

Hoe gezond is de Nederlandse woning?



E. Hasselaar

Hoe gezond is de Nederlandse woning?

Duurzaam Bouwen en Beheren **5**

Hoe gezond is de Nederlandse woning?

E. Hasselaar

De serie **Duurzaam Bouwen en Beheren**
wordt uitgegeven door DUP Science.

DUP Science is een imprint van
Delft University Press
Postbus 98
2600 MG Delft
tel. (015) 2785121
Fax (015) 2781661
<http://www.library.tudelft.nl/dup/>

De serie wordt verzorgd door
Onderzoeksinstituut OTB
Technische Universiteit Delft
Thijssseweg 11, 2629 JA Delft
Tel. (015) 2783005
Fax (015) 2784422
E-mail mailbox@otb.tudelft.nl
<http://www.otb.tudelft.nl>

Ontwerp/dtp-opmaak: Cyril Strijdonk Ontwerpburo, Gaanderen
Druk: Haveka, Alblaserdam

ISSN 1389-2584; 5
ISBN 90-407-2257-9
NUGI 655
Trefwoorden: duurzaam bouwen, duurzaam beheren, binnenmilieu,
gezondheid

© Copyright 2001 by Onderzoeksinstituut OTB
No part of this book may be reproduced in any form by print, photoprint,
microfilm or any other means, without written permission from the
publisher: Delft University Press, P.O. Box 98, 2600 MG Delft, The Netherlands.

Inhoud

1	Gezond wonen: goed gevoel of noodzaak?	1
1.1	Inleiding	1
1.2	Trends in de kwaliteit van het wonen	1
1.3	Probleemstellingen	3
1.4	Doelstelling van het onderzoek	6
1.5	Onderzoeksvragen	7
1.6	Methoden en technieken	8
1.7	Leeswijzer	9
2	Omgevingsgerelateerde ziekten	10
2.1	Inleiding	10
2.2	Woninggerelateerde ziekten	11
2.2.1	Inleiding	11
2.2.2	Privé-ongevallen	12
2.2.3	Sick building syndroom	14
2.2.4	Longontsteking en longkanker	15
2.2.5	Vergiftiging	16
2.2.6	Allergische en hyperreactieve aandoeningen	16
2.2.7	Geluidhinder, onveiligheid en stank	24
2.3	Conclusies	25
3	Vervuilingsbronnen en oorzaken van ziekten en ongevallen in huis	27
3.1	Inleiding	27
3.2	Fysische oorzaken	28
3.2.1	Inleiding	28
3.2.2	Temperatuur	29
3.2.3	Lichtsnelheid	29
3.2.4	Vocht	29
3.2.5	Straling	33
3.2.6	Geluid	37
3.2.7	Inbraak	38
3.3	Chemische bronnen	38
3.3.1	Inleiding	38
3.3.2	Kooldioxide (CO ₂)	38
3.3.3	Stikstofdioxide (NO ₂)	39
3.3.4	Koolmonoxide (CO)	40
3.3.5	Benzeen (C ₆ H ₆)	40
3.3.6	Andere vluchtige organische verbindingen	41
3.3.7	Formaldehyde (HCHO)	42
3.3.8	Cocktails van stoffen	43
3.3.9	Ozon	43
3.3.10	PVC	43

3.3.11	Huidaantastende stoffen	44
3.4	Fijn stof	44
3.4.1	Inleiding	44
3.4.2	Tabaksrook	46
3.4.3	Asbest	47
3.5	Biologische agentia	48
3.5.1	Inleiding	48
3.5.2	Schimmels	48
3.5.3	Mijten, vochtminnende beestjes	49
3.5.4	Huisdieren	51
3.5.5	Bacteriën	52
3.6	Conclusies	59
4	Wet- en regelgeving	61
4.1	Inleiding	61
4.2	Geschiedenis van de regelgeving rond gezond wonen	61
4.3	Huidige wetten, richtlijnen en labels	66
4.3.1	Inleiding	66
4.3.2	Woonkeur	68
4.3.3	Het recht op gezonde lucht	69
4.3.4	Gezondheidsclassificatie	71
4.3.5	De stralingsprestatienorm	72
4.3.6	De Waterleidingwet	72
4.3.7	NEN/EN-normen	73
4.3.8	De Nota Wonen	73
4.4	Het Bouwbesluit en gezond wonen	75
4.4.1	Inleiding	75
4.4.2	Gezondheidsaspecten in het Bouwbesluit voor nieuwe en bestaande woningen	76
4.5	Juridisch houvast bij problemen	80
4.6	Conclusies	83
5	Kenmerken van de Nederlandse woningvoorraad	85
5.1	Inleiding	85
5.2	Bouwjaarklasse en bouwwijze	85
5.2.1	Inleiding	85
5.2.2	Geïndustrialiseerde bouw en eerste sociale woningbouw tot 1920	87
5.2.3	Eengezinswoningen en gestapelde woningen uit de periode 1920-1950	88
5.2.4	Gestapelde woningen met portiekontsluiting uit de periode 1950-1965	90
5.2.5	Eengezinswoningen uit de periode 1950-1980	92

5.2.6	Hoogbouw uit de periode 1960-1980	94
5.2.7	Woningbouw uit de periode 1980 tot heden	95
5.3	Conclusies	96
6	Woningopname en risico-inventarisatie	98
6.1	Inleiding	98
6.2	De woonomgeving	99
6.3	Buitenruimte bij de woning	100
6.4	Fundering en kruipruimte	101
6.5	Zichtbare vochtproblemen	103
6.6	Verkeersruimte	107
6.7	Woninginrichting	107
6.8	Kwaliteit van de ventilatie	109
6.8.1	Inleiding	109
6.8.2	Voordelen en nadelen, comfort en kosten	110
6.8.3	Het oordeel over de kwaliteit van de afzuiging	112
6.8.4	Oordeel over de bruikbaarheid van gevelopeningen om te ventileren	120
6.9	Verwarming, warm water en koken	123
6.10	Het gebruik van de verwarming	128
6.11	Baden, wassen en drogen	129
6.12	Gebruik in relatie tot woningkenmerken	130
6.13	Conclusies	131
7	Verbetermogelijkheden	134
7.1	Inleiding	134
7.2	Woonomgeving	135
7.3	Buitenruimte bij de woning	135
7.4	Kruipruimte en spouwvoet	135
7.5	Vochtkenmerken	136
7.6	Verkeersruimte	138
7.7	Woninginrichting	138
7.8	Ventilatie	140
7.8.1	Filteren van lucht	141
7.8.2	Maatregelen ten behoeve van natuurlijke ventilatie	142
7.8.3	Maatregelen ten behoeve van mechanische ventilatie	144
7.8.4	Maatregelen ten behoeve van gebalanceerde ventilatie	145
7.9	Verwarming, warm water en koken	147
7.10	Gebruik van de verwarming	150
7.11	Baden, wassen en drogen	150
7.12	Voldoende daglicht, goed kunstlicht	151
7.13	Isolatie van geluidsbronnen	151
7.14	Aandachtspunten bij woningverbetering	152

7.15	Maatregelen in combinatie met energiebesparing	154
7.15.1	Inleiding	154
7.15.2	Opname	155
7.15.3	Maatregelen in het kader van het EPA-advies	155
7.16	Beschrijving van een casus	156
7.16.1	Inleiding	156
7.16.2	Woningtypologie	156
7.16.3	Vragen aan de bewoner	156
7.16.4	Indelings- en gebruikskennmerken	157
7.16.5	Technische opname	158
7.16.6	Maatregelen in de casus	160
8	Naar gezonde woningen	162
8.1	Inleiding	162
8.2	Programma van eisen voor gezonde woningen	163
8.3	Uitdaging aan ontwerpers	167
8.3.1	Inleiding	167
8.3.2	De integrale entree	167
8.3.3	Slaapmachines	168
8.3.4	Infrastructuur	169
8.4	Slot	169
8.4.1	Conclusies	169
8.4.2	Aanbevelingen	170
	Literatuur	172
Bijlage 1	Begrippenlijst	185
Bijlage 2	Opname woningkenmerken	189
Bijlage 3	Van binnenmilieuklachten tot gezondheidsclassificatie	193
Bijlage 4	Gezondheidsaspecten van het Bouwbesluit	197
Bijlage 5	Incidenties van privé-ongevallen in de woning	211

1 Gezond wonen: goed gevoel of noodzaak?

1.1. Inleiding

Gezond wonen staat in de belangstelling. Tevredenheid over de grote verworvenheden van veilig drinkwater, riolering, licht en lucht maakt plaats voor bezorgdheid over nieuwe ziekten zoals allergie en astma, legionella en kanker. We worden ziek van een slecht binnenmilieu. Ondanks voortdurende kwaliteitsverbetering is er veel mis met het binnenmilieu van bestaande woningen. Bij onderhoud en beheer wordt nog te weinig aandacht gegeven aan de invloed van woningkenmerken op gezondheidsrisico's.

Dit onderzoek behandelt de relatie tussen gezondheid en wonen. Technische woningkenmerken worden beoordeeld op het gezondheidsrisico voor bewoners. Het doel is het stimuleren van woningbeheer en onderhoud, dat gezond wonen ondersteunt.

De inleiding beschrijft trends (par. 1.2), behandelt de probleemstelling en doelstelling (par. 1.3 en 1.4), onderzoeksvragen, methoden en technieken (par. 1.5 en 1.6). De inleiding besluit met een korte leeswijzer (par. 1.7).

1.2 Trends in de kwaliteit van het wonen

De gezondheidssituatie in woningen is de laatste honderd jaar sterk verbeterd door het stellen van eisen aan luchtverversing, drinkwater-, toilet- en badvoorzieningen, de rioolaansluiting, de wering van ongedierte, eisen aan emissies van materialen en aan warmte- en geluidsisolatie. Sinds 1960 is de aandacht voor de kwaliteit van de buitenlucht toegenomen en sinds 1985 de aandacht voor het materiaalgebruik en voor sloopafval in de bouw. De laatste jaren groeit de zorg om de luchtkwaliteit. We brengen 90% van onze tijd door in gebouwen of in vervoermiddelen. Deze lange verblijfsduur veroorzaakt een grote blootstelling aan verontreinigende stoffen in de binnenlucht. De verblijfsduur in de woonkamer thuis is gemiddeld vijf uur, in de keuken vijf kwartier, in de slaapkamer acht uur, maar voor kinderen en ouderen kan dit veel langer zijn. Juist in de slaapkamer laat de luchtkwaliteit vaak veel te wensen over. legionellabacteriën houden de gemoederen bezig. Al vele tientallen jaren zijn problemen met vochtoverlast en slechte ventilatie op grote schaal aanwezig. Huisstofmijt en schimmels vervuilen het binnenmilieu in miljoenen woningen. Geluidsoverlast neemt toe, mede door het groeiende aantal apparaten in de woning. Door ingestorte waterleidingen en toename van boilers is er ook meer en meer sprake van legionellarisico in woningen. Er gebeuren nog steeds veel ongelukken in en rond de woning, met vallen als grote risicofactor. Sociale onveiligheid is een toenemend probleem.

Na honderd jaar Woningwet blijkt het nodig te zijn om opnieuw aan de bel te trekken: de woningmarktverhoudingen bieden geen garantie voor voldoende kwaliteit en voor gezonde woningen.

Nieuwe woningen hebben een droger binnenklimaat. De kierdichting naar de kruipruimte verhindert dat vocht de woning binnendringt. De isolatie is verbeterd en we bouwen met minder koudebruggen. De intrede van de stofzuiger en de wasmachine heeft een gunstige uitwerking gehad op het voorkomen van vlo en luis. Kolenkachels maakten plaats voor gasgestookte centrale verwarming, met veel minder risico van koolmonoxidevergiftiging. Open verbrandingstoestellen komen minder voor. De geluidsisolatie ten opzichte van de burens en buiten neemt toe. Een rookalarm is bijna standaard. De inbraakveiligheid is toegenomen. Er is geld genoeg om degelijke materialen toe te passen, hoewel van degelijk bouwen en zorgvuldig afwerken in de praktijk soms te weinig terecht komt, zoals blijkt uit de lange gebrekenlijsten bij de oplevering van veel woningen.

Sinds het wegvallen van subsidies voor woningverbetering in de sociale sector in 1991 heeft de nadruk vooral op kwaliteitsverhoging van nieuwbouw gelegen. Energieprestatie-eisen hebben tot een groot verschil geleid in energiekwaliteit tussen bestaande en nieuwe woningen. Ook het beleidsterrein duurzaam bouwen is vooral op de nieuwbouw gericht. De leerervaringen uit de nieuwbouwsector hebben voor de bestaande woningen nog weinig opgeleverd. De grote omvang van binnenmilieuproblemen in bestaande woningen wordt door woningbeheerders wel herkend, maar over het algemeen ziet men dit als de verantwoordelijkheid van de bewoners.

Door een groot optimisme over de woonomstandigheden dreigen de klassieke verworvenheden van licht, lucht en schoon water te worden aangetast. Soms vervangt het composttoilet en de vloekas de rioolaansluiting. Een gebruikswatersysteem vult het leidingwaterstelsel aan. Het daglichtspectrum verschuift door toepassing van gecoate glassoorten en gevelsluitende serres. De lucht binnenshuis raakt vervuild door groente- en fruitafval of door kunstmatige geurtjes. Om energie te besparen wordt geëxperimenteerd met verse lucht via bodembuizen. Vochtige filters in de toevoer van verse lucht kunnen een bron vormen van micro-organismen. We brengen water in de woonomgeving maar gebruiken de waterpartijen soms tegelijk als overstort van de riolering. Natuurlijke materialen zoals leem en sisal, maar ook watergedragen verf, verhogen de schimmelgevoeligheid. In de polyethyleen waterleidingbuis groeit de biofilm sneller dan op meer milieubelastend PVC of koper. Bij energiebesparing en onderhoud verbetert de kierdichting, zonder compenserende maatregelen om de ventilatie te verbeteren. Balansventilatie geeft een toename van geluid en een potentiële vervuilingbron vanwege moeilijk te reinigen kanalen.

Ons klimaat is warm en vochtig en dat vergt een andere benadering van ons binnenmilieu dan bijvoorbeeld in Scandinavië, waar we ons graag aan spiegelen. De warmtepompboiler en de zonneboiler hebben regelmatig een te lage watertemperatuur. Veel combiketels halen de ontwerptemperatuur van 60°C

niet, waardoor een dikkere biofilm op leidingen kan ontstaan. Het legionellarisico neemt daardoor toe.

De wooncultuur verandert en ook dit wordt ingegeven door optimisme over onze gezondheid: vast harig tapijt, wassen op 40 tot 60°C, de lakens worden niet meer gestreken, de jaarlijkse grote schoonmaak is verleden tijd. De wereld hoort toe aan jonge, dynamische mensen, die geen tijd hebben om te poetsen, laat staan bezig te zijn met gezondheidsrisico's van het binnenmilieu. Maar is een groot deel van de bevolking niet oud, hulpbehoevend of allergisch? Ouderen (vooral vrouwen) en jonge kinderen zijn de kwetsbaarste doelgroepen. Zij verblijven lange tijd binnen, waardoor de blootstelling aan schadelijke stoffen groot is.

Duurzaam bouwen is op energiebesparing en op efficiënt materiaalgebruik gericht. Via energieprestatieadviezen (EPA's) en premies wordt het nemen van energiebesparende maatregelen gestimuleerd. Energiebesparing en binnenmilieu beïnvloeden elkaar in zowel positieve als negatieve zin.

Voorbeelden van positieve beïnvloeding zijn:

- Hardnekkige vochtproblemen bestrijden met buitenisolatie.
- Vochtbronnen verkleinen door de afvoerloze geiser te vervangen door een combitoestel.
- Vochtbronnen verkleinen met bodemisolatie en afdichten van de kruipruimte.
- Geluidsproblemen aanpakken met dubbel glas.
- Legionellarisico verminderen met een legionellabewust gekozen combiketel.
- Radonemissie uit de kruipruimte verkleinen met vloerisolatie en kruipruimteventilatie.
- Tegelijk met de keukengeiser loden leidingen vervangen en een watermeter installeren.

Door negatieve beïnvloeding kunnen binnenmilieuproblemen ontstaan:

- Kierdichting ten gevolge van spouwvulling vermindert de ongewilde ventilatie en kan ook de werking van natuurlijke kanalen verstoren.
- Isolatie kan koudebruggen en daarmee een verhoogd risico op schimmelvorming veroorzaken.
- Nieuwe installaties kunnen meer geluidsoverlast geven.
- Bij het vervangen van open toestellen door gesloten toestellen vermindert de trek door de woning, met als gevolg minder ventilatie.

1.3 Probleemstellingen

Toename luchtweggevoeligheid

Van 1990 tot 2005 wordt op grond van demografische ontwikkeling onder de

totale Nederlandse bevolking een stijging van het aantal CARA-patiënten van 17% verwacht. Aangenomen wordt dat dit samenhangt met het ouder worden van de bevolking en met een verhoogde blootstelling aan luchtverontreiniging (verkeer/industrie), huisstof en een verhoogde infectiekans door virussen (STG, 1990). Een lichte stijging van het aantal nieuwe gevallen wordt verwacht (tot maximaal 5%), voornamelijk bij kinderen.

Opmerkelijk is dat bij jonge kinderen (0-9 jarigen) de ziekenhuisopnamen wegens astma toenemen. Ook was er tot het afschaffen van de dienstplicht sprake van een stijging van het aantal dienstplichtigen dat werd afgekeurd voor ziekten van de ademhalingsorganen (Rijcken, 1990). Deze bevinding sluit aan bij wat ook in Zweden uit militaire dienstkeuringen is gebleken: tussen 1971 en 1981 is het percentage rekruten met last van hooikoorts gestegen van 4,4% naar 8,4%. Algemeen bevolkingsonderzoek over de periode 1970-1991 in Engeland en Wales wijst op een bijna-verdubbeling van astmagevallen en een verviervoudiging van hooikoorts in 1981 ten opzichte van 1955. In Zürich (Zwitserland) werd in 1926 pollenallergie vastgesteld bij 1% van de bevolking; in 1958 was dit bij 5% het geval en in 1986 bij 10%. Directeur Bertollini van het Europees Centrum voor Milieu en Gezondheid van de Wereld Gezondheidsorganisatie stelde bij de presentatie van het Europese Witboek voor Allergie (december 1999) dat momenteel een derde deel van de Europese bevolking allergisch is en dat bij ongewijzigd beleid naar verwachting 70% van de volgende generatie huid- en longklachten zal krijgen. In Nederland is het aantal patiënten met luchtwegaandoeningen dat in behandeling is ongeveer 7%, bij kinderen tot vier jaar echter 12% en dit aantal stijgt.

De toename wordt mede toegeschreven aan medicijngebruik (antibiotica) en voeding. Door minder (langdurige) borstvoeding krijgen kleine kinderen minder afweerstoffen mee van hun moeder.

Er zijn tevens aanwijzingen dat door de toenemende algemene verontreiniging van het klimaat (zowel van binnen- als buitenbronnen) allergieën ontstaan. Meer dan 10% van de Nederlandse bevolking reageert allergisch op omgevingsfactoren. Dat zou kunnen inhouden dat globaal in elke vierde woning iemand woont die hinder ervaart als de binnenlucht vervuild is met microbiologische of chemische stoffen. Mensen die een afwijking aan de luchtwegen hebben, hebben behoefte aan een droge en stofvrije of zelfs aan een specifieke 'allergeenarme' woning en omgeving.

Het aantal overledenen ten gevolge van slechte condities in het binnenmilieu is minimaal 6.000 per jaar (Ruwaard en Kramers, 1993). Het aantal behandelingen ten gevolge van een privé-ongeval is ruim een half miljoen per jaar (behandeling door een afdeling voor spoedeisende hulp). Per jaar worden 35.000 mensen vanwege een val van een trap in het ziekenhuis behandeld. Radon, dat het risico van longkanker verhoogt, eist jaarlijks naar schatting 800 dodelijke slachtoffers, koolmonoxidevergiftiging meer dan 25, en legionella 45 (maar diverse deskundigen gaan uit van hogere ramingen, variërend

van 250 tot 1000). Per dodelijk slachtoffer is er een honderdvoud aan ziektegevallen, soms met blijvend letsel.

Veranderende woningbehoeften

Een medewerkster van de GGD Rotterdam schetste een beeld van de Nederlandse bevolking. Hieraan zijn de volgende passages ontleend.

“Twintig procent van de Nederlandse bevolking heeft een afwijking aan het bewegingsapparaat en wenst daarom een trap- en drempelloze woning en woonomgeving, met rolstoeltoegankelijke voorzieningen in de directe omgeving. Deze groep groeit naar alle waarschijnlijkheid als gevolg van vergrijzing. Tien procent heeft een verstandelijke handicap of een psychische stoornis en behoeft een daarop ingestelde woning en (sociale) omgeving. Deze groep is nieuw als gevolg van extramuralisering van de gezondheidszorg.

Een derde van de bevolking rookt, waardoor in de woning extra ventilatie nodig is, meer dan volgens de minimumeisen van het Bouwbesluit.

Twintig procent van de bevolking combineert werk- en zorgtaken en heeft behoefte aan een flexibele, efficiënte woningindeling, een hoog voorzieningenniveau in de wijk en korte, snelle en veilige wandel- en fietsverbindingen. Twintig procent voelt zich vaak gehinderd door verkeerslawaaï en stank en zou bronverminderende of afschermende maatregelen wensen, geluidwerende maatregelen aan de woning of een andere plek om te wonen.

Tien procent ondervindt regelmatig overlast door geluidhinder en hinderlijk gedrag van burens en hun huisdieren en wenst een betere geluidskwaliteit van woningscheidende wanden en vloeren, een duidelijker scheiding tussen privé en openbaar terrein direct om de woning of een bemiddelende opstelling van verhuurders.

Veertig procent is ‘s avonds bang op straat en kan daarin tegemoetgekomen worden door een overzichtelijke en goed verlichte omgeving, voorzieningen in de buurt en goed openbaar vervoer.

Tien procent werkt onregelmatig of in nachtdiensten en behoeft een stille zone in de woning om ook overdag te kunnen slapen.

Twintig procent heeft (bewust) geen eigen auto en wil nabij snel en frequent openbaar vervoer wonen, met aantrekkelijke stallingsruimte voor fietsen en goede parkeergelegenheid voor deelauto's, buurtaxi's en dergelijke.

En dan hebben we het nog niet gehad over de toenemende gemiddelde lichaamslengte, extra lange of kleine mensen, blinden en doven, bijzonder beweeglijke kinderen. Bijna iedereen heeft wel wat. Slechts een minderheid van de Nederlandse bevolking is fit, snel en onafhankelijk.” (Weterings, 1999).

Probleemgebieden volgens maatschappelijke organisaties (BGGW, 1994)

Het Overlegplatform Binnenmilieu kwam tot een opsomming van probleemgebieden ten behoeve van onderzoeksprogramma's van onder andere de Directoraten van Volkshuisvesting en Milieubeheer. De probleemgebieden zijn

voor de bestaande woningvoorraad nog steeds actueel, hoewel op enkele terreinen goede vooruitgang is geboekt.

Overzicht probleemgebieden met nadelige invloed op de gezondheid:

- De rol van vocht en binnenmilieuallergenen in het ontstaan of verergeren van allergie en CARA.
- De belasting van het binnenmilieu door verbrandingsprocessen binnen de woning (typekeuring houtkachels, labeling NO_x-arme geisers, onderzoek geiseremissies in woningen).
- Ergernis, psychische en psychosomatische klachten ten gevolge van geluidshinder en burenlawaai (classificatie akoestische kwaliteit woningen, Actieplan bestrijding burenlawaai, Richtlijn voor tolerabel burenlawaai en Juridische handreiking bij extreem burenlawaai).
- Stralingsgevaar ten gevolge van hoog radiumgehalte in de bodem.
- Zeer kleine stofdeeltjes (bronverkenning fijn stof, Actieplan minder roken, Wijziging Tabakswet).
- Het vrijkomen van benzeen in het binnenmilieu door onder meer de verdamping en verbranding van benzine en het gebruik van benzeenhoudende oplosmiddelen.
- Fijne asbestvezels.
- Emissies van formaldehyde bevattende bouwproducten (uitbreiding werking Spaanplaatbesluit).
- Vluchtige organische stoffen.
- De invloed van ventilatie op het binnenmilieu (Voorlichtingsproject 'goed ventileren').
- De toename van apparatuur, knelpunten in de praktijk en handhaving rijksregelgeving, criteria en classificatie voor gezonde woningen, classificatie woningen in belast buitengebied enzovoort.

In 1994 was legionella geen actueel onderwerp. Dit thema kan aan de lijst worden toegevoegd.

1.4 Doelstelling van het onderzoek

Hoeveel gezondheidsklachten vanwege het binnenmilieu zouden acceptabel zijn? In het voorschrift van de Europese Unie (EG 1994) wordt minder dan 5% bewoners met gezondheidsklachten aangehouden. Kort (1997) sluit zich daarbij aan en definieert een gezonde woning als volgt: "Een gezonde woning draagt voor minder dan 5% bij aan het risico voor ongevallen, ziekten of als onacceptabel ervaren hinder bij de gebruikers, voorzover sprake is van normaal bewonersgedrag en normaal gebruik van consumentenproducten." Een gezonde woning biedt een grote keuzevrijheid ten aanzien van het gebruik door bewoners zonder dat extra gezondheidsrisico ontstaat. In het kader van het Zweedse 'Jaar van het binnenmilieu' (1999) werd in normatieve zin

gesteld: “No one shall be ill or have symptoms due to shortcomings in the indoor environment.” Deze uitspraak, die ontleend is aan uitspraken van de World Health Organisation en de Europese Commissie, stimuleert tot een laagst mogelijk risiconiveau.

Het doel van het onderhavige onderzoek sluit hierbij aan. De doelstelling is: het verbeteren en instandhouden van een zodanige kwaliteit van het binnenmilieu in woningen, dat niemand hiervan gezondheidsproblemen ondervindt. Hiervan afgeleide doelstellingen zijn:

- Het ontwikkelen van kennis, waarmee oorzaken van woninggebonden gezondheidsrisico's verklaard kunnen worden.
- Het verminderen van gezondheidsrisico's voor bewoners door verbetering van de inrichting, het onderhoud en het beheer van bestaande woningen.

1.5 Onderzoeksvragen

De kennisontwikkeling en de instrumentontwikkeling zijn gericht op het behandelen van de volgende vraagstellingen:

- a. Wat zijn belangrijke omgevingsgebonden gezondheidsrisico's?
- b. Welke technische woningkenmerken zijn indicatoren van deze gezondheidsrisico's?
- c. Via welke opname- of meetmethode kunnen deze indicatoren worden opgespoord?
- d. Wat zeggen normen en voorschriften over gezondheid?
- e. Aan welke eisen of criteria moeten gezonde woningen voldoen?
- f. Welke instrumenten kunnen bij beheer, onderhoud en verbetering bijdragen aan gezond wonen?

Kader van het onderzoek

Jonge kinderen en ouderen vormen het referentiekader, omdat deze groepen sterk aan de woning zijn gebonden en in hun ontwikkeling en functioneren beïnvloed worden door woonomstandigheden. Als de woning goed is voor ouderen en kinderen, dan kan iedereen in zo'n omgeving gezond functioneren. De woonomstandigheden worden beperkt tot de woning en de buitenruimte (balkon, tuin) direct daaromheen.

De invalshoek is het gezondheidsrisico, niet het comfort of het welzijn. Ook gaat het niet om het wonen in sociaal-psychologische zin, maar om de woning als fysiek bouwwerk, met materialen en constructies, technische installaties en voorzieningen voor koken, baden, wassen, verwarmen en ventileren. Het onderzoek beweegt zich daardoor binnen het vakgebied van de bouw en het vastgoedbeheer. De bewoner staat niettemin in de schijnwerpers: niet alleen omdat de bewoner niet ziek mag worden van het binnenmilieu, maar ook om vast te stellen of de woningkenmerken dan wel het bewo-

nersgedrag de belangrijkste indicator zijn van gezondheidsrisico's. De interactie tussen mens en techniek heeft aandacht, omdat technische omstandigheden het gedrag zodanig kunnen bepalen, dat niet de bewoner maar het kenmerk eventuele problemen veroorzaakt. Bijvoorbeeld een schuin geplaatst dakraam boven het bed kan bij regen en kou niet gebruikt worden om te ventileren. Eventuele vochtoverlast in de slaapkamer staat in verband met het raamtype en niet met het ventilatiegedrag van de bewoner. In het onderhavige onderzoek geldt het uitgangspunt dat technische voorzieningen goed bruikbaar moeten zijn, onder normale praktijkomstandigheden. Niet regelgeving of normen bepalen wat normaal is, maar de bewoners en veelvoorkomende woonomstandigheden.

Het onderzoeksgebied is de technologische en beheersaanpak om bestaande woningen gezonder te maken. Betrokken disciplines zijn bouwtechnologie (duurzaam bouwen), vastgoedbeheer, medische milieukunde en gedragswetenschappen.

1.6 Methoden en technieken

De resultaten zijn gebaseerd op literatuuronderzoek en praktijkervaringen. Literatuur uit de jaren tachtig en negentig is aangevuld met recente onderzoeksgegevens, zoals gepresenteerd op de conferentie "Healthy Buildings" in Helsinki in augustus 2000. In de periode 1993-1998 hebben wij ongeveer 300 woningen geïnspecteerd, naar aanleiding van klachten van bewoners. In de zomer van 1999 hebben wij een binnenmilieuonderzoek uitgevoerd in 50 woningen in vijftien verspreide locaties in Nederland. Deze 50 woningen maken deel uit van een onderzoeksbestand van 400 woningen, waarvan gegevens over tapwaterinstallaties bekend zijn. In 2000 zijn opnieuw woningen opgenomen: 68 in het kader van het ontwikkelen van een quick-scan van huisstofmijt en 20 in het kader van het ontwikkelen van een gezondheidstoets bij energieprestatieadviezen. Deze woningbezoeken vormen de basis voor een zeer praktische benadering. De gegevens zijn gebruikt voor het beoordelen van ventilatievoorzieningen, van invloedsfactoren voor de groei van de huisstofmijt en voor het analyseren van tapwatersystemen op het legionellabesmettingsrisico. Verwarmings- en ventilatiesystemen zijn beoordeeld op de belasting van het binnenmilieu met vocht, rookgassen en geluid. Veel kruipruimten zijn bekeken. De opnamegegevens zijn aangevuld met meetresultaten: afzuigdebieten, relatieve vochtigheid, temperaturen, CO₂-gehalte, luchtstromingen. Stofmonsters zijn getrokken en geanalyseerd op de concentratie van guanine, de indicator voor de huisstofmijt. Tevens zijn meetgegevens van ventilatiedebieten via derden verzameld (zie tabel 1.1).

Tabel 1.1 Overzicht databestanden

Aanleiding	Aantal woningen	Methode	Parameters binnenmilieu
Klachten huurders	300	opname en interview	onderhoudsklachten, vochtproblemen, energiegebruik, bewoning
Klachten huurders	50	opname, interview, metingen	NO ₂ , CO ₂ , ventilatievolume, schimmels, vochtproblemen, geluidhinder, overlast, bewoning
Warmtapwateronderzoek	400	opname, interview, metingen	warm- en koudwatertemperatuur (legionellarisico)
Gezondheidstoetsing	50	interview, opname, stofzuigen	ventilatievolume, vochtproblemen, huisstofmijt, huisdieren, bewoning, gezondheidsbeleving
Huisstofmijtonderzoek	68	opname, interview	ventilatievoorzieningen, vochtproblemen, bouwkundige kenmerken en bewoning
Controle ventilatiesystemen	450	metingen	afzuighoeveelheid in de praktijk
Energieprestatieadviezen	20	opname, interview	huisstofmijt, schimmels, legionella, emissies, overlast

1.7 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden omgevingsgebonden ziekten geïnventariseerd. In hoofdstuk 3 worden de indicatoren van omgevingsgebonden ziekten en ongevallen verkend. Hoofdstuk 4 geeft inzicht in de wet- en regelgeving rond gezond bouwen en wonen, met onder meer aandacht voor de pijler Gezondheid van het Bouwbesluit. Hoofdstuk 5 behandelt de kenmerken voor een aantal woningcategorieën binnen de Nederlandse woningvoorraad. Hoofdstuk 6 geeft een leidraad voor woningopnamen, om aan de hand van technische kenmerken een risico-inventarisatie te maken. Hoofdstuk 7 geeft verbetermogelijkheden en hulpmiddelen. Het slothoofdstuk 8 geeft conclusies en aanbevelingen. Literatuurverwijzingen worden gebundeld achterin het boek weergegeven. Daarna volgen vier bijlagen: een begrippenlijst, een analyse van gezondheidsaspecten van het Bouwbesluit en een opnameschema.

2 Omgevingsgerelateerde ziekten

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de aard en het voorkomen van omgevingsgebonden ziekten besproken. Omgevingsgebonden wil zeggen dat ziekten kunnen ontstaan door omstandigheden in de woning en de woonomgeving. Wassen, eten en slapen, schoonmaken en onderhoud zoals schilderwerk vallen onder omstandigheden van het wonen. Vanaf hoofdstuk 3 wordt het onderzoeksgebied ingeperkt tot de fysieke kenmerken van de woning.

In Nederland overlijden jaarlijks ongeveer 140.000 personen. Nederlanders leven steeds langer. Mannen worden gemiddeld 76 jaar en vrouwen 81 jaar. Dit geeft echter geen toename van het aantal levensjaren dat men gezond is. Zowel mannen als vrouwen brengen gemiddeld 60 jaar van hun leven in goede gezondheid door. Vrouwen leven ongeveer 21 jaar in minder goede gezondheid, tegenover mannen zestien jaar. In belangrijke mate zijn dat de laatste levensjaren. Doordat mensen langer leven en de bevolking vergrijsst, neemt het aantal zieken toe: in twintig jaar (van 1990-2010) ligt de groei per afzonderlijke ziekte in de orde van grootte van 25% tot 40%. Vooral het aantal personen dat aan suikerziekte lijdt, groeit snel. Suikerziekte zou in 2010 vaker kunnen voorkomen dan een hartinfarct. De verdeling naar mannen en vrouwen en naar leeftijdsgroepen is scheef (zie tabel 2.1).

Ouderen vormen een categorie met eigen zorgbehoeften. Hoewel de zorgbehoefte met het klimmen der jaren toeneemt, moeten we bedenken dat het merendeel van de ouderen zelfstandig woont en leeft. Er zijn ruim driemaal zoveel weduwen als weduwnaren (1998). Oudere alleenstaande vrouwen vormen een belangrijke doelgroep voor zorg en wonen.

De top 10 van ziekten

De belangrijkste ziekten zijn naar belang gerangschikt onder drie noemers: verloren levensjaren, prevalentie en incidentie (tabel 3). Verloren levensjaren geeft de maat voor het aantal levensjaren dat zonder de ziekte of het ongeval nog verwacht had kunnen worden. Prevalentie duidt op het aantal gevallen van ziekte of aandoening die in een bepaald jaar bij (huis)artsen bekend zijn. Incidentie duidt op het nieuwe aantal gevallen van ziekte of aandoening, die in een bepaald jaar door (huis)artsen zijn vastgesteld.

De tien ziekten en aandoeningen met de hoogste prevalentie zorgden in 1990 voor 3,4 miljoen patiënten (23% van de bevolking) (NIDI, 1994). Deze top 10 bevat uitsluitend chronische ziekten en vooral ziekten die op hoge leeftijd toenemen: gewrichtsslijtage (23% van alle patiënten), CARA (16%), slechthorendheid (14%), constitutioneel eczeem (11%), depressie (9%), hartinfarct (8%) en verder suikerziekte (7%), staar (5%), beroerte (4%) en dementie (3%).

Acht van de tien aandoeningen of ziekten met de hoogste incidentie zijn infectieziekten, zoals verkoudheid, acute bronchiolitis, acute urineweginfec-

Tabel 2.1 Gezondheid van de Nederlandse bevolking in 1994-1995 (in procenten)

	Mannen 25-44 jr	Vrouwen 25-44 jr	Mannen 45-64 jr	Vrouwen 45-64 jr	Mannen ouder dan 65	Vrouwen ouder dan 65
Geen ziekte	66,9	58,4	73,3	66,6	50,8	31,2
1 Ziekte	22,2	23,9	20,3	23,6	27,8	28,5
2 Chronische ziekten	7,1	10,0	4,9	6,9	12,1	20,1
3 Chronische ziekten	2,4	4,0	0,9	1,8	5,4	10,0
4 of meer ziekten	1,4	3,8	0,6	1,1	3,9	10,3
Totaal per 100 personen	49,2	71,2	35,2	57,2	83,8	139,9

Bron: CBS Maandbericht Gezondheidsstatistiek, 1999

Tabel 2.2 Top 10 van ziekten en aandoeningen in Nederland in 1990

Verloren levensjaren	Incidentie	Prevalentie	Verandering in aantal patiënten van 1990-2010 (%)
1. Coronaire hartziekten	1. Verkoudheid	1. Gewrichtsslijtage	35,1
2. Longkanker	2. Privé-ongevallen	2. CARA	>22,7
3. Beroerte	3. Acute bronchitis	3. Slechthorendheid	34,1
4. Borstkanker	4. Acute urineweginfectie	4. Constitutioneel eczeem	5,1
5. CARA	5. Bijholte-ontsteking	5. Depressie	24,6
6. Dikke/endeldarmkanker	6. Maag/darminfecties	6. Hartinfarct	<34,2
7. Verkeersongevallen	7. Influenza	7. Suikerziekte	54,0
8. Suikerziekte	8. Ontstoken amandelen	8. Staar	33,6
9. Suicide	9. Depressie	9. Beroerte	25,1
10. Maagkanker	10. Longontsteking	10. Dementie	38,8

Bron: Ruwaard en Kramers, 1993

ties en longontsteking. De incidenties groeien gestaag.

De kosten voor de gezondheidszorg van CARA bedroegen in 1994 een half miljoen euro, voor valongelukken in huis ruim een half miljard euro. De kosten van de behandeling van de overige ziekten variëren van 100 tot 220 miljoen euro in 1994.

2.2 Woninggerelateerde ziekten

2.2.1 Inleiding

Volksgezondheidsproblemen, die met wonen te maken hebben, betreffen privé-ongevallen, longkanker, allergische en hyperreactieve aandoeningen. Aan de hand van statistieken van omgevingsgebonden ziekten en ongevallen

zijn vijf clusters benoemd, met een relatie naar verschillende fysieke woonomstandigheden:

- privé-ongevallen
- sick building syndroom
- aandoening ademhalingsorganen
- drinkwaterbesmetting
- materialen en huidaandoeningen
- geluidhinder en onveiligheid.

Deze clusters komen hieronder achtereenvolgens aan de orde.

2.2.2 Privé-ongevallen

Het aantal overledenen ten gevolge van een privé-ongeval is in de orde van 2.000 per jaar. Het aantal ziekenhuisopnamen is 60.000 per jaar en spoedeisende hulpafdelingen (poliklinieken) bieden ruim een half miljoen behandelingen per jaar (Stichting Consument en Veiligheid, 1999). Twee derde van de dodelijke privé-ongevallen betreft personen ouder dan 75 jaar. Drie kwart van de dodelijke privé-ongevallen ontstaat ten gevolge van een val.

Studie van ongevalrisico thuis is pas laat in de belangstelling gekomen. Waar tussen 1967 en 1978 het aantal ongevallen in het verkeer afnam door maatregelen én voorlichting, deed zich bij ongevallen in huis door gebrek aan aandacht geen kentering voor. Pas vanaf het begin van de jaren zestig werden ook ongevallen thuis in het onderzoek naar de Gezondheidstoestand van de Nederlandse bevolking betrokken (Rogmans, 1987).

Inventarisatie van incidenties van privé-ongevallen in de woning

In de tabellen 2.3 tot en met 2.6 wordt de omvang van ongevallen gegeven, tijdens huishoudelijk werk, doe-het-zelven en tuinieren, door objecten en constructie in het huis of de naaste omgeving en door branden. Iedere tabel toont enkele belangrijke deelscenario's, die in verband staan met fysieke woningkenmerken. Het betreft in alle gevallen spoedeisende hulpbehandelingen en de getallen hebben betrekking op een jaar.

Van de slachtoffers is 67% vrouw. De incidentie van bovengenoemde privé-ongevallen is het hoogst in de leeftijdsgroep van 20 tot 24 jaar.

Per jaar melden zich meer dan 35.000 doe-het-zelvers bij het ziekenhuis, vooral mannen tussen twintig en zestig jaar. Acuut letsel betreft in veel gevallen de arm, de hand en vingers. Letsel aan het hoofd betreft in veel gevallen oogletsel, door lijm, thinner, gruis, splinters en stof. Bij letselschade aan gehoor en longen zijn de gevolgen vaak blijvend.

Kinderen van één tot en met vier jaar hebben de meeste ongevallen met objecten in woningen, gevolgd door de leeftijdsgroep tot en met 24 jaar en vanaf 75 jaar. Ruim een kwart heeft een fractuur (arm 40%, been 33%). Van deze ongevallen moet 7% worden opgenomen in het ziekenhuis, evenveel als

Tabel 2.3 Ongevallen tijdens huishoudelijk werk in 1998

Snijden aan glas	3.400
Vallen of stoten tegen een bed of objecten	1.960
Val van huishoudtrap en vaste trap	1.610
Snijden aan overig object	1.800
Brandwond door heet water	710
Uitglieden	560
Beknelling	520
Overige	16.440

Totaal aantal ongevallen in deze rubriek 27.000

Bron: Stichting Consument en Veiligheid, 1999

Tabel 2.6 Brandwonden per jaar in 1998

Enkele deelscenario's	
Heet water (niet thee of koffie)	2.300
Vuur en vlammen	1.700
Ander heet voorwerp	1.430
Kooktoestel	430
Kachel of verwarmingsplaat	300
Overige	6.840

Totaal aantal ongevallen in deze rubriek 13.000

Bron: Stichting Consument en Veiligheid, 1999

Tabel 2.4 Behandelingen ongevallen tijdens doe-het-zelven en tuinieren in 1998

Val van een ladder	920
Val van hoogte	820
Brandwonden	700
Snijden aan glas	600
Overige	31.960

Totaal aantal ongevallen in deze rubriek 35.000

Bron: Stichting Consument en Veiligheid, 1999

Tabel 2.5 Ongevallen met objecten en constructies in en om het huis in 1998

Val van vaste trap	35.000
Beknelling tussen de deur	11.000
Vallen of stoten tegen een deur	7.850
Vallen, stoten, verzwikken tegen trap of treden	4.000
Vallen of stoten tegen, struikelen over drempel	3.050
Vallen of stoten tegen de verwarming, overig	660
Ongevallen met sanitair en badkamerinrichting	2.440
Val van huishoudtrap	2.000
Overige	17.000

Totaal aantal ongevallen in deze rubriek 85.000

Bron: Stichting Consument en Veiligheid, 1999

van alle ongevallen gemiddeld. Deze belangrijke groep geeft informatie over ongevalrisico door fysieke kenmerken van de woning. Trappen en deuren veroorzaken een groot aantal ongevallen.

Het aantal ongevallen met meubels is 35.000 per jaar. Het vallen van stoelen, tafels, het bed en het vallen of stoten tegen kasten en meubels zijn verantwoordelijk voor bijna alle ziekenhuisbehandelingen.

Een hoge incidentie zien we bij kinderen tot en met vier jaar. Twee derde deel van de brandwonden ontstaat in en om het huis en ruim een kwart daarvan in de keuken. In meer dan 50% betreft het een brandwond aan arm of hand.

Ouderen en kleine kinderen

Bij ongevallen thuis vormen ouderen de grootste groep slachtoffers. Ongeveer de helft van de dodelijke slachtoffers is ouder dan 65 jaar. Daarvan is twee derde vrouw. De scheve verhouding tussen mannen en vrouwen heeft vooral

met de bevolkingsopbouw en het zelfstandig wonen te maken. De kans op een ongeval neemt met hogere leeftijd toe en de gevolgen zijn op hogere leeftijd veel ernstiger. Verreweg de belangrijkste oorzaak is vallen en daarbij staat de woning bovenaan, gevolgd door vallen op eigen erf of op straat (het afstapje, de verzakte tegel). Ouderen zijn minder goed in staat om een val te voorkomen, omdat de reflexen achteruitgaan en de balans van het lichaam minder stabiel is. De spierkracht en de spiercontrole zijn achteruitgegaan. De gevolgen van vallen nemen toe:

- Door osteoporose worden botten zwakker en brozer.
- Door spondylose (een ouderdomsafwijking voornamelijk van de hals en wervelkolom) neemt de beweeglijkheid af en de kans op letsel toe.
- Door verminderd gezichtsvermogen worden obstakels minder snel opgemerkt. Duizeligheid wordt bij 20% van de valpartijen als oorzaak aangeduid. Duizeligheid kan door hart- en vaatziekten, suikerziekte, door medicijngebruik en tal van andere factoren worden veroorzaakt. Depressieve mensen komen vaker ten val door minder beweging en medicijngebruik. De schade kan bij medicijngebruik of duizeligheid verergeren door het ontbreken van een corrigerende handeling, zodat iemand met het volle gewicht op een heup kan vallen of het hoofd een klap krijgt bij een val.

Overige leeftijdsgroepen

De ongevallen onder andere leeftijdsgroepen zijn meer divers van aard. Onder kinderen zijn de belangrijke ongevallen het vallen (trap, speeltoestel, gladde vloer), beknellen (vinger tussen de deur), botsen en stoten, verbranding (heet water, thee). Vergiftiging, verstikking en verdrinking komen in de tabellen niet voor.

Conclusie

Aan de hand van deze ongevallenregistraties kan worden opgemaakt, dat met name trappen, drempels, gladde vloeren en obstakels in de woning aandacht verdienen. De trap veroorzaakt voor alle leeftijdsgroepen 40% van de woninggebonden ongevallen. Relatief veel ongelukken gebeuren in de keuken. Deuren veroorzaken veel ongelukken, met name door het bekneld raken. Het verbrandingsrisico van heet water blijft een groot probleem. Door temperatuurverhoging om legionellabesmetting te voorkomen neemt dit verbrandingsrisico toe. Kleine kinderen en ouderen vormen een grote risicogroep voor ongevallen thuis. Klussen veroorzaakt veel verwondingen bij mannen van 20 tot 45 jaar, vooral aan armen, handen en benen.

2.2.3 Sick building syndroom

Door de Wereld Gezondheids Organisatie (WHO) is een lijst opgesteld van veelvoorkomende gezondheidsklachten in gebouwen: hoofdpijn, moeheid,

aandoening luchtwegen (droge keel, verstopte neus), aandoening ogen (jeuk, tranend) en droge huid. Verwante symptomen zijn: benauwdheid, kortademigheid, hoesten, keelpijn, huiduitslag, lamlendigheid, duizeligheid, moeite met concentreren, problemen met contactlenzen. Er is meestal sprake van een combinatie van factoren, die per persoon ook kan verschillen naar leeftijd, sekse, rookgeschiedenis, omgaan met stress. Onderzoek naar overschreden richtwaarden voor individuele stoffen levert geen houvast, wel onderzoek naar het aantal klachten. Zo is op basis van een klachtenonderzoek in een kantoor situatie vastgesteld, dat om 80% tevreden kantoorgebruikers te hebben, een ventilatievolume van 95 m³ per uur per persoon nodig is. Ter vergelijking: om een CO₂ gehalte van 600 ppm te bereiken, zou 56 m³ per uur per persoon nodig zijn, voor 1000 ppm CO₂ zou 25 m³ per uur nodig zijn. In Nederland wordt een ventilatievolume van 35 m³ per uur per persoon als minimum geadviseerd.

Er is in veel gebouwen sprake van een kloof tussen wat als redelijk wordt verondersteld en wat vanuit de beleving van gebruikers wenselijk wordt geacht.

2.2.4 Longontsteking en longkanker

Slechte binnenlucht geeft een extra belasting van het afweersysteem van het lichaam, het ondermijnt de energiehuishouding en vermindert de productiviteit. Geen enkel mens is immuun voor de effecten die blootstelling aan giftige stoffen met zich meebrengt.

Mensen, die verzwakt zijn of overgevoelig zullen als eersten gezondheidsschade kunnen oplopen. Rokers zijn extra gevoelig voor aantasting van de longen door asbest, doordat kleine deeltjes zich aan rook hechten en diep worden ingeademd, en ook door de voortdurende prikkeling van het longweefsel door de schadelijke bestanddelen van rook.

Slachtoffers van legionellabesmetting zijn voor een belangrijk deel mensen, die door ziekte, roken of onderliggend lijden verzwakt zijn.

Minimaal 12.000 mensen worden per jaar vanwege longontsteking in een ziekenhuis opgenomen. Per jaar overlijden ongeveer 5.700 mensen aan de gevolgen ervan. Dit aantal stijgt harder dan de toename ten gevolge van het vergrijzen van de bevolking.

Longkanker is bij mannen de meest voorkomende soort kanker, bij vrouwen staat deze vorm van kanker op de derde plaats. In 1990 waren er bijna 17.000 patiënten. Het aantal nieuwe gevallen van longkanker bedroeg in 1990 in Nederland 7.300 mannen en 1.300 vrouwen. Dit verschil kan voor het grootste gedeelte worden verklaard door het verschil in tabaksconsumptie in het verleden (Ruwaard en Kramers, 1993). De piek van nieuwe gevallen valt in de leeftijdscategorie 75 tot 85 jaar, maar in andere leeftijdscategorieën komt longkanker ook veel voor (CBS 1997). Bij voortzetting van de trend zal longkanker in 2010 40% vaker voorkomen dan in 1990. Voor het terugdringen van long-

kanker is het stoppen met roken verreweg het effectiefst. De Wereld Gezondheids Organisatie veronderstelt dat (wereldwijd) 10% van longkanker toe te schrijven kan zijn aan radonstraling. Vanwege de lage radonconcentraties in Nederland mag men ervan uitgaan dat het aandeel hier lager is. Het RIVM becijfert voor Nederland 100 tot 1.100 doden per jaar ten gevolge van radon, met 800 slachtoffers als waarschijnlijk aantal.

2.2.5 Vergiftiging

Vergiftiging kan veroorzaakt worden door tal van chemische stoffen. Bekende bronnen zijn koolmonoxide, lood, cadmium, cyanide, benzeen en tal van andere koolwaterstoffen.

Het aantal slachtoffers van koolmonoxide is officieel 25 per jaar, met name vanwege slechte afvoer van rookgassen en giftige verbranding van huishoudelijke toestellen. De blootstelling aan koolmonoxide is echter zeer wijd verbreid, vanwege druk verkeer, tabaksrook en de uitstoot van verbrandingsproducten buiten.

In Nederland bevatten naar schatting tussen 250.000 en 300.000 woningen loden waterleidingen. Lood lost op in water en kan vooral bij zuigelingen, die ten opzichte van hun lichaamsgewicht en voedselinname relatief veel drinkwater opnemen, een geringe vergiftiging veroorzaken. Het gevolg is een geringe ontwikkelingsachterstand die tot uiting kan komen in een verminderde intelligentie. De waterinname is naast de vochtopname via voedsel bij ouderen zo gering en het groeitempo zoveel minder dan bij kinderen, dat op latere leeftijd weinig invloed wordt verwacht.

Lokale grondwater- en drinkwaterverontreiniging kan lange tijd onopgemerkt blijven en schade veroorzaken. Vluchtige verontreiniging kan via de kruipruimte de woning binnendringen.

Vluchtige organische verbindingen zijn soms woninggebonden, vanwege verwerking in verf, lijmen, houtachtig materiaal of vloerbedekking. De effecten variëren van aantasting van longen tot aantasting van de hersenen, het zenuwstelsel en de genen. Door de toename van het gebruik van nieuwe chemische verbindingen en door onbekendheid met het effect van combinaties van stoffen (cocktails) is nog weinig bekend over de actuele gevaren. Bovendien is onderzoek naar afzonderlijke stoffen op locatie lastig en kostbaar.

2.2.6 Allergische en hyperreactieve aandoeningen

De woning kan verschillende schadelijke biologische stoffen bevatten. De belangrijkste allergenen zijn eiwitten van de huisstofmijt, kakkerlakken en van huisdieren, schimmelsporen en bacteriën.

Allergenen en irriterende stoffen in de lucht kunnen velerlei chronische ziekten veroorzaken. Het aantal mensen dat aan een of andere aandoening lijdt,

is over het algemeen 5 tot 15%. Door combinaties van aandoeningen is meer dan 15% van de bevolking gevoelig voor een of meer stoffen in de lucht. Naar schatting in 2 tot 2,5 miljoen woningen woont iemand, die gevoelig is voor allergenen in de lucht. Bij tal van ziekten wordt een toename geconstateerd in de orde van grootte van 5% in twintig jaar (bijvoorbeeld van 8 naar 13% van de bevolking tussen 2000 en 2010).

In huisstof zijn wel dertig soorten huisstofmijt aangetoond, waarvan de meest voorkomende zijn: *Dermatophagoides pteronyssinus* en *Euroglyphus maynei*. Het eiwit, dat de allergische reactie veroorzaakt, zit in de uitwerpselen van de huisstofmijt en in dode huisstofmijt. Het huisstofmijtallergeen breekt af tot inhaleerbare deeltjes die diep in de longen kunnen doordringen en astmatische reacties veroorzaken.

Hoewel de allergische reactie door schimmels al vroeg werd ontdekt, wordt de invloed van schimmels op de gezondheid onvoldoende belangrijk geacht. De lucht binnenshuis kan zeer veel sporen bevatten. In de lucht zwevende schimmelsporen zijn slechts 2 tot 100 micrometer groot en de kleine sporen kunnen diep de longen binnendringen. Pollen zijn over het algemeen groter dan het stof van de huisstofmijt. Pollen veroorzaken eerder hooikoortsreacties. De bekendste schimmelsporen zijn van *Cladosporium*, *Alternaria*, *Aspergillus* en *Penicillium*. De meeste bacteriën binnenshuis komen van de bewoners (inclusief huisdieren). Bij een hoog vochtgehalte kunnen bacteriën ook groeien en vrijkomen van inrichtingsmaterialen zoals tapijt en meubilair.

Allergenen van huisdieren komen overal voor, ook in huisstof van gebouwen zonder deze dieren. Daardoor kunnen kinderdagverblijven of scholen belangrijke besmettingsbronnen vormen van deze allergenen, die hun oorsprong vinden in de huid, het speeksel, de haren en de vetigheid en andere stoffen van katten en honden en sommige andere harige of gevederde huisdieren.

De verspreiding van kakkerlakkenallergie is over het algemeen groter dan men zou verwachten. In een kliniek in Marseilles was 5,5% allergisch voor kakkerlakken en van een groep van 222 schoolkinderen uit hartje Londen reageerde 9,3% positief op een huidtest.

Allergie ontwikkelt zich in twee stadia. Het eerste stadium is het ontwikkelen van gevoeligheid, het tweede het uiten van allergische reacties. Gevoeligheid ontwikkelt zich als het immuunsysteem het allergeen als een vreemde stof herkent en bij daarvoor gevoelige personen (atopische personen) de stof immunoglobuline E (IgE) gaat aanmaken. In het tweede stadium (dat enige tijd later kan optreden) kan het allergeen door het lichaam herkend worden, waarbij allergeenspecifieke IgE-antistoffen worden aangemaakt. Het immuunsysteem reageert dan met een aantal voor allergische personen specifieke prikkels: hoesten, snotteren, benauwdheid, jeuk. Dat zijn beelden die bij de ziekten astma, allergische rhinitis (neusloop) en atopische dermatitis horen.

Het blootstellingsniveau waarbij iemand gesensibiliseerd wordt, hangt af van de kracht van het allergeen, maar is ook afhankelijk van de gevoeligheid van de betreffende persoon. Het is moeilijk om een duidelijke relatie tussen blootstelling en reactie vast te stellen. Het feit bijvoorbeeld, dat er meer mensen gevoelig zijn voor de allergenen van de huisstofmijt, dan er mensen zijn die bij blootstelling reageren, geeft aanleiding tot de veronderstelling dat de allergische reactie bij een hogere dosis optreedt dan de sensibilisatie.

Er zijn nog andere redenen voor het ontbreken van een duidelijke relatie tussen respons en dosis: concentratiemetingen van allergenen in huisstof geven geen betrouwbare relatie met het functioneren van de longen. Er zijn tal van andere prikkels, die een astmatische reactie kunnen veroorzaken, zoals sterke geuren, ozon en stikstofoxiden.

De ziekteverschijnselen die bij allergische en hyperreactieve aandoeningen horen, zijn CARA, astma, constitutioneel eczeem, sinusitis, conjunctivitis, rhinitis, bronchiolitis en alveolitis. In het kort worden de belangrijkste verschijnselen toegelicht.

CARA en COPD

CARA is de afkorting van Chronisch Aspecifieke Respiratoire Aandoeningen (Latijn: respirare = ademen). Het begrip CARA omvat astma en COPD. COPD is de afkorting van Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Het begrip wordt alleen in de volksmond gebruikt. Zo'n 40% van de CARApatiënten heeft astma, de overige 60% lijdt aan COPD (Ruwaard en Kramers, 1993). Er zijn in Nederland wel 1,2 miljoen patiënten die aan CARA lijden en het is jaarlijks in ruim 6.000 gevallen de primaire doodsoorzaak: in 1995 4.181 mannen en 2.069 vrouwen (Van der Lucht e.a., 1995). Het CBS (1992) meldt een toename van de sterfte ten gevolge van CARA in de periode van 1970 tot 1990 met 30% (mannen) en 55% (vrouwen). De snellere toename bij vrouwen wordt veroorzaakt doordat vrouwen pas in de loop van de twintigste eeuw massaal zijn gaan roken. Roken is van grote invloed op CARA.

Mensen met astma hebben een immuunsysteem dat overgevoelig reageert op bepaalde verontreinigingen. Ze hebben last van benauwdheid: minstens vijf keer per jaar en aanvalsgewijs (Astmafonds, 1998). Een aanval kan kort duren maar ook langer aanhouden. In de periode tussen de aanvallen heeft een astmapatiënt meestal geen last. Astma is erfelijk belast. In Nederland hebben naar verwachting vier miljoen mensen een erfelijke aanleg (Van Bronswijk, 1997). De piek van voorkomen van astma ligt in de leeftijdscategorie van 0 tot 14 jaar: astma is de meest voorkomende chronische ziekte bij kinderen. Daarna treedt een daling op tot in de leeftijdscategorie van 45 tot 64 jaar, waarna het aantal patiënten stabiliseert (Kort, 1997). Patiënten die op latere leeftijd astma krijgen, hebben meestal de niet-erfelijke variant. Bij doorzetten van de huidige trend zal astma in 2010 6% vaker voorkomen dan in 1990 (Ruwaard en Kramers, 1993).

COPD kan worden onderverdeeld in chronische bronchitis en longemfyseem. Chronische bronchitis is een aanhoudende ontsteking van het slijmvlies in de luchtwegen. Mensen met bronchitis hoesten veel en geven daarbij slijm op, minstens drie maanden per jaar dagelijks of regelmatig terugkerend. De term rokershoestje slaat op COPD. Sommige patiënten hebben naast deze klachten ook last van kortademigheid of een piepende ademhaling. Bij longemfyseem is de elasticiteit van de longblaasjes aangetast. Daardoor valt een gedeelte van de longfunctie uit, zodat iemand met emfyseem voortdurend kortademig is en bij geringe inspanning al benauwd kan worden. COPD ontstaat in de loop der jaren, meestal na het veertigste levensjaar. Een duidelijk verschil met astma is dat COPD wordt veroorzaakt door irritantia, niet door allergenen. Daarnaast kan het voortkomen uit een onbehandeld astma. COPD is in minder dan 1% van het aantal gevallen erfelijk bepaald (Van Bronswijk, 1998).

Constitutioneel eczeem

Constitutioneel eczeem is een huidziekte, veroorzaakt door een aangeboren allergie voor bepaalde stoffen uit de leefomgeving. Bij kinderen wordt het dauwworm genoemd. Constitutioneel eczeem wordt gekenmerkt door een ontstekingsreactie, die zich uit in de vorm van vochtblaasjes, vochtscheiding, schilfers en jeuk. Bijna 400.000 Nederlanders lijden aan constitutioneel eczeem, waarvan 60% vrouwelijk is. Jaarlijks komen er ruim 100.000 nieuwe gevallen bij (Ruwaard en Kramers, 1993). Omdat de problemen direct zichtbaar zijn, gaan schaamte en angst al snel het sociale leefpatroon bepalen. Constitutioneel eczeem ontstaat in 64% van de gevallen in de eerste zes levensmaanden. Driekwart van de patiënten is jonger dan twintig jaar (Huidfonds, 1998). Bij voortzetting van het huidige beleid zal constitutioneel eczeem in 2010 4% tot 5% vaker voorkomen dan in 1990. Het ziekterisico kan worden beperkt door het aantal allergenen in de woning te verminderen.

Chronische bijholteontsteking (sinusitis)

Jaarlijks wordt ruim een half miljoen gevallen van sinusitis gemeld (Ruwaard en Kramers, 1993). Deze ziekte wordt gekenmerkt door een knagende pijn bij de neuswortel die in de loop van de dag verergert. Sinusitis wordt veroorzaakt door allergenen. Er zijn verschillende soorten bijholteontstekingen, die genoemd zijn naar de plaats van de ontsteking (kaakholte, voorhoofdholte, enz). Er is tevens een indeling naar tijdsduur en frequentie mogelijk: acuut (maximaal vier weken), chronisch (ten minste zes maanden) en recidiverend (ten minste drie keer per jaar). Van de mannen lijdt 6,3% en van de vrouwen 9,1% aan sinusitis. De piek van voorkomen (10,3% van de bevolking) ligt in de leeftijdscategorie van 25 tot 44 jaar (CBS, 1997). Bij voortzetting van de huidige trend zullen bijholteontstekingen in 2010 5% vaker voorkomen dan in 1990 (Ruwaard en Kramers, 1993). Terugdringen van deze ziekte is mogelijk door het aantal allergenen in de woning te reduceren.

Conjunctivitis

Bij conjunctivitis heeft de patiënt last van jeukende en geïrriteerde ogen. Dit wordt veroorzaakt door allergenen. Vermindering van het aantal allergenen in de woning kan de aandoening beperken.

Chronische verkoudheid (rhinitis)

Per jaar worden in Nederland twee miljoen mensen verkouden. Besmetting vindt plaats door direct lichamelijk contact of door inademing van in de lucht zwevende virussen. Wanneer een verkoudheid langer dan zeven tot tien dagen aanhoudt, is mogelijk sprake van rhinitis, een chronische vorm van verkoudheid. De patiënt heeft altijd neusloop, de neus is regelmatig verstopt en de patiënt moet regelmatig niezen.

Terugdringen van rhinitis is mogelijk door het aantal allergenen in de woning te verminderen en drukke mensenmassa's of lichamelijk contact te mijden.

Acute bronchiolitis bij kinderen

Bij acute bronchiolitis zijn de fijnste vertakkingen van bloedvaten in de longen ontstoken. Het komt jaarlijks bij bijna 700.000 Nederlanders voor (Ruwaard en Kramers, 1993). Symptomen zijn koorts, hoesten en huid- en slijmvliesirritatie. Acute bronchiolitis bij kinderen is in de helft van de gevallen een voorteken van het krijgen van astma (Van der Does, 1988). In bijna alle gevallen treedt de ziekte op voor het derde levensjaar. Tijdens een acute bronchiolitis is men gevoeliger voor vervuiling in het binnenmilieu. Vermindering van de allergenenbelasting kan zorgen voor een vermindering in het ontstaan van de ziekte.

Allergische alveolitis

Allergische alveolitis (Engels: organic dust disease) is een ontsteking van de longblaasjes, die gepaard gaat met koortsaanvallen en benauwdheid. Bij de eerste confrontatie met allergenen zijn er geen klachten en de allergie openbaart zich soms na jaren. De allergenen zijn schimmels uit luchtbevochtigers, hooi, compost en groenbakken en antigenen van bijvoorbeeld duiven (in veren, uitwerpselen). Er zijn verschillende soorten alveolitis, waaronder de boerenlong, de duivenmelkerslong, de luchtbevochtigersziekte en de champignonkwekerslong. Na beëindiging van blootstelling aan de allergenen geneest de ziekte snel. Bij voortdurende blootstelling aan de allergenen wordt functioneel longweefsel vervangen door bindweefsel. De ademcapaciteit vermindert en herstel is niet meer mogelijk (Van Bronswijk, 1997). Specifieke kenmerken van de luchtbevochtigersziekte zijn kortademigheid en prikkelhoest. Om alveolitis te beperken of mogelijk zelfs te elimineren, dient contact met de allergenen vermeden te worden. Het dragen van mondkapjes, het opruimen van organisch materiaal waarin zich allergenen bevinden en het vermijden van contact met de GFT-bak zijn mogelijke maatregelen.

Legionellose

De ziekterisico's van drinkwater zijn vooral verbranding door warm water en inname van verontreinigd water via het voedsel of via inademing van fijne waterdruppels (aerosolen). Voor kleine kinderen kan water uit loden drinkwaterleidingen een ontwikkelingsachterstand veroorzaken. Niet alleen bij het douchen, maar ook tijdens het schoonmaken, het besproeien van de tuin en bij een wandeling langs de stadsfontein zou men besmet kunnen raken. In 1999 werd een aantal bezoekers van de tuinbouwtentoonstelling in Bovenkarspel geïnfecteerd door met door legionella besmette waternevel van whirlpools.

Het aantal mensen dat overlijdt aan Legionellose, veroorzaakt door de bacterie legionella, is officieel 45 (gemiddelde van 1988-1995), maar experts geven hogere schattingen, variërend van 250 tot 1.000 slachtoffers per jaar. Het aantal zieken met blijvende schade is 20 tot 100 maal zo groot. De meest gevreesde besmetting is van de legionella pneumophila (= van de long houdende) bacterie, waardoor men legionellose of de veteranenziekte kan krijgen. Van de veertien bekende soorten (serotypen) van deze bacterie beschouwt men type 1 als de gevaarlijkste. Legionellose is een ernstige, soms dubbelzijdige longontsteking bij personen met een verminderde weerstand. De ziekte ontwikkelt zich drie tot tien dagen na de besmetting en is in 10% tot 20% van de gevallen dodelijk, zonder behandeling in soms wel 80% van de gevallen (Van Bronswijk, 1997). Bij behandeling treedt echter meestal een langzaam herstel op. Verwant aan legionellose is de Pontiac-koorts. Deze is niet fataal en veroorzaakt geen longaandoeningen. De bacterie veroorzaakt griepachtige verschijnselen. De incubatietijd is kort en de epidemische reactie is veel omvangrijker dan bij legionellose: 95% van de besmette personen wordt ziek. Gezonde mensen met een normale immuunreactie hebben van legionella weinig te vrezen. Er zijn opvallend veel meer mannen dan vrouwen slachtoffer en vooral boven de 50 jaar. Bij de epidemie van Bovenkarspel bleken slachtoffers vooral te vallen onder ouderen met een verzwakte gezondheid en rokers. Naast de persoonlijke kenmerken wordt een relatie verondersteld met de intensiteit en de duur van de blootstelling.

Aantal slachtoffers van legionellose

In zes van de tien grote legionellaepidemieën in de wereld baseerde men zich bij uitspraken over de bron volledig op het epidemiologisch onderzoek, omdat op basis van bacteriologisch onderzoek geen bron aangewezen kon worden. Onderzoek in een Amerikaans bejaardenoord gaf te zien, dat 14% van de overledenen legionellose had, terwijl in het betreffende oord geen besmettingsbron werd aangetroffen (Muder, 1983). Bij de grootste bekende epidemie vielen 85 doden (in Philadelphia in 1976). Het casusregister van Bovenkarspel bevat (per december 2000) 242 gevallen, waarbij 31 doden werden betreurd.

In 1997 publiceerde het Communicable Diseases Surveillance Centre te Londen een overzicht van voorvallen van legionellose in een aantal Europese lan-

den (WHO, 1997). Opvallend is dat de incidentie in Duitsland vijftien maal zo hoog en in Denemarken dertig maal zo hoog is als in Nederland, terwijl de omstandigheden weinig verschillend lijken. Een verklaring hiervoor kunnen de diagnose en de registratie zijn. Door toepassing van een snellere testmethode en meer aandacht is in het jaar 2000 het aantal legionellagevallen in Nederland verdrievoudigd. In de VS is vastgesteld dat door actieve surveillance van legionellose de incidentie een factor 50 tot 60 hoger komt te liggen. Daarom zal er sprake zijn van een grote onderschatting van het aantal gevallen in Nederland, evenals in veel andere landen. Van Bronswijk komt op 750 tot 1.000 doden. Zij schrijft de verdubbeling in tien jaar van het aantal gevallen van longontsteking deels toe aan legionella (naast andere oorzaken zoals veroudering). Veenendaal (KIWA, 1999) verwacht vijf tot twintig maal zoveel slachtoffers als het officiële getal, dus 220 tot 900. In Engeland raamt men dat 2% van opname van patiënten met longontsteking in het ziekenhuis door legionella veroorzaakt wordt. Omzetting van dit getal naar Nederlandse omstandigheden zou neerkomen op 240 ziekenhuisopnamen vanwege legionellose per jaar. De vraag, hoeveel risico men binnen de woning loopt, kan niet beantwoord worden. Er is geen inzicht in de verdeling van het aantal ziektegevallen naar verzorgingshuizen, ziekenhuizen, sportaccommodaties en woningen met collectieve voorzieningen of individuele voorzieningen. In het licht van uitspraken over grotere aantallen gevallen is meer aandacht voor de groei van legionellabacteriën op zijn plaats.

Huidaandoening

Veel stoffen, die de ademhalingsorganen irriteren, met name vanwege irritatie van de gevoelige slijmvliezen, irriteren ook de huid. Het verschil tussen inwendige organen, zoals de longen, en de huid is in dit opzicht niet zo groot. Daarnaast zijn er contactallergieën bijvoorbeeld van nikkel (de huissleutel of de kraan) of rubber (planten, handschoenen, kleding) (Reijnders, 1992).

Schimmels en gisten zijn belangrijke verwekkers van huidinfecties. De voorkeurlocaties bij volwassenen zijn de plaatsen die tijdens lichamelijke inspanning vochtig worden: tussen de tenen, in de schaamstreek en onder de oksels. De relatieve vochtigheid in de woning heeft invloed op het ontstaan van infecties. Voetschimmels worden vaak overgedragen via contact met een vochtige vloer, waarop besmette huidschilfers aanwezig zijn. Ook het wratenvirus kan worden verspreid via de vloer.

De huid wordt niet alleen in negatieve zin belaagd. Vele soorten micro-organismen zijn noodzakelijk voor een gezonde huid. Deze dient men in ere te houden, bijvoorbeeld door niet te vaak of te veel agressieve zeppen te gebruiken bij douchen en baden.

Functies van de huid zijn onder meer:

- Steunfunctie en vormgevende functie (verpakking).
- Tast, gevoelsensaties (barometer en temperatuurregulatie).

- Absorptie en uitscheiding van vloeistoffen.
- Productie van vitamine D, nodig voor botvorming.
- Bescherming tegen beschadigende mechanische invloeden (stootkussen).
- Bescherming tegen invloed (toxisch, allergisch) van chemische stoffen.
- Bescherming tegen micro-organismen.
- Bescherming tegen water.
- Bescherming tegen ultraviolet licht.

Zoönosen en huid

In de woning en de woonomgeving kunnen we te maken hebben met huidirriterende dierlijke organismen. Naast allergische reacties kunnen huidaandoeningen ontstaan. Het meest bekend zijn de vlo en de luis. Luizen (hoofdluis of schaamluis) komen steeds meer voor, onder andere vanwege resistentie van luizen tegen bestrijdingsmiddelen. Iedere tien tot twintig jaar moet een nieuw bestrijdingsmiddel beschikbaar komen, om de resistent geworden populaties te kunnen bestrijden. De datum 11 oktober 2000 werd uitgeroepen tot Dag van de hoofdluis, om de taboesfeer rond de hoofdluis te doorbreken. Van alle schoolkinderen heeft 15% per jaar te maken met hoofdluis. Luizen kunnen diverse ziekteverwekkende kiemen overdragen, maar in Nederland is dat nauwelijks aan de orde. De schade blijft beperkt tot jeuk.

De mensenvlo en de bedwants hebben de opkomst van de stofzuiger nauwelijks overleefd. De huisstofmijten daarentegen wel: ze kruipen naar de vochtigste plaatsen in het matras of het kussen. Ieder mens heeft follikelmijten en bij volwassenen kunnen soms wel 1000 mijten voorkomen. Het is omstreken of de follikelmijten tot de commensalen (onschadelijke gasten) of tot de parasieten gerekend moeten worden. De haar- en talgklieren hebben te lijden van het uitzuigen door de mijten.

De humane scabiësmijt veroorzaakt jeukende schurft. Als we worden opgeschrikt door schurftepidemieën in verpleeghuizen, betreft het vaak de meer onschuldige Noorse schurft. Het aantal mijten kan bij hulpbehoevende ouderen door gemis aan prikkel tot krabben of wrijven erg groot worden. De mijten verspreiden zich met rondwarrelende huidschilfers door de lucht en kunnen een ware epidemie veroorzaken.

De huisstofmijt komt in alle woningen voor en veroorzaakt met name problemen met astma. Direct huidcontact met het mijtenmateriaal kan eczeemklachten verergeren.

Huisdieren brengen veel parasieten in huis. De bekendste en meest voorkomende dierenvlo is de kattenvlo, die ook mensen bijt, maar van mensbloed niet kan leven. De vogelvlo kan via nestelende vogels binnendringen.

De schilfermijt van hond, kat of konijn vervelt tijdens het verblijf in het huisstof, zodat er dagelijks honderden hongerige mijten te voorschijn komen, die de mens kunnen steken. Ook andere mijten kunnen, op zoek naar voedsel, als eerste de mens steken of bijten. De dierlijke schurftmijt kan de mens ook

belagen. Het gevolg is een aantal jeukende bultjes.

Ook buitenshuis lopen we beten en steken op. Bekend zijn de huidaandoeningen van de haren van de processierups en van de rupsen van de bastaard satijnvlinder, die rupshaardermatitis op grote huidoppervlakken kunnen veroorzaken.

Stress

De woonomgeving kan veel stress veroorzaken. Burenoverlast, geluidhinder van verkeer en van burens, stank, een gevoel van onveiligheid en sociaal isolement of vermeende vervuiliingsbronnen kunnen zo veel stress veroorzaken dat de weerstand vermindert en allerlei ziekten kunnen verergeren. Stress brengt mensen in beweging en de keerzijde van stress is dat het buurtbewoners bijeenbrengt voor acties en voor discussie over de kwaliteit van de woonomgeving.

2.2.7 Geluidhinder, onveiligheid en stank

Geluidhinder

Uit onderzoek onder 500 bewoners bleek 29% last te hebben van lawaai buiten, 11% van lawaai binnen. Volgens het RIVM (1988) komt in 80% van de woningvoorraad burenoverlast voor. Woongeluiden blijken, nog meer dan verkeersgeluiden, in aanzienlijke mate tot ernstige hinder te leiden. De invloed van geluid op de mens is zeer complex. Het geluid van een druppelende kraan of een ritselend insect kan meer schade veroorzaken dan een laag overvliegend vliegtuig, maar ook het omgekeerde kan het geval zijn. De gevoeligheid is afhankelijk van de persoon en de situatie. De gezondheidsschade is van fysiologische en psychologische aard. Gehoorschade hoort tot de fysiologische gevolgen. Wanneer geluidhinder langere tijd aanhoudt, kan chronische, mentale stress ontstaan. De patiënt zit niet lekker in z'n vel, reageert geïrriteerd, is pessimistisch enzovoort. Geluidhinder heeft daardoor effecten op hart- en vaatziekten, stofwisselingsaandoeningen, immuniteitsziekten. Genezingsprocessen kunnen vertragen. Psychologische schade ontstaat als slapen, spreken, luisteren en concentreren hinder ondervindt. Sommige geluiden kunnen samenhangen met angstgevoelens of schrik.

Onveiligheid

Het gevoel van onveiligheid kan ontstaan door inbraak, door betrokkenheid bij geweld of bedreigende situaties. Het aantal inbraken is 120.000 per jaar (1 op iedere 50 woningen ieder jaar). De totale schade door inbraken is f4 miljard per jaar, dus ongeveer f35.000 gemiddeld per inbraak, inclusief behandeling door de verzekering, politiekosten enzovoort (Politie Hollands Midden, 1999). Het emotionele effect is groot: de privé-sfeer is geweld aangedaan, men voelt zich machteloos, angstig of boos.

Tabel 2.7 Ziekten met (steden)bouwkundigen determinanten in Nederland

Ziekte	Klacht	Oorzaak
Atopische ziekten (astma, rhinitis, conjunctivitis, eczeem, sinusitis)	ademhaling, neus, keel, ogen, huid, hoofdpijn, moeheid, koorts	allergeen, infectie, irritantans
Chronische bronchitis en longemfyseem	ademhaling, moeheid, koorts	irritantans
Extrinsieke allergische alveolitis (lucht-bevochtigersziekte, boerenlong, ed.)	ademhaling, koorts of andere organische stof	antigeen van thermofiel organisme
Fytofotodermatitis	huid	wilde of gekweekte plant
Gastro-enteritis (maag-darmbezwaren, cholera, tyfus, dysenterie, ed.)	maag buik, koorts, uitdroging	organisme/toxine in voedsel, drinkwater, zwemwater, zuiveringsmoeras, composttoilet
Legionairsziekte en Pontiac-koorts	buik, ademhaling, koorts	infectie met legionella pneumophila
Longkanker	ademhaling, koorts, moeheid	carcinogene straling en stof
Malaria (sedert zestiger jaren uitgestorven?)	intermitterende hoge koorts	plasmodium in mug
Pest (uitgestorven?)	ademhaling, koorts, hoofdpijn, klierzwellen, onderhuidse bloeding	pasteurella (of Yersinia) in vlo en zwarte rat
Prurigo parasitaria	huid	infectie/initiatie met mijt of insect
Rabies (hondsdolheid)	hersenen, spieren	rhabdovirus in vos of vleermuis
Reumatoïde artritis	gewrichten	onduidelijk, koude verergert klachten
Verstikking	ademhaling, hersenen, hart	CO en andere verbrandingsgassen
Zoönosen (Entomofobie)	hangt van de soort zoönose af hersenen, huid	hangt van de soort zoönose af 'angst', ongedierte als aanleiding

Bron: Bronswijk, 1998 (bewerkt)

Stank

Geuren zijn belangrijke indicatoren voor de kwaliteit van het binnenmilieu. Slechte geuren kunnen hinder veroorzaken, resulterend in stress, hoofdpijn of verlies van eetlust. Wel vierduizend afzonderlijke geuren zijn gedetecteerd. In het binnenmilieu kunnen honderden soorten materialen verwerkt zijn, elk met specifieke geuren. Personen verspreiden wel tot 22 verschillende geuren. Dankzij onderzoekswerk van Fanger en anderen is de focus niet zozeer gericht op de chemische samenstelling, drempelwaarden en detectie, maar op de analyse van wat geuren doen voor mensen. Uitgaande van het feit dat de neus een onovertroffen reukorgaan is, worden testpersonen bij onderzoek gebruikt om vast te stellen welke geur hinder geeft en in welke mate. Deze methode heeft ook nog grote beperkingen, omdat de perceptie afhangt van velerlei niet gedefinieerde psychologische en fysiologische kenmerken.

2.3 Conclusies

Allergenen en irriterende stoffen kunnen velerlei chronische ziekten veroorzaken. Van alle mensen lijdt 5 tot 15% aan een of andere aandoening. Door combinaties van aandoeningen is meer dan 15% gevoelig voor allergenen in

de lucht. In naar schatting 2 miljoen woningen woont iemand die gevoelig is voor vervuilde binnenlucht. Bij tal van ziekten is in de laatste 20 tot 25 jaar een verdubbeling geconstateerd. Over het algemeen is te weinig bekend over de veroorzakers van allergie en luchtwegaandoeningen. Wel is aangetoond, dat door het verminderen van allergenen en andere irriterende stoffen, de klachten afnemen en de gezondheidsschade wordt beperkt. Tabel 2.7 biedt een overzicht van ziekten met (steden)bouwkundige determinanten in Nederland.

3 Vervuilingsbronnen en oorzaken van ziekten en ongevallen in huis

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk komen oorzaken aan de orde van de ziekten, die in het vorige hoofdstuk zijn beschreven. De informatie is gebaseerd op literatuuronderzoek. Er is geen één-op-één relatie aanwezig tussen ziekteverschijnsel en oorzaak. Vaak zal in de praktijk een kluwen van met elkaar samenhangende factoren als waarschijnlijke oorzaak aan te wijzen zijn. Dit hoofdstuk behandelt de theoretisch onderbouwde verbanden tussen individuele stoffen of verschijnselen en gezondheid.

In de woning is het risico van gezondheidsschade via inademing het grootst. Meer dan tweeduizend bekende soorten verontreinigingen kunnen de binnenlucht in huis vervuilen. Aandoeningen van ademhalingsorganen kunnen zeer verschillende bronnen en oorzaken hebben. Astma, constitutioneel eczeem, sinusitis, conjunctivitis, rhinitis en allergische alveolitis worden door allergenen veroorzaakt. COPD, vergiftiging en longkanker worden door irritantia veroorzaakt. Bij tuberculose, legionellose en de Pontiac koorts zijn bacteriën de oorzaak. Inname via water en via de huid komt minder voor, maar vormt met name voor kleine kinderen een risico.

Onderzoek van het binnenmilieu in woningen is niet genormeerd, met uitzondering van bijvoorbeeld de legionellabepaling en de meting van het geluidsniveau.

Bij sterke vermoedens over een mogelijke ziekteoorzaak thuis, kan de huisarts doorverwijzen naar de gemeentelijke gezondheidsdienst, of aanbevelen om de afdeling bouw- en woningtoezicht van de gemeente in te schakelen. Meestal is de bewoner de eerste die aan de bel trekt bij de GGD of de gemeente, nadat een melding van een klacht bij de verhuurder niet het gewenste resultaat heeft gehad.

Het omgekeerde komt ook voor: onderzoekers die problemen op het spoor zijn, komen bij bewoners om ondersteuning bij medisch milieukundig onderzoek. Soms worden bewoners medisch onderzocht, meestal vrijwillig aangeelde personen met klachten of die een doktersbehandeling (hebben) ondergaan. Medisch-milieukundig onderzoek naar oorzaak en gevolg betreft in veel gevallen de ademcapaciteit, allergische reacties en specifieke stoffen in het bloed.

Om oorzaken in woningen op te sporen onderzoeken medisch milieukundigen in het algemeen de concentratie van een aantal chemische en microbiologische stoffen, met als belangrijkste:

- CO
- CO₂
- NO_x
- VOC's (tolueen, xylenen, ethylbenzenen)
- formaldehyde en acetaldehyde
- Der P1 in huisstof

- schimmelsporen
- fijn stof.

Om verbanden tussen de gemeten concentraties, de klachten en de fysieke woningkenmerken beter te begrijpen, is een grondige woningopname nodig. Deze opname komt in hoofdstuk 5 aan de orde.

3.2 Fysische oorzaken

3.2.1 Inleiding

Veel klachten over het binnenmilieu hebben te maken met fysische grootheden: temperatuur, luchtsnelheid, vocht, licht, straling en geluid. Deze grootheden worden in de volgende paragrafen behandeld. Gezondheid en fysische factoren hebben een indirect verband: vocht veroorzaakt schimmelgroei en de schimmelsporen veroorzaken een allergische reactie, of het ventilatiesysteem geeft geluidsoverlast en is daardoor beperkt bruikbaar, waardoor de luchtverversing vermindert en de concentratie schadelijke stoffen toeneemt, enzovoort. In de volgende paragrafen wordt verkend, of fysische grootheden een oorzaak kunnen zijn van gezondheidsrisico. Ook inbraak krijgt aandacht (fysieke oorzaak).

3.2.2 Temperatuur

Bij de beoordeling van de temperatuur kunnen we onderscheiden: de stralings- en luchttemperatuur, de asymmetrie van de straling en de temperatuurverdeling of temperatuurgradiënt. In de verwarmingstechniek van woningen wordt sinds enkele jaren gerekend met de resulterende temperatuur die het gemiddelde is van de lucht- en de stralingstemperatuur. Bij veel straling, zoals met vloer- of wandverwarming, kan de luchttemperatuur lager zijn, bij gelijk comfort. Door een iets lagere luchttemperatuur treedt minder snel tocht op en nemen de ventilatieverliezen af. Temperatuurverschillen veroorzaken luchtdrukverschillen en daardoor komt de lucht in beweging (circulatie, tocht, koudeval).

Lage temperaturen maken het menselijke lichaam stram, waardoor allerlei activiteiten minder goed kunnen worden uitgevoerd. Een vochtig en koud milieu kan een verhoging van reumaklachten veroorzaken. Kou vermindert overigens de weerstand niet en maakt mensen evenmin bevattelijker voor ziekten zoals verkoudheid. Een hoge temperatuur maakt mensen benauwd en sloom; het vermindert de prestaties (Bakker, 1995). Bij hoge binnentemperaturen is het sterftecijfer hoger. Hieruit kan men een verband tussen hoge temperatuur en weerstand afleiden, door zowel psychische als fysische oorzaken. Een fysisch aspect is bijvoorbeeld dat bij een hoge temperatuur een

grotere emissie van vluchtige stoffen uit bouwmaterialen en bekledingsstoffen kan optreden.

3.2.3 Luchtsnelheid

Luchtsnelheden van meer dan 0,15 m/s leiden bij stilzitten dikwijls tot tocht: de luchtstroom langs het huidoppervlak voert het warme luchtlaagje vlak boven de huid af. Verkoudheid of griep worden niet aan tocht toegeschreven, klachten over een stijve nek wel (Duijm 1998). In het Bouwbesluit wordt niet gesproken over een maximaal aanvaardbare luchtsnelheid. Wel wordt gestimuleerd dat de luchttoevoeropeningen boven de tochtgevoelige zone liggen: alleen de ventilatieopening boven 1.80 m telt mee bij de capaciteitsbepaling. Uit het oogpunt van energiezuinigheid worden eisen gesteld aan de kierdichtheid van de vloer en van gevels en daken. De luchtsnelheid bij ventilatieopeningen neemt daardoor toe, maar deze luchtstroming is bij goede kierdichting wel beter regelbaar.

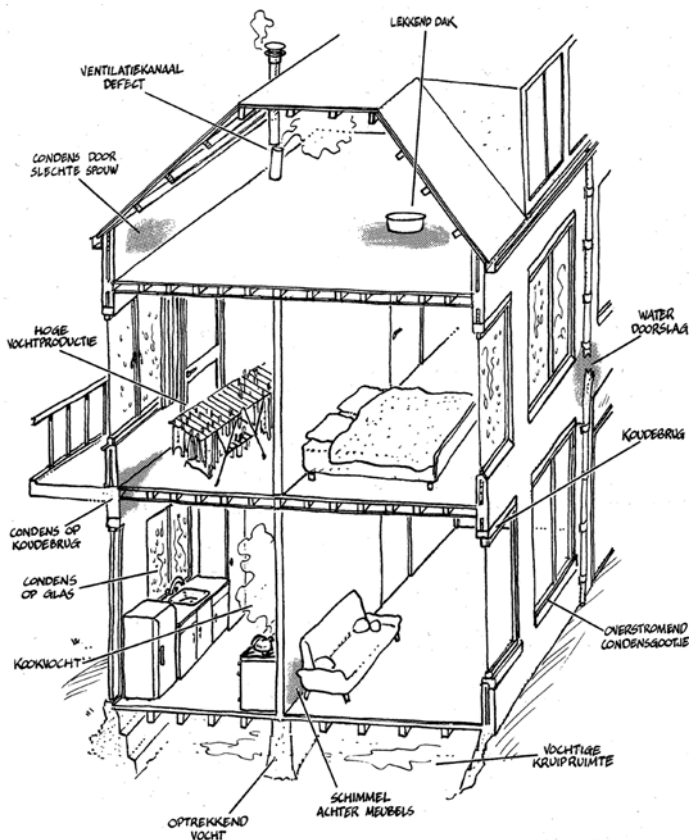
3.2.4 Vocht

Inleiding

In een vochtig huis word je eerder ziek. Uit een onderzoek van de GG & GD te Amsterdam blijkt dat kinderen uit een vochtig huis 25% meer gezondheidsklachten hebben dan kinderen in woningen zonder vochtproblemen (Wijnen, 1996). Bij een hoge vochtigheid kunnen schimmels groeien, is het milieu voor de huismijt beter en gedijt veel ongedierte goed. De afbraak van verven, biten, pleisterwerk en lijmen vindt versneld plaats, zodat meer chemische irritantia vrijkomen. Ook de materiaalvochtigheid is van belang. Vochtig hout produceert schimmelsporen. Een vochtig milieu kan huidaandoeningen verergeren. De belangrijkste gezondheidsklachten door vocht zijn luchtwegaandoeningen: hoesten, opgeven van slijm, benauwdheid, hoofdpijn of piepende ademhaling. Sommige hinderlijke gevolgen van vocht, zoals een muffe geur, loslatend behang en zoutuitbloei hebben geen invloed op de gezondheid. Deze klachten



Vochtproblemen



zijn wel nuttige indicatoren van gezondheidsbedreigende situaties.

Een lage luchtvochtigheid kan leiden tot uitdroging van slijmvliezen en daardoor irritatie van luchtwegen en ogen. Dit verschijnsel begint op te treden wanneer de relatieve luchtvochtigheid lager wordt dan 40%. Bij waarden lager dan 30% is het optreden van irritatie aan ogen, keel en neus algemeen (Duijm, 1998). De kans op infecties neemt toe. Symptomen van een te lage luchtvochtigheid zijn hoofdpijn, hoesten, keelpijn en misselijkheid. Draggers van contactlenzen kunnen als

eersten last krijgen van geïrriteerde ogen. Droge lucht verschaalt de huid.

Klachten over te droge lucht hebben echter dikwijls niets te maken met de luchtvochtigheid. Lucht met prikkelende stoffen ervaart men als droge lucht, ongeacht de vochtigheid. In droge lucht kunnen stoffen gaan rondzweven, die onder vochtige omstandigheden vastgekleefd blijven zitten aan stoffering. Droge en schone lucht (in de bergen) ervaart men als plezierig.

De vochtigheid van de lucht wordt uitgedrukt in relatieve vochtigheid: de mate van de verzadiging met vocht bij een bepaalde temperatuur, uitgedrukt in procenten van de maximaal mogelijke verzadiging. De combinatie van vochtigheid en temperatuur levert een bepaalde absolute vochtinhoud op (in gram per kilogram lucht), die evenredig is aan dampspanning. Vocht beweegt van een hoge naar een lage dampspanning. Bijvoorbeeld: de dampspanning van lucht met een relatieve vochtigheid van 60% bij 20°C is 1.400 Pascal en bij 95% en 14°C (een vochtige kruipruimte met ongeïsoleerde vloer) 1.520 Pascal. Er zal dus vochttransport naar de woning optreden als de vloer poreus is. Bij een ongunstig dampspanningverloop in een constructie kan inwendige condensatie optreden, met als mogelijke gevolgschade: kapotvriezen van baksteen, blijvende vochtigheid door zoutopname, lekkende plafonds. Een vochtige constructie isoleert de warmte heel slecht.

Van de woningen in Nederland heeft 20% vochtproblemen. 4% heeft ernstige vochtproblemen (KWR, 2000). Hoge vochtigheid kan schimmeligroei veroorza-

Tabel 3.1. Vochtproductie (liter water per etmaal)

	Omvang huishouden	
	2 personen	4 personen
Koken op gas	2	2
Vaat wassen	0,5	0,5
Kleding wassen	0,5	1
Was drogen	0,2	0,5
Douchen of een bad	0,5	1
Zitten en slapen	1,2	2,4
Planten	0,5	0,5
Aquarium	1	1
Huisdier	0,3	0,3
Geiser zonder gasafvoer		
a. alleen voor keuken	0,6	0,6
b. ook voor douchen	1,4	2,2
Gemiddelde productie per etmaal	5-6	7-9

Tabel 3.2 Finse recente gegevens over waterproductie in de badkamer

Door mensen	40-300 g/u, gemiddelde productie 90 g/u
Baden	700 g/u
Douchen	2600 g/u (in 8 minuten 350 g)
Open wateroppervlak (emmer, bad)	40 g/m ² u
Kleine kamerplant	7-15 g/u, middelgrote plant 10-20 g/u
Wasgoed uit centrifuge	10-50 g/u/kg droog wasgoed
Druipend wasgoed	20-100 g/u/kg droog wasgoed

Bron: Metiinen, 2000

ken. Meestal ontstaat schimmel op plaatsen die bouwkundig onvoldoende kwaliteit hebben en bij een normaal gebruik van de woning vochtproblemen veroorzaken, zoals bij de plint van begane-grondvloeren of op de balk boven het raamkozijn van de badkamer. Slechts in enkele gevallen worden vochtproblemen veroorzaakt door de bewoners: veel vochtbronnen en weinig ventilatie in combinatie met weinig stoken.

Vocht kan zich op vele manieren manifesteren:

- Het lekt na een regenbui.
- Het lekt ook als het niet regent (ophoping van condens in de constructie).
- Er is veel condens op de ramen.
- Er is zichtbare schimmel achter meubels, tegen het plafond, in hoeken.
- Er zitten vochtplekken op de muur of onder de vloerbedekking.
- Het 'weer' komt in de kleren of in de gordijnen.
- Het ruikt muf.
- Binnenschilderwerk en behang bladderen af.
- Hout is aan het rotten.
- Er zijn vochtminnende diertjes zoals pissebedden en zilversijes.

Vochtbronnen zijn naar herkomst in te delen naar woonvocht, bouwvocht, regen of sneeuw en grondvocht.

Woonvocht

Bewoners transpireren en ademen damp uit. Tijdens koken komt er wasem uit de pan, bij douchen hangt de badkamer vol damp, planten geven vocht af en ga zo maar door. Afhankelijk van de grootte van het huishouden komt gemiddeld per dag vijf tot negen liter en bij grote huishoudens en veel activiteiten tot vijftien liter vocht per dag in de woning (zie de tabellen 3.1, 3.2 en 3.3).

- Afvoerloze keukengeiser. Bij de verbranding van 1 m³ aardgas komt 1,3 liter water vrij. Wanneer de keukengeiser ook voor douchen wordt gebruikt, is

Tabel 3.3 Waterverbruik per dag

Deelgebruiken	Verbruik per keer in liters	Gebruiksfrequentie	Penetratiegraad	Gemiddeld watergebruik in liter per keer per dag
Bad	109,0	0,18	0,46	9,0
Douche	56,9	0,68	0,99	38,3
Wastafel	4,0	1,08	0,98	4,2
Toiletspoeling	6,7	5,80	1,00	39,0
Met de hand wassen	40,0	0,05	1,00	2,1
Machinaal wassen	97,0	0,28	0,94	25,5
Afwassen	7,7	0,64	1,00	4,9
Vaatwasser	25,0	0,21	0,17	0,9
Voedselbereiding	2,0			
Overig	8,2			
Totaal				134,1

Bron: Intech Special 1996, blz 48.

de vochtproductie in pieken erg hoog. Tijdens het gebruik van de geiser kan daarom het beste tijdelijk extra geventileerd worden.

- Was drogen in de woning. Wasgoed aan een rek tegen de deur van de badkamer of aan de trapleuning laten drogen brengt veel vocht in de woning. Een condenswasdroger blaast tijdens het drogen met vocht verzadigde lucht de ruimte in, waardoor veel vocht in de woning blijft. Na het drogen blijft stof achter. Was drogen op een kierdichte zolder kan op den duur funest zijn voor de dakconstructie. Een raam of ventilatiekanaal moet openstaan. Een wasdroger met afvoer naar buiten geeft geen vochtbelasting.
- Veel douchen. De badcultuur verandert: dagelijks douchen is een algemene gewoonte geworden en tweemaal daags douchen komt regelmatig voor. De ervaring leert dat vooral jongere kinderen en tieners graag veel en lang douchen. In veel woningen is de ventilatie hierop niet berekend. Wanneer de deur van de doucheruimte openstaat, zal vocht naar koude plaatsen trekken. Mede daardoor ontstaan schimmels vaak als eerste in een onverwarmde slaapkamer.
- Keukengebruik. De keukenkraan is het meest gebruikte tappunt in de woning. Door heet water voor de afwas komt er vocht in de woning. De vochtbelasting van koken is hoog, maar deze is afhankelijk van het gebruik van de afzuigkap en de tijdsduur van het koken.

Bouwvocht

Tijdens de bouw is bouwvocht in de woning gebracht: nat beton, stenen en stucwerk, opgenomen regenwater. Het duurt ongeveer twee jaar om dit bouwvocht kwijt te raken. Om deze reden treden schimmelproblemen ook in nieuwe woningen op, kort na het betrekken van de woning. Vanwege bouwvocht kan het evenwicht tussen vochtafvoer en toevoer eerder verstoord zijn. De woning droogt het snelst in de winter, als het verschil in luchtvochtigheid

tussen buiten en binnen het grootst is. De uitdrukking 'het vriest dat het kraakt' slaat op de grote krimp van hout bij vriesdroog weer. Hout kan erg veel vocht opnemen en weer afstaan. Voorwaarde voor snel drogen is ventileren en tegelijk verwarmen.

Regenwater

De omhulling van de woning moet goede bescherming bieden tegen het indringen van regenwater en sneeuw. Lekkages van regenwater en sneeuw zijn het gevolg van een onjuiste detaillering, beschadiging of degradatie van materialen. Bij overlast moet een lekkage zo snel mogelijk opgespoord worden, om materiaalschade en gezondheidsschade te voorkomen.

Grondvocht

Grondvocht kan zich door capillaire zuiging tegen de zwaartekracht in door een constructie verplaatsen. Dit zogenaamde optrekkende vocht verdampt in de woning en laat vaak kringvormige vlekken na, doordat vuil uit het water achterblijft op het verdampingsoppervlak.

3.2.5 Straling

Inleiding

We zijn omringd door straling: kosmische straling met ultrakorte tot lange golflengten, het aardmagnetisme, elektrische en magnetische straling, geladen deeltjes. Ook licht is straling. Gezondheidseffecten zijn er, hoewel de invloed van sommige stralingsbronnen op de gezondheid niet eenduidig zijn vastgesteld.

Licht

Licht is onmisbaar voor levensprocessen van de mens. Licht is belangrijk voor de aanmaak van een aantal hormonen en vitaminen. Momenteel wordt onderzocht of het gebruik van speciale lampen, in combinatie met inname van vitaminepreparaten, het geheugen van ouderen verbetert (Eindhoven, 2000). Licht kan helend werken bij ziekten als tuberculose en ook bij psychiatrische aandoeningen. Kunstlicht kan de gezondheidseffecten van daglicht niet vervangen, maar daglichtlampen met een lightspectrum dat het natuurlijke daglicht benadert, hebben een positieve uitwerking.

Door nieuwe isolerende glassoorten met metaalcoatings verschuift het daglichtspectrum in de woning, ten opzichte van enkel glas of gewoon dubbel glas. Voor mensen die aan huis gebonden zijn, kan UV-doorlatend kwartsglas compensatie bieden.

We brengen veel tijd binnen door en komen minder bewust in aanraking met het dag- en nachtritme en het ritme van de seizoenen. Van mensen die dicht bij de natuur leven is bekend, dat zij dit ritme als wezenlijk voor hun functio-



Daglicht

neren ervaren. Duisternis hoort ook bij het biologische ritme. Heldere straatverlichting kan het slapen hinderen. Daarom wordt er steeds meer naar gestreefd om straatverlichting alleen functioneel in te zetten: daar waar de verkeerssituatie om goed zicht vraagt en alleen wanneer het nodig is.

Te veel zon veroorzaakt verbranding van de huid of een teveel aan UV-straling, met huidkanker als toenemend probleem.

Elektromagnetische straling

Elektrische, magnetische en elektromagnetische straling komen overal in de natuur voor. Straling omringt ons voortdurend en we maken er deel van uit. Straling met te hoge intensiteit beïnvloedt

ons functioneren dermate sterk, dat door ontregeling ziekten kunnen ontstaan, zoals kanker (Taiwan National Cancer Registry for the years 1987-1992). Elektrische straling ontstaat als er een spanning aanwezig is. Magnetische straling ontstaat als er een stroom loopt. Bij wisselstroom verandert de straling afhankelijk van de frequentie. We spreken over een veld, als de golflengte lang en de frequentie laag is. We spreken over straling, als de golflengte klein en dus de frequentie hoog is. Hoogspanningsleidingen hebben een extreem lage frequentie (ELF). Telefonie en omroep kennen een lage frequentie. Radio, TV en de magnetronoven werken op een hoge (HF) tot ultrahoge frequentie (20 Hz – 200 MHz). Straling met hoge frequenties komt van radar, infrarood licht en bedieningsstralen, zichtbaar licht, röntgen en (andere) kosmische straling. De eerste berichten over gezondheidseffecten van elektromagnetische straling kwamen in 1972 uit Rusland, toen arbeiders, die onder sterke magnetische velden werkten, opvallend veel klaagden over hartproblemen, problemen met het zenuwstelsel, veranderingen in bloeddruk, herhaalde hoofdpijn, moeheid, stress en chronische depressie.

Door blootstelling aan velden of straling gaan op of in het lichaam elektrische stroompjes lopen. Bij een hoge dosis verandert de visuele gewaarwording en

ontstaan effecten op het zenuwstelsel (inclusief een stimulerend effect op de heling van botten), tot acute gevaren bij zeer hoge intensiteit, veroorzaakt door hartfibrillatie en hersenbeschadiging. Lage frequenties zouden prikkeling van zenuw- en spiercellen kunnen veroorzaken. Straling met hoge frequenties veroorzaakt opwarming van maximaal enkele centimeters van ons lichaamssweefsel, vergelijkbaar met het effect van zonnebaden. De ooglenz is erg gevoelig voor deze temperatuurstijging, omdat het oog niet doorbloed is en dus warmte niet kan afvoeren. De belasting door elektromagnetische straling, ook wel elektrosmog genoemd, neemt toe.

De Gezondheidsraad stelt dat er onvoldoende wetenschappelijke grond is om aan te kunnen tonen dat de langdurige blootstelling aan extreem laagfrequente velden (door hoogspanningsleidingen) nadelige effecten op de gezondheid veroorzaakt. De Gezondheidsraad erkent dat in diverse onderzoeken wel een relatie met leukemie en met hersentumor is aangetoond, maar deze onderzoeken betreffen kleine aantallen onderzochte personen en zijn moeilijk reproduceerbaar (Gezondheidsraad, 1992).

Volgens de Gezondheidsraad zijn er geen aanwijzingen dat zendmasten en draagbare telefoons gezondheidsrisico geven. De stralingsintensiteit van zendmasten zou te laag zijn, op de plaatsen die voor het publiek toegankelijk zijn. Door de Gezondheidsraad is toegegeven dat deze kennis op zeer beperkt onderzoeksmateriaal is gebaseerd. De Gezondheidsraad beveelt wel aan om de elektrische en magnetische veldsterkten te meten van seal-apparaten en van verwarmingsapparaten, zoals die door fysiotherapeuten worden gebruikt. Er zijn relaties gelegd tussen miskramen en langdurig werken aan beeldschermen: de toename van miskramen zou 75 tot 80% zijn bij vrouwen, die meer dan twintig uur per week aan een beeldscherm werken, ten opzichte van vrouwen die dit niet doen. Naar aanleiding daarvan wordt de suggestie gewekt dat dit een effect van laagfrequente straling is. Diverse factoren kunnen deze bevindingen verstoren. Bekend is dat beeldschermwerkers klachten hebben over spierpijn, RSI, geprikkelde ogen en huidklachten. De straling, waaraan beeldschermwerkers worden blootgesteld, is zeer divers: zowel laagfrequente straling (15-60 MHz), zeer lage frequenties (tot 20 kHz), radiogolven (100 kHz-300 MHz), microgolven en ook infrarode en ultraviolette straling. Tevens wordt zwakke ioniserende röntgenstraling uitgezonden. Dit spectrum komt in grote lijnen overeen met dat van mobiele telefoons. Welke straling zal een verstoring geven van de eigen lichamelijke elektromagnetische systemen?

Het gebrek aan wetenschappelijke onderzoeksresultaten leidt tot niet bewezen uitspraken. Zo zou benzoliet (een bepaald zout) in de meterkast de elektromagnetische straling van een werkplaats absorberen, waardoor er minder ziekteverzuim is (Van der Velden, 1996).

Ionen

De eerste luchtionen werden aan het einde van de negentiende eeuw ontdekt. Luchtionen worden gevormd door radioactiviteit, waterdruppels (water-vallen), sterke wind over landmassa's of kosmische straling. Na een moleculaire botsing blijft een positief of negatief geladen deeltje over, afhankelijk van het ionisatiepotentieel van de botsende deeltjes. Het aantal ionen en de meest voorkomende lading hangt samen met het weer en andere omgevingsfactoren. In vervuilde lucht komen minder negatief geladen ionen voor. Hoewel aangetoond is dat negatieve luchtionen micro-organismen kunnen doden, is de invloed van de ionenhuishouding op de gezondheid van bewoners tot nu toe onduidelijk.

Door natuurlijke straling ontstaan een tot drie ionen per cm^3/s . Daarnaast zijn er tijdelijke ionenpieken bij een onweersbui. Langs de kust kunnen fijne waterdruppels opgeladen worden door kosmische straling. De totale productie zou zeven tot twaalf ionen per cm^3/s zijn. De ionenlading van de lucht verandert door elektromagnetische straling in het binnenmilieu. Vanwege de veronderstelde invloed op de gezondheid werd in experimenten de ionenhuishouding gecorrigeerd, om de natuurlijke verdeling te herstellen. Dat gebeurde via het aanbrengen van geperste natuurlijke platen van kaliumzouten of via het plaatsen van een hoogspanningscorona. De kaliumzouten herstelden de ionenhuishouding. Kunstmatige luchtionisatie gaf neveneffecten, zoals oplading van aerosolen, waardoor stof bijeenclustert. De concentratieverdeling van luchtionen over de ruimte was bovendien erg scheef. Over onderzochte effecten is verder niets bekend (Chorny, 2000).

Radon

Radium is een radioactieve stof die gebonden is aan de bodem. Het komt vrij uit de bodem, maar ook uit bouwmaterialen, drinkwater en bij de verbranding van aardgas. Uit radium ontstaat radon (de isotoop ^{222}Rn), een radioactief gas dat door de gasvorm in de lucht en in de kruipruimte van woningen voorkomt (MVRM, 1994).

Radon heeft een halfwaardetijd van 3,8 dagen. Na verschillende vervalstadia (gevaarlijke producten zijn ^{218}Po , ^{214}Pb en ^{214}Bi) eindigt het gas in een stabiele fase als lood. Tijdens het natuurlijk verval kan een deeltje zich binden aan kleine stofdeeltjes, ingeademd worden en zich in de longen hechten, waar het de kans op het ontstaan van kanker vergroot. Personen met beschadigde longen (rokers) hebben een groter risico dan gezonde personen. RIVM raamt 100 tot 1.100 slachtoffers per jaar ten gevolge van longkanker waarbij radon een rol speelt. Er wordt gerekend met 800 slachtoffers per jaar.

Het gemiddelde radongehalte in Nederland is laag: 29 Bq/m^3 binnenlucht, met variaties (tot 60 Bq/m^3) naar bodemgesteldheid en vochtigheid. De snelheid waarmee radon vrijkomt uit de bodem is het hoogst voor kleigrond, het

laagst voor zandgrond en drassige veengebieden. Vanwege het schoorsteen-effect van de woning wordt lucht met radon uit de kruipruimte aangezogen. Verondersteld wordt dat de kruipruimte ongeveer 60% van de radonconcentratie in de woning veroorzaakt, 30% komt van bouwmaterialen, vooral beton, gips, cement en baksteen en materialen waarin industriële bijproducten zijn verwerkt zoals vliegash, fosfogips, nitrogips. De resterende bijdrage van hooguit 10% komt uit de buitenlucht, drinkwater en aardgas. Deze verhoudingen zijn echter sterk afhankelijk van de vloerafdichting en de ventilatiehuishouding van de woning (European Commission, COST-project, report 15). Het radongehalte van nieuwbouwwoningen vertoont een stijgende trend, vanwege de vermindering van de ventilatie.

De Europese Commissie stelt de volgende maximaal toelaatbare waarden:

- nieuwbouw 200 Bq/m³
- bestaande gebouwen 400 Bq/m³.

Deze waarden zijn hoog, vergeleken met de Nederlandse streefwaarde. Radon is een van de weinige verontreinigingen in het binnenmilieu, waarover onder wetenschappers grote overeenstemming bestaat voor wat betreft gezondheidseffecten in relatie tot blootstelling. In veel landen worden maatregelen genomen om de emissie uit kruipruimten te verminderen, ook in Nederland. Er zijn afspraken met verhuurders om in geval van woningverbetering, tevens de capaciteit van de kruipruimteventilatie te verhogen.

3.2.6 Geluid

De oorzaak van geluidhinder spitst zich toe op geluidsbronnen: van buiten en van burens, van installaties in de woning en (slechts in geringe mate) van medebewoners. Een belangrijke geluidsbron ligt bij de burens (zie tabel 3.4). Met name het toenemende klussen op zondag is voor velen een bron van ellende (De Volkskrant, 1999).

Bij een grote onderzoeksgroep van 4072 respondenten heeft De Jong in 1978 en in 1988 nagegaan welke hinder vaste installaties in de woning geven (De Jong, 1988). In woningen met mechanische ventilatie ondervindt 30% in meer of mindere mate hinder door het geluid ervan en naar schatting zo'n 10% zet de ventilator om die reden uit. De Jong geeft aan dat de cv-installatie door 28% van degenen die erover beschikken als hinderlijk wordt ervaren, de boiler en geiser in 13% van de gevallen. Leidingen voor aan- en afvoer van water leiden bij 25% van de respondenten tot hinder. De grote keukentoestellen leveren over het algemeen zeer veel hinder op (de afwasmachine zelfs bij 44% van de bezitters).

De verstandhouding tussen burens beïnvloedt de tolerantie voor hinder en omgekeerd veroorzaakt hinder een slechte verstandhouding. Daarmee wordt burenoverlast 'volksvijand nummer 1'. Luchtgeluiden (zoals blaffen van een hond) zullen in 70% van de woningen nog worden gehoord, ook als de wo-

Tabel 3.4 Geluidsoverlast van burelen (in procenten van het totaal aantal respondenten)

Slaande deuren	29
Loopgeluiden	26
Radio, stereo, tv	27
Waterleiding/afvoer	19
Wasmachine/centrifuge	6
Stofzuiger	6

Bron: Gezondheidsraad, 1993

ningen aan de geluidsisolatie-eisen voldoen. In 20% van de gevallen zullen deze geluiden van de burelen ook hinder geven. Bij contactgeluiden (slaande deuren, traplopen) schat men 10% gehinderden als de burelen een zachte bekleding op de trap hebben tot 40% gehinderden bij een onbeklede trap of een harde bekleding (Van Dongen, 1993).

3.2.7 Inbraak

Veel inbraken worden gepleegd door gelegenheidsdieven. Deze voelen zich uitgenodigd tot hun vergrijp bij openstaande ramen of deuren, maar ook bij hang- en sluitwerk dat gemakkelijk te forceren is en toegangsdeuren die 's nachts slecht verlicht zijn. De sociale controle mogelijkheden hebben invloed op de inbraakfrequentie van een woning

In januari 1999 zijn in het Bouwbesluit eisen van kracht geworden ten aanzien van inbraakwerendheid van nieuwe woningen. De politie werkt preventief aan voorlichting en advieswerk. Op woningniveau hanteert men het Politiekeurmerk Veilig Wonen. Op buurtniveau wordt een hoog kwaliteitsniveau van preventieve maatregelen tegen inbraak beloond met het predikaat 'Aktie Buurtpreventie'. Deze keurmerken zijn ook opgenomen in de integrale Woonkeur.

3.3 Chemische bronnen

3.3.1 Inleiding

Bij chemische verbindingen denken we aan emissies van verbrandingstoestellen, emissies van bouwmaterialen, deeltjes uit loden waterleidingen, damp van lijmen en verven, bekledingsmaterialen en schoonmaakartikelen. De besmettingsweg gaat vooral via inademing. Belangrijke chemische agentia in het binnenmilieu en hun potentiële gezondheidseffecten staan in tabel 3.5.

3.3.2 Kooldioxide (CO₂)

Kooldioxide is geen vervuילende stof, maar wordt gebruikt als tracergas. De CO₂-concentratie van ruimten, waarin mensen verblijven, is een goede graadmeter voor het effectieve ventilatievoud en daarmee ook van de overige (niet gemeten) verontreinigingen van het binnenmilieu, die door mensen wordt veroorzaakt, zoals stank. De CO₂-productie is ongeveer 18 l/uur per persoon. Deze (ongeveer) halve m³ CO₂ per persoon per dag moet worden weggeventileerd met 25 m³ verse lucht per uur om een concentratie van 1.000 ppm te

Tabel 3.5 Chemische agentia in huis

Agens	Potentiële effecten
Stikstofdioxide (NO ₂)	veranderde longfunctie verminderde afweer longstelsel
Koolmonoxide (CO)	verminderd uithoudingsvermogen bij zware fysieke inspanning, verlaagd geboortegewicht
Benzeen	carcinogeen, aantasting van functioneren beenmerg
Fijn stof (respirabel, PM ₁₀)	verandering longfunctie, respiratoire aandoeningen, verergering astma, sterfte hart- en vaatziekte
Formaldehyde (HCHO)	carcinogeen, sensibiliserend, irriterend luchtwegklachten
Asbest	carcinogeen
Radon	carcinogeen

behouden (buiten 350 ppm).

Er zijn statistisch significante relaties vastgesteld tussen een hoog CO₂-gehalte en toename van keelklachten, neusirritaties, benauwdheid, gevoelige slijmvliezen en piepende ademhaling. Als de normventilatiehoeveelheden worden verhoogd, nemen de symptomen af. Verondersteld wordt dat er 70% tot 85% vermindering van klachten zal optreden bij een zodanige verhoging van de ventilatie dat het CO₂-gehalte de concentratie in de buitenlucht benadert.

3.3.3 Stikstofdioxide (NO₂)

Stikstofdioxide en andere NO_x-verbindingen komen met name uit verbranding van fossiele brandstoffen: olie, aardgas en vooral hout en kolen. De concentratie wordt in de meeste woningen beïnvloed door de afvoerloze geiser en het kooktoestel, soms ook door afvoerloze gaskacheltjes of olikachels. Drukke verkeerswegen en industriële bedrijvigheid veroorzaken een hogere belasting in de buitenlucht, maar veroorzaken geen hoge pieken. Als in een ruimte geen verbranding plaatsvindt (geen kooktoestel of geiser), dan is de concentratie niet hoger en meestal zelfs lager dan in de buitenlucht. Meubels en stoffering absorberen stikstofdioxide.

Aandoeningen beginnen met oogirritatie. Bij lage concentraties is sprake van verminderde afweer tegen bacteriële luchtweginfecties. Hogere concentraties hebben invloed op de ademhalingsorganen, allereerst bij kleine kinderen. De piekblootstelling (ook van korte duur) is van belang, niet zozeer de gemiddelde blootstelling. Dit impliceert dat met name het gebruik van de gasgestookte oven een groot risico geeft. De relatie tussen gemiddelde blootstellingsniveaus en astmaverschijnselen is niet eenduidig aangetoond. Wel is vastgesteld dat jonge vrouwen, die op gas koken, in vergelijking met hun partner meer problemen hebben met longen en ademhaling.

De maximaal aanvaarde concentratie (MAC-waarde) van NO₂ is 2 ppm of 4000 microgram/m³ (blootstelling in werksituatie, dus acht uur per dag, 40 uur per week). Ter vergelijking: de reukgrens is 5 ppm. De grenswaarde in de werksituatie is 0,08 ppm of 150 microgram/m³. In de VS wordt twee derde daarvan als advieswaarde voor het jaargemiddelde gegeven, maar dan geldend voor de buitenlucht. Voor de binnenlucht zijn geen normen beschikbaar. Uit praktijkonderzoek komen weekgemiddelden in de woonkamer voor van 29 tot 60 microgram/m³. In een zeer rokerige ruimte kan het NO₂-gehalte met 5 micro-

gram/m³ toenemen, zodat roken geen belangrijke bron is van deze vervuiling (Farrar, 2000).

3.3.4 Koolmonoxide (CO)

Koolmonoxide ontstaat bij de onvolledige verbranding van brandstof: in de verwarmingsketel, de gashaard, het gasfornuis, de keukengeiser, maar ook bij roken van tabak. Bij terugslag uit de verwarmingsketel en ingeval van een afvoerloze geiser kan koolmonoxide in de woning komen. Ook vormen vervuilde kooktoestellen een belangrijke vervuillingsbron. Bij koken kan CO vrijkomen, zelfs bij elektrisch koken. We moeten dan denken aan de vorming van CO bij sterke verhitting van olie of voedsel. De grootste piek zal optreden bij het gebruik van de gasgestookte oven.

Extra ventilatie verbetert de situatie relatief weinig, omdat het ontwerp van afzuigkappen en wasemkappen niet zodanig is dat bij een hoger ventilatievoud de effectiviteit navenant toeneemt.

Koolmonoxide gaat een gretige verbinding aan met rode bloedlichaampjes, waardoor bijna alle ingeademde CO in het bloed terecht komt. Vergiftiging geeft verschijnselen als hoofdpijn, vergeetachtigheid, concentratieverlies, misselijkheid, vermoeidheid, prikkelbaarheid. Bij hoge concentraties ontstaat bewusteloosheid, tot de verstikkingsdood intreedt.

De MAC-waarde in de werksituatie (40 uur per week) is 25 ppm. Onderzoekers stellen 9 ppm als grenswaarde bij een gemiddelde van acht uur. Een grenswaarde bij permanente blootstelling (bijv. van aan huis gebonden ouderen) is niet gegeven. CO-vergiftiging kan gemeten worden door de arts, die het COHb-gehalte in het bloed meet. Vanaf een concentratie van 3,3% in het bloed beginnen vergiftigingsverschijnselen op te treden. Door roken kan het koolmonoxidegehalte in het bloed toenemen van normaal 0,5% tot 10%. Verrassend is dat bij rokers vergiftigingsverschijnselen pas bij een hogere concentratie dan 3,3% optreden. Rokers zijn kennelijk gewend aan het permanent hoge COHb-gehalte (Flöckiger e.a., 2000).

3.3.5 Benzeen (C₆H₆)

Benzeen is een snel verdampende stof die in de woning met name vrijkomt door het roken van tabak. Het roken van slechts een sigaret leidt tot een hoeveelheid benzeen van 4,2 microgram. Het behoort tot de vluchtige, aromatische koolwaterstoffen (Haas, 1996). Gemotoriseerd verkeer is de voornaamste bron in de buitenlucht. Door onvolledige verbranding in koude motoren direct na het starten komt veel benzeen vrij, maar ook rijdend verkeer produceert benzeen. Bij drukke verkeerspunten, in parkeergarages en bij benzinstations komen concentraties tot maximaal 50 µ/m³ voor (Haas, 1997).

Benzeen is giftig voor bloed en bloedvormende weefsels. Bij langdurige bloot-

stelling wordt een verhoogd risico op het krijgen van leukemie (bloedkanker) vastgesteld (Haas, 1997, Grassmann e.a. 1994). Daarnaast kan benzeen duizeligheid en irritatie aan de ogen en ademhalingsproblemen veroorzaken.

De gemiddelde buitenluchtconcentratie is in Nederland 1 tot 4 μm^3 . In grote Nederlandse steden worden concentraties van gemiddeld 6 μm^3 gemeten tot maximaal 12 μm^3 (Van den Anker, 1993, Op 't Veld, 1998).

De MAC-waarde voor benzeen is 10 ppm ofwel 30 μm^3 (tabel 9). De referentiewaarde voor een gezond binnenmilieu is 10 μm^3 . De gemiddelde concentratie in Nederlandse woningen bedraagt volgens Haas 5 tot 7 μm^3 (1996). Het RIVM (1997) meldt dat 60.000 Nederlanders blootstaan aan overschrijdingen van de richtwaarde van 5 μm^3 voor het jaargemiddelde, terwijl in 150.000 woningen schadelijke concentraties voorkomen, het roken buiten beschouwing gelaten. De totale benzeenemissie is sinds 1985 met bijna 30% afgenomen, mede door verlagend van benzeenconcentraties in brandstoffen.

3.3.6 Andere vluchtige organische verbindingen

Open haarden, 'allesbranders' en barbecues

Een onderschatte bron van luchtverontreiniging in woningen wordt gevormd door open haarden en allesbranders, die in een kleine 10% van de woningen aanwezig zijn. Bij slecht stookgedrag en bij ongunstige weersomstandigheden (inversie, mist) en bij een zekere onderdruk in kierdichte woningen, worden gemakkelijk grenswaarden overschreden voor benzo(a)pyreen (tien maal) en voor benzeen (soms). Dit geldt niet alleen voor de eigen woning, maar ook in buurwoningen.

Barbecues vervuilen de buitenlucht en kunnen bij burens met luchtwegandoeningen overlast geven.

In de woning kunnen vele soorten vluchtige organische verbindingen (VOV's) voorkomen. Bronnen zijn onder andere haarlak, schoonmaakmiddelen, bouwmaterialen, verven en lakken. Vluchtige organische verbindingen kunnen worden ingedeeld naar het diffusietype en het emissietype. Formaldehyde, acetaldehyde, styrenen, freon zijn van het diffusietype en het betreft toevoegingen aan vaste en bewerkte bouwproducten, die niet reageren met andere materialen. Deze stoffen komen langzaam vrij over een lange periode. De belangrijkste remedie tegen deze materialen is het vermijden van het gebruik. Onder het emissietype vallen stoffen in vloeistoffen, zoals toluen, ethylbenzeen en hexaan als oplosmiddelen in verf en lijm. De emissies komen in een korte periode vrij na het gebruik ervan. Het is belangrijk om voor bouwvakkers goede arbeidsomstandigheden te creëren om hun blootstelling te verminderen. De emissies komen in de eerste weken na het gebruik, het aanbrengen of het opleveren van een woning vrij. Goede ventilatie tijdens de bouw en enige tijd na de oplevering is een belangrijke remedie. De emissie-

snelheid hangt samen met het kookpunt van de stof en ook van de fysische omstandigheden in de woning. Reuk levert een belangrijke indicatie van de concentratie van de stof, maar dat geldt niet voor iedere stof, bijvoorbeeld niet voor ethylbenzeen.

De gezondheidsschade wordt wel vergeleken met de schade door passief roken, met name door de giftige verbindingen. Tal van stoffen geven stank, oog-, huid- en slijmvliesirritatie en hoofdpijn. Allergische reacties en huiduitslag komen ook voor. Bij een vergelijking van verfsoorten met veel en weinig oplosmiddelen, gaven de oplosmiddelen de meeste klachten. Formaldehyde was de irriterendste stof.

De concentratie van VOV's binnen is over het algemeen hoger dan buiten, zelfs in industriegebieden. Zweers e.a. (1990) stellen dat concentraties tot $660 \mu\text{m}^3$ geen ziekterisico geven. Tussen 200 en $660 \mu\text{m}^3$ zal een persoon echter klachten vertonen, als hij na elkaar aan verschillende verontreinigingen wordt blootgesteld. De grenswaarde voor een cocktail van verbindingen is $300 \mu\text{m}^3$, de richtwaarde bij een 24-uurs blootstelling $160 \mu\text{m}^3$, de advieswaarden variëren van 20 tot $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor de afzonderlijke stoffen.

3.3.7 Formaldehyde (HCHO)

Formaldehyde is een bestanddeel van veelgebruikte lijmsorten en komt voor in heel veel bouwmaterialen en meubilair, zoals spaanplaat, isolatiematerialen, vloerbedekking en in nieuwe gordijnstoffen. De wijk Kleinpolder in Nieuwerkerk aan den IJssel werd bekend om de grote hoeveelheid formaline in het grondwater, dat zich na verdamping als formaldehyde door de woningen verspreidde (Wegener, 1995). De formaldehyde-emissie kan toenemen als de materialen vochtig en/of warm worden. Andersen berekende 10% toename van de formaldehyde-emissie in een kantoorgebouw per graad stijging van de luchttemperatuur (Andersen, 1975). Formaldehyde komt ook vrij uit tabaksrook. Formaldehyde heeft een scherpe hooiachtige geur en veroorzaakt oogirritaties en irritatie van de bovenste luchtwegen. Klachten over een te droge huid en eczeem kunnen door formaldehyde veroorzaakt worden, evenals geheugen- en concentratieproblemen, bij hoge concentraties. Hoofdpijnklaarten treden op bij 25 maal de grenswaarde. Bewoners die gesensibiliseerd zijn, kunnen reeds bij zeer lage concentraties last krijgen.

Formaldehyde kan aanzetten tot inwendige eNO-productie bij gezonde kinderen, waarmee het vermoeden ontstaat, dat formaldehyde immuniteitsreacties kan veroorzaken en mogelijk ook kan aanzetten tot aantasting van diepere luchtwegen.

In Nederland lijdt ongeveer 5% van de astmapatiënten aan allergie voor formaldehyde. De gevolgen van een dergelijke allergie zijn ingrijpend: ernstige benauwdheid, continu hoesten, zware astma- en bronchitisaanvallen. Tegen die heftige reacties van de luchtwegen zijn bestaande medicijnen niet toerei-

kend (Copius Peereboom, 1994).

De MAC-waarde is 1 ppm (acht uur per dag, 40 uur per week). De geurdrempel is afhankelijk van geurvermogen en varieert van 5 tot 10 ppm. Deze waarde kan worden bereikt als veel wordt gerookt in een matig geventileerde kamer.

3.3.8 Cocktails van stoffen

De consument koopt meubels, inrichtingsmaterialen en schoonmaakmiddelen met milieubelastende stoffen. Voorbeelden zijn:

- Combinaties van aerosolen uit wasdrogers, schoonmaakmiddelen en emissies van kantoorapparatuur (printer en copier in het thuishkantoor).
- Formaldehyde en VOV's uit vloerbedekking (laminaat), gordijnstoffen (de 'pap') en meubels (geschuimd materiaal).
- Emissies in combinatie met sigarettenrook en allergenen van huisdieren.

Organische verbindingen kunnen stinken of irriteren en van sommige verbindingen is aangetoond dat deze leukemie kunnen veroorzaken.

Geuren

Met name platte daken vormen bij warm en windstil weer een verzamelbak van rioolgassen, rookgassen, kooklucht en andere woonluchtjes uit ventilatiekappen. Bij gebalanceerde ventilatie wordt deze 'verse' lucht van het dak aangezogen. Naarmate gebalanceerde ventilatie op grotere schaal wordt toegepast, nemen klachten over geuroverlast toe.

3.3.9 Ozon

Ozon of O₃ komt vooral van buiten. Ozon is zeer reactief en gaat verbindingen aan met vaste materialen en met andere gassen. Ook wordt ozon door materialen geabsorbeerd. De reacties met gassen zoals VOV's spelen een geringe rol. Vanwege de verbinding met andere stoffen is de concentratie binnenshuis lager dan buiten. De reacties met ozon duiden erop dat secundaire verbindingen een rol kunnen spelen bij binnenluchtvervuiling en dat de initiële emissie uit bouwproducten (waarop deze producten soms getest zijn) op termijn plaatsmaakt voor secundaire emissies. Ozon veroorzaakt rhinitis (Knudsen, 2000).

3.3.10 PVC

Over de rol van PVC en met name de weekmakers in PVC in het ontstaan van astma en andere ademhalingsproblemen is inmiddels meer bekend. Mono(2-ethylhexyl) phtalaat (MEHP), een hydrolyseproduct van Di-(2-ethylhexyl) phtalaat (DEHP), zou de kans op longontsteking kunnen verhogen. DEHP zou als aerosol, gebonden aan kleine stofdeeltjes, in de longen kunnen binnen-

dringen. De resultaten van onderzoek geven aanleiding tot voorzichtige beoordeling van de toepassing van (zachte) plastics bij de woninginrichting. Hierbij valt te denken aan vinyl wandbekleding en vloerbedekking, douche-gordijnen en natuurlijk ook plastic speelgoed van de kinderen. (Verse) betonnen vloeren en wanden met een verhoogde dampemissie en hoge PH (sterk zepig) kunnen weekmakers uit PVC losmaken en bepaalde alcoholen vormen (hexanal, pentanal, nonanal en decanal, 2-ethyl-1-hexanol, aliphatisch alcohol D, aceton en 1,1,1 trichloroethaan), die stinken en irriteren. Ook is aangetoond dat vers beton een reactie aangaat met lijmen van de vloerbedekking en aanzet tot het vormen van koolwaterstoffen die stinken en soms irritaties kunnen geven (Jaakkola, 2000; Offerman, 2000; Sjoberg, 2000).

3.3.11 Huid aantastende stoffen

Bij woningbouw worden veel stoffen toegepast, die de huid kunnen irriteren. Veel onderzoek is gedaan naar de invloed van arbeidsomstandigheden op huidaandoeningen. De resultaten zijn ook voor klussers van belang (tabel 3.6). Om de hoeveelheid vluchtige organische verbindingen in verfstoffen te beperken, worden onder meer watergedragen verven gebruikt. In watergedragen verf worden biociden toegevoegd, om schimmelvorming tijdens transport en opslag te voorkomen. Formaldehyde en verbindingen met onder andere chloor, methyl en isothiazoline zijn typische toevoegingen voor betere houdbaarheid. Formaldehyde is een irritant allergeen, isothiazoline een contactallergeen, dat echter ook via de lucht een reactie kan geven. Over de concentraties na een schilderbeurt binnenshuis en over de gezondheidseffecten is nog weinig bekend (Horn, 2000).

3.4 Fijn stof

3.4.1 Inleiding

Fijn stof is bijna altijd een door de mens veroorzaakte verontreiniging, van kachels en haarden, dieselmotoren, laserprinters en kopieerapparaten. In de buitenlucht van steden is het autoverkeer de belangrijkste bron. In woningen waarin gerookt wordt, kan tabaksrook de belangrijkste bron vormen. Stof komt van stofzuigen, koken, de was drogen, maar ook van gras maaien of tui-nieren onder bepaalde weers- en groeiomstandigheden. Alleen al bij het uit-een aankleden wordt veel fijn stof in de lucht gebracht en de samenstelling van het stof kan daarmee voor enkele uren in hoge mate worden beïnvloed.

Voorbeelden van case studies waarin de binnen-buitenrelatie een rol speelt en waarin is gekeken naar specifieke gezondheidseffecten zijn onderzoeken

Tabel 3.6 Huidaantasting bij klussen in huis

Kluswerk	Stoffen waarvoor men allergisch kan worden	Stoffen in de bouw die de huid kunnen irriteren
Betonreparatie	epoxyharsen en de componenten ervan	componenten van epoxykunststoffen
Dakherstel	epoxy kunsthars	schoonmaakmiddelen teer (in combinatie met zonlicht) oplosmiddelen, bitumen, glaswol componenten van epoxy kunsthars
Metselen, stukadoren en tegelzetten	cement (chromium, kobalt) rubber (handschoenen) leer (handschoenen) lijmsoorten	cement ontkistingsolie houtconserveringsmiddelen schoonmaakmiddelen
Kunstharsen	onderlaag (tegels)	schoonmaakmiddelen
Schilderen	chromaat (in verf) kobalt (in verf) kleurstoffen in behangselpapier kunststoflijmen conserveermiddelen in lijm (o.m. formaldehyde) terpentijn epoxyverven	thinner, terpentine andere oplosmiddelen schoonmaakmiddelen glaswol
Timmeren	tropische houtsoorten kunststoflijmen rubber (ook handschoenen) leer (ook handschoenen) houtimpregneermiddelen	schoonmaakmiddelen glaswol/steenwol

Bron: Joost 1982 (bewerkt)

in de regio Haarlem (gebaseerd op 1.485 ingevulde vragenlijsten) en in Berlijn (circa 800 respondenten).

In Haarlem en omgeving was de vraag of wonen langs een drukke verkeersweg nadelige gevolgen heeft voor de gezondheid. Gebleken is dat 33% van de volwassenen die langs drukke wegen woonden (van de 672 respondenten) regelmatig tot vaak geluidhinder daardoor ondervinden (vier keer zoveel als in de controlegroep); 16% ondervindt hinder van stof- en roetdeeltjes (versus 5% in de controlegroep). Het symptoom kortademigheid werd 30% vaker gerapporteerd bij de volwassenen langs de drukke wegen. Bij ouderen (60-75 jaar) in die situatie bleken aandoeningen en klachten van algemene aard consistent meer voor te komen. Bij kinderen bleken vooral de symptomen piepende ademhaling en ervaren van kortademigheid met piepen significant vaker op te treden in (niet vochtiger zijnde) woningen langs drukke wegen (bij resp. 17% en 10% versus 7% en 4%). Ook gebruiken tweemaal zoveel kinderen medicijnen voor longen of luchtwegen (27% versus 13%). Uit het onderzoek in Berlijn bleek dat het aantal dagen dat kinderen last hebben van acute problemen met ademhalingsorganen samenhangt met de situering van

(flat)woningen ten opzichte van drukke verkeerswegen. Een sterkere blootstelling van de woning aan de wind, het aantal ramen in de kinderkamer (meer klachten bij meer dan één raam), slechte regelbaarheid van de radiatoren, tocht, het ontbreken van de mogelijkheden voor zogenaamde dwarsventilatie en het stofzuigen zonder daarvoor te dweilen. Daarnaast wordt ook gezocht naar de invloed van voeding op de schrikbarende groei van allergiepatiënten. Er is behoefte aan degelijke epidemiologische onderzoeken.

De invloed van fijn stof op de gezondheid is nog niet goed bekend. Het is niet mogelijk om alle samenstellende delen te identificeren, laat staan dat de bijdrage aan de totale stofconcentratie kan worden vastgesteld. Stone en Donaldson suggereren dat macrofagen in de long minder goed in staat zijn om fijn stof te verwijderen dan de grotere stofdeeltjes. Zij leggen ook een verband tussen fijn stof en hart- en vaatziekten. Binnenmilieuspecialisten bevestigen dat er zowel een aantoonbaar als subjectief ervaren gezondheidsverbetering optreedt na het verwijderen van bronnen van fijn stof.

Fijn stof kan worden benaderd vanuit aantallen stofdeeltjes en het gewicht aan deeltjes. In aantallen komen de kleinste deeltjes het meest voor. Indeling naar volume of gewicht komt in grote lijnen overeen. Over het algemeen wordt een indeling naar PM 10 en PM 2,5 gehanteerd (Particulate matter 10 microgram/m³ of 2,5 microgram/m³ lucