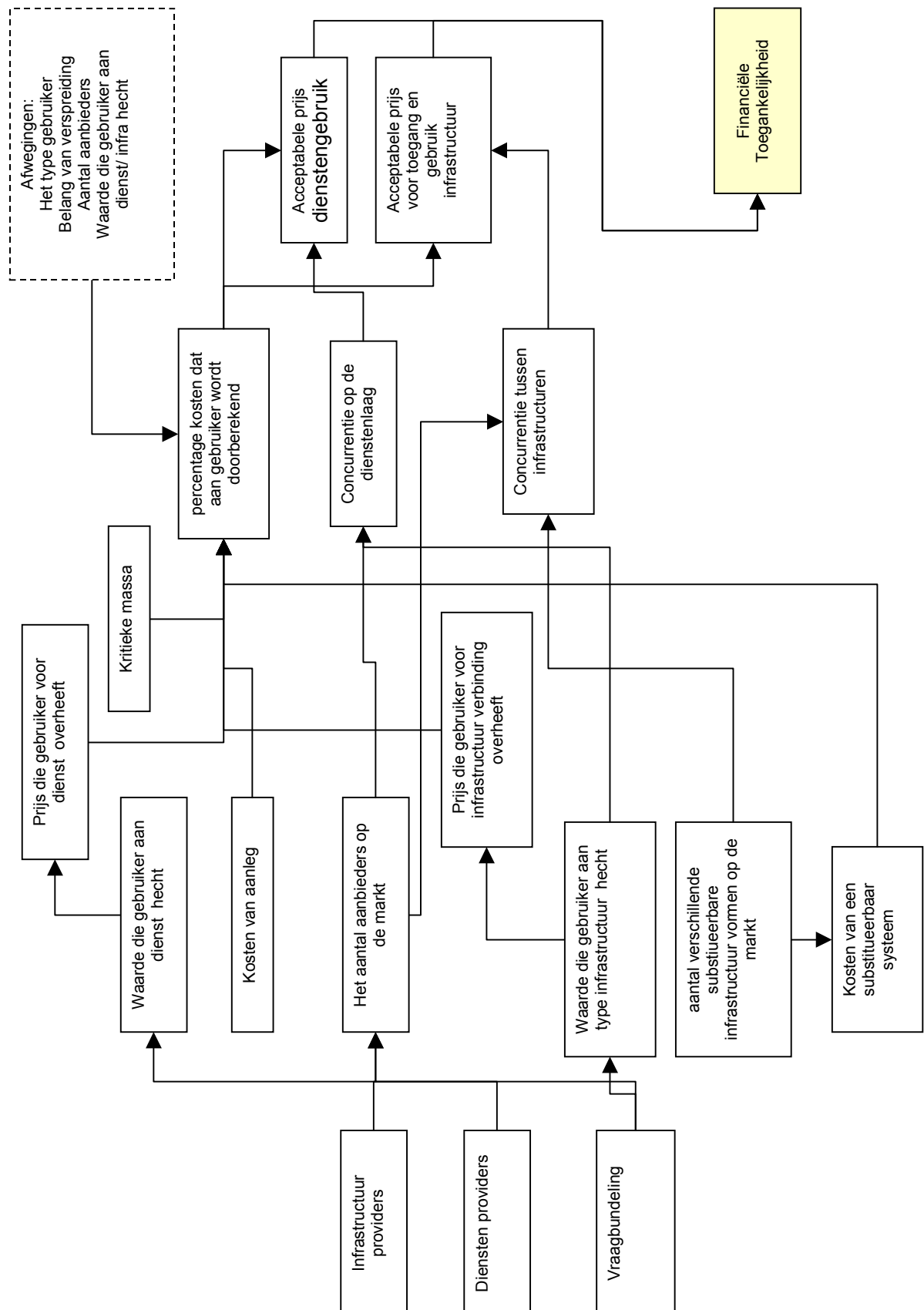
Bijlage VII-a Beslisboom geschiktheid

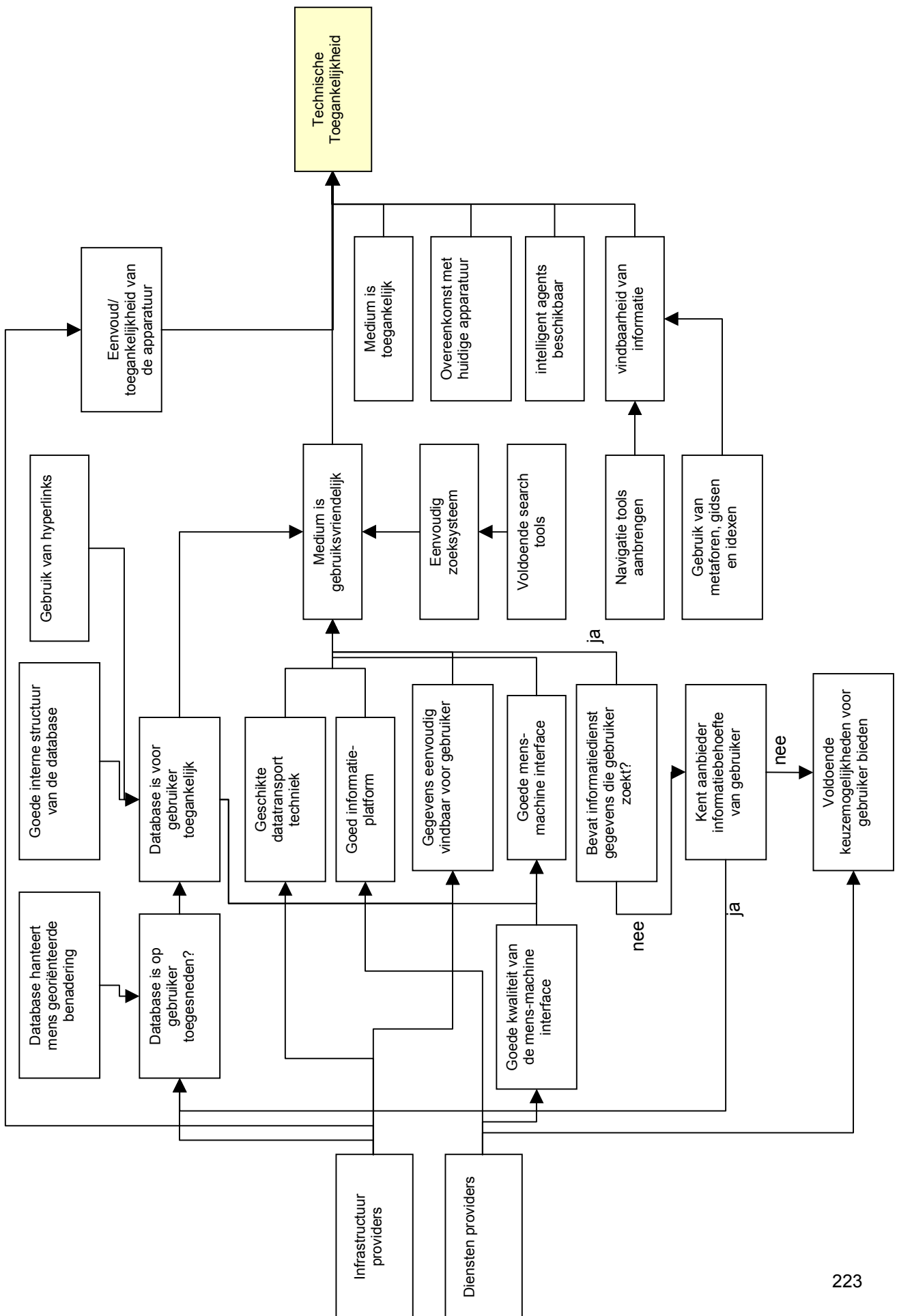


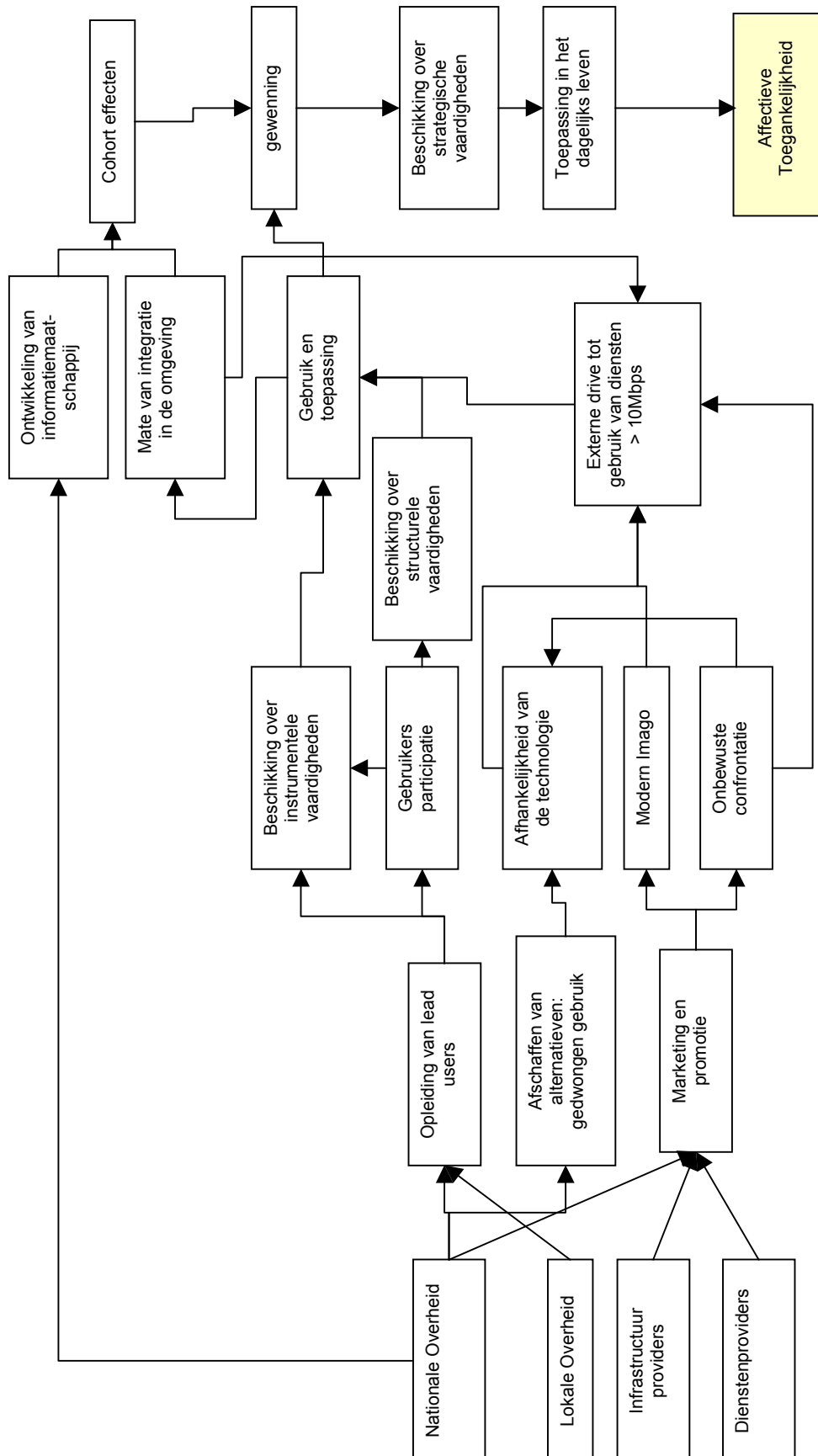
Beslisboom fysieke toegankelijkheid











Bijlage VIII Systematische vergelijking van technologieën met scorecards en SMART modellen

Om tot een keuze te komen voor één van de technologieën, een combinatie van meerdere of een transmissiepad te ontwerpen moeten actoren de verschillende technologieën met elkaar kunnen vergelijken. Dit kan met behulp van scorecards en SMART-modellen. Met deze modellen kunnen de technologieën aan de hand van criteria gerankt worden. Scorecards bieden voornamelijk een visueel inzicht in de vergelijking, SMART-modellen doen dit op numerieke wijze. De technologieën die in dit hoofdstuk behandeld zijn, zullen nu systematisch met elkaar vergeleken worden aan de hand van de belangrijkste criteria die in de vorige paragraaf belicht zijn. Voor elk criterium is een scorecard gemaakt, zodat voor het betreffende criterium direct duidelijk is welke technologieën het best op dit punt scoren. Afhankelijk van welk criterium partijen beschouwen als doorslaggevend, kan het dus voorkomen dat een andere technologie als beste naar voren komt.

Scorecards

Ter vergelijking van de verschillende technische mogelijkheden (deelvraag 7) om breedband op het niveau van de local loop te realiseren wordt in dit onderzoek allereerst de scorecard methode toegepast. Een scorecard is een methode om verschillende oplossingsalternatieven met elkaar te vergelijken, waarbij door middel van een grafische accentuering van de scores de rangorde van de alternatieven per criterium wordt aangegeven. De grafische representatievorm maakt de methode goed geschikt voor problemen waarbij slechts *kwalitatieve* informatie kan worden verzameld, zoals binnen dit onderzoek voor bepaalde technieken het geval is. De scorecard methode dient om het vergelijken van verschillende alternatieven te vergemakkelijken zonder dat een oordeel wordt geveld over de alternatieven als zodanig. De oplossingsalternatieven worden met elkaar vergeleken op grond van eerder opgestelde criteria. De verschillende alternatieven zijn zodanig naast elkaar te presenteren dat een vergelijking op verschillende criteria inzichtelijk wordt.

Eerst volgt een algemene tabel met scores voor de verschillende criteria. Hierna worden de tabellen per criterium gerangschikt. Deze rangschikking vindt plaats van boven naar beneden, waarbij de beste alternatieven boven komen en de slechtste onder.

Tabel I: Scorecard van technologieën voor de belangrijkste criteria

	Afstand	Geografische schaalbaarheid	Schaalbaarheid in bandbreedte	Standaardisatie	Kosten
VDSL	465 m	+	-	Ja	H
Etherloop 2	7 km	++	+	Nee	L
CMTS +	A	-	-	Ja	M
Narad	500 m	+	++	Nee	H
Maxi-Ster	50 m	+/-	+/-	Ja	H
EPON	20 km	-	++	Verwacht	H
APON	20 km	-	++	Ja	H
Optisch Ethernet	20 km	--	++	Ja	H
WLAN / Wi-Fi	A	++	+	Ja	L
MMDS	48 km	++	-	Ja (2003)	M
LMDS	16 km	++	+	Ja (2003)	M
MMW	12.8 km	++	++	Ja/ nee	M
HiperAccess	5 km	++	+/-	Ja	L
FSO	1-2 km	++	++	Nee	H
HFR	1-2 km	++	++	Nee	H

 1^e keus
  2^e keus
  3^e keus

H= hoog M= gemiddeld L= Laag
 +++= zeer goed += goed +/- =gemiddeld () _ = (zeer)slecht

Tabel II: Scorecard van technologieën geselecteerd op het criterium 'afstand'

	Afstand	Geografische schaalbaarheid	Schaalbaarheid in bandbreedte	Standaardisatie	Kosten
MMDS	48 km	++	-	Ja (2003)	M
EPON	20 km	-	++	Verwacht	H
APON	20 km	-	++	Ja	H
Optisch Ethernet	20 km	--	++	Ja	H
LMDS	16 km	++	+	Ja (2003)	M
MMW	12.8 km	++	++	Ja/ nee	M
Etherloop 2	7 km	++	+	Nee	L
HiperAccess	5 km	++	+/-	Ja	L
FSO	1-2 km	++	++	Nee	H
HFR	1-2 km	++	++	nee	H
Narad	500 m	+	++	Nee	H
VDSL	465 m	+	-	Ja	H
Maxi-Ster	50 m	+/-	+/-	Ja	H
CMTS +	A	-	-	Ja	H
WLAN / Wi-Fi	A	++	+	Ja	L

Tabel III: Scorecard van technologieën geselecteerd op het criterium 'Geografische schaalbaarheid'

	Afstand	Geografische schaalbaarheid	Schaalbaarheid in bandbreedte	Standaardisatie	Kosten
Etherloop 2	7 km	++	+	Nee	L
WLAN / Wi-Fi	A	++	+	Ja	L
MMDS	48 km	++	-	Ja (2003)	M
LMDS	16 km	++	+	Ja (2003)	M
MMW	12.8 km	++	++	Ja/ nee	M
HiperAccess	5 km	++	+/-	Ja	L
FSO	1-2 km	++	++	Nee	H
HFR	1-2 km	++	++	nee	H
VDSL	465 m	+	-	Ja	H
Narad	500 m	+	++	Nee	H
Maxi-Ster	50 m	+/-	+/-	Ja	H
CMTS +	A	-	-	Ja	M
EPON	20 km	-	++	verwacht	H
APON	20 km	-	++	Ja	H
Optisch Ethernet	20 km	--	++	Ja	H

Tabel IV: Scorecard van technologieën geselecteerd op het criterium 'schaalbaarheid in bandbreedte'

	Afstand	Geografische schaalbaarheid	Schaalbaar- heid in bandbreedte	Standaardisatie	Kosten
EPON	20 km	-	++	verwacht	H
APON	20 km	-	++	Ja	H
Optisch Ethernet	20 km	--	++	Ja	H
FSO	1-2 km	++	++	Nee	H
HFR	1-2 km	++	++	nee	H
MMW	12.8 km	++	++	Ja/ nee	M
Narad	500 m	+	++	Nee	H
WLAN / Wi-Fi	A	++	+	Ja	L
LMDS	16 km	++	+	Ja (2003)	M
Etherloop 2	7 km	++	+	Nee	L
HiperAccess	5 km	++	+/-	Ja	L
Maxi-Ster	50 m	+/-	+/-	Ja	H
VDSL	465 m	+	-	Ja	H
CMTS +	A	-	-	Ja	M
MMDS	48 km	++	-	Ja (2003)	M

 1^e keus
  2^e keus
  3^e keus

H= hoog M= gemiddeld L= Laag
 ++= zeer goed += goed +/- =gemiddeld () _ = (zeer)slecht

Tabel V: Scorecard van technologieën geselecteerd op het criterium 'Standaardisatie'

	Afstand	Geografische schaalbaarheid	Schaalbaarheid in bandbreedte	Standaardisatie	Kosten
CMTS +	A	-	-	Ja	M
Maxi-Ster	50 m	+/-	+/-	Ja	H
APON	20 km	-	++	Ja	H
Optisch Ethernet	20 km	--	++	Ja	H
WLAN / Wi-Fi	A	++	+	Ja	L
HiperAccess	5 km	++	+/-	Ja	L
VDSL	465 m	+	-	Ja	H
MMDS	48 km	++	-	Ja (2003)	M
LMDS	16 km	++	+	Ja (2003)	M
MMW	12.8 km	++	++	Ja/ nee	M
EPON	20 km	-	++	In ontwikkeling	H
Etherloop 2	7 km	++	+	Nee	L
Narad	500 m	+	++	Nee	H
FSO	1-2 km	++	++	Nee	H
HFR	1-2 km	++	++	nee	H

Tabel VI: Scorecard van technologieën geselecteerd op het criterium 'Kosten'

	Afstand	Geografische schaalbaarheid	Schaalbaarheid in bandbreedte	Standaardisatie	Kosten
Etherloop 2	7 km	++	+	Nee	L
WLAN / Wi-Fi	A	++	+	Ja	L
HiperAccess	5 km	++	+/-	Ja	L
CMTS +	A	-	-	Ja	M
MMDS	48 km	++	-	Ja (2003)	M
LMDS	16 km	++	+	Ja (2003)	M
MMW	12.8 km	++	++	Ja/ nee	M
VDSL	465 m	+	-	Ja	H
Narad	500 m	+	++	Nee	H
Maxi-Ster	50 m	+/-	+/-	Ja	H
EPON	20 km	-	++	verwacht	H
APON	20 km	-	++	Ja	H
Optisch Ethernet	20 km	--	++	Ja	H
FSO	1-2 km	++	++	Nee	H
HFR	1-2 km	++	++	nee	H

	1 ^e keus		2 ^e keus		3 ^e keus
H= hoog	M= gemiddeld	L= Laag			
++= zeer goed	+ = goed	+/- =gemiddeld	(_) _ = (zeer)slecht		

Door middel van toepassing van bepaalde technieken kunnen verschillende drempels overbrugd worden, doordat de problemen die deze drempels veroorzaken, niet van toepassing zijn op deze technologieën. Bij technologie zijn vooral de drempels geschiktheid, fysieke-, technische- en financiële toegankelijkheid van belang. De cognitieve toegankelijkheid heeft voornamelijk betrekking op het kunnen gebruiken van breedband en niet zozeer met de technologie.

In onderstaande tabel is in kaart gebracht hoe de verschillende technologieën scoren op de eerste vier drempels van het 6-drempelmodel. De cognitieve toegankelijkheid heeft voornamelijk betrekking op het kunnen gebruiken van breedband en niet zozeer met de technologie en is daarom in deze tabel niet opgenomen. De moeilijkheid om met de techniek om te gaan is meegenomen in de technische toegankelijkheid.

Tabel VII: Score van technieken voor vier drempels uit het 6-drempelmodel

	Geschiktheid aansluitnet				Fysiek toegankelijk	Technisch toegankelijk	Financieel toegankelijk			
	Stad nieuw	Stad huidig	Dorp	Flats			Stad nieuw	Stad huidig	Dorp	Flats
VDSL	–	++		+	Op kleine schaal	++	–	–	–	0
Etherloop2	++	++		+	In laboratorium	++	++	++	++	
CMTS	0	0	0		+	++	0	0	0	
Narad	+		+		In VS	0	–			
Maxi-Ster	–	–	–	++	In Maassluis	++	–	–	–	0
EPON	++	++	++	++	In pilots	–	–	–	–	0
APON	++	++	++	++	In pilots	++	–	–	–	0
Opt. Ethernet	++	++	++	++	In pilots	0	–	–	–	0
WLAN en Wi-Fi	+ R-	+ R-	+ R-	+ R-	Opkomend door heel Nederland	++	++	++	++	++
MMW	+ R-	+ R-	+ R-	+ R-	In VS	++	+	+	+	+
MMDS	- R-	- R-	- R-	- R-	In VS	++	+	+	+	+
LMDS	+ R-	+ R-	+ R-	+ R-	?	++	–	–	–	–
HiperAccess	+ R-	+ R-	+ R-	+ R-	In VS	++	+	+	+	+
FSO	+ R-	+ R-	+ R-	+ R-	In VS	++	–	–	–	–
HFR	–	–	++	–	In VS	++	–	–	–	–

 1^e keus
  2^e keus
  2^e keus met reliability beperking
  3^e keus

++ zeer geschikt
 + geschikt
 0 afhankelijk van de situatie wel of niet geschikt
 – minder geschikt
 – – niet geschikt

R- = kan geen 99.999% reliability garanderen a.g.v. gevoeligheid voor atmosferische invloeden

SMART modellen

Met mehelp van SMART modellen is ook numeriek inzicht te verkrijgen in de ranking tussen de verschillende alternatieven. Om een SMART model te maken, dienen aan de criteria numerieke waarden toegekend te worden. Deze worden toegekend aan de hand van de volgende rankingslijst:

Tabel VIII: numerieke waarden van SMART modellen

Score	Betekenis
0	Technologie scoort slecht op dit criterium
1	Technologie scoort matig op dit criterium
2	Technologie scoort gemiddeld op dit criterium
3	Technologie scoort goed op dit criterium
4	Technologie scoort zeer goed op dit criterium

Tabel IX: SMART model voor de verschillende technologieën inzake de belangrijkste criteria

	Afstand	Geografische schaalbaarheid	Schaalbaarheid in bandbreedte	Standaard- disatie	Kosten	Totaal score	Ranking
MMW	1	4	4	3	3	15	1
LMDS	1	4	3	3	3	14	2
WLAN / Wi-Fi	0	4	2	4	4	14	2
MMDS	4	4	0	3	3	13	3
HiperAccess	0	4	1	4	4	13	3
Etherloop 2	0	4	3	1	4	12	4
APON	3	0	4	4	1	12	4
Optisch Ethernet	3	1	4	4	1	12	4
EPON	3	0	4	3	1	11	5
FSO	0	4	4	1	1	10	6
HFR	0	4	4	1	1	10	6
Narad	0	3	4	1	1	9	7
VDSL	0	3	0	4	1	8	8
Maxi-Ster	0	1	1	4	1	7	9
CMTS +	0	0	0	4	3	7	9

Hierbij worden de technologieën op alle criteria vergeleken en wordt gekeken welke technologie(ën) het beste scoren op het hele criteriapakket. Het blijkt, dat WLAN/ Wi-Fi, MMDS en MMW de hoogste score van 15 bereiken.

Tabel X: SMART model voor de verschillende technieken inzake het 6- Drempelmodel

	Totaal score	Geschiktheid aansluitnet				Fysiek toegankelijk	Technisch toegankelijk	Financieel toegankelijk			
		Stad nieuw	Stad huidige	Dorp	Flats			Stad nieuw	Stad huidige	Dorp	Flats
EPON	12	2	2	2	2	1	0	1	0	0	2
APON	14	2	2	2	2	1	2	1	0	0	2
AON	14	2	2	2	2	1	2	1	0	0	2
Etherloop2	15	2	2		3	0	2	2	2	2	
VDSL	15	1	2		3	2	2	1	1	1	2
Maxi-Ster	12	1	1	1	2	2	2	1	0	0	2
HFR	13	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1
Narad	11	3	0	3	0	2	2	1	0	0	0
WLAN / Wi-Fi	20	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
MMW	24	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
MMDS	24	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
LMDS	14	2	2	2	2	0	2	1	1	1	1
HiperAccess	24	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
FSO	16	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1
CMTS	17	2	2	2	0	3	2	2	2	2	0

Tabel XI: Totaal SMART model voor de technologieën inzake de belangrijkste drempels

Ranking	Technologie	Score drempels
1	MMDS	24
1	MMW	24
2	HiperAccess	24
3	WLAN / Wi-Fi	20
4	Etherloop 2	15
5	LMDS	14
5	APON	14
5	AON	14
5	FSO	16
6	CMTS +	17
7	EPON	12
8	HFR	13
9	VDSL	15
10	Narad	11
11	Maxi-Ster	12

Corrigerende parameters

Na verificatie door experts, is gebleken dat in de praktijk de prestaties van een aantal technieken minder zijn dan de door marktpartijen verstrekte cijfers doen geloven. De invloed van een aantal parameters is daarom onvoldoende meegenomen. Het betreft hier de parameters Quality of Service (QoS), gelijktijdigheid en penetratie. Voor technologieën die in ongelicenseerde frequentiebanden opereren, is geen goede QoS te garanderen. Gelijktijdigheid speelt voornamelijk bij 'shared' systemen. Het gaat hier om de vraag of het medium gelijktijdig de gewenste hoeveelheid bandbreedte aan alle gebruikers kan geven. Gelijktijdigheid hangt sterk samen met penetratie. Penetratie geeft aan voor hoeveel aansluitingen het systeem nog naar wens werkt. Met andere woorden, met hoeveel gebruikers het netwerk is uit te breiden, zonder dat de kwaliteit onder een ongewenst niveau daalt. Gelijktijdigheid en penetratie zijn niet los van elkaar te zien en hebben een belangrijke impact op de praktische prestaties van systemen. In deze twee aspecten zitten namelijk de zwaktes van de meeste systemen. Gegevens over deze parameters komen, waarschijnlijk om deze redden, maar schaars naar buiten, waardoor ze lastig te achterhalen zijn. Het betreft hier voornamelijk 'tacit knowledge', kennis die alleen in de hoofden van de medewerkers en onderzoekers bekend is.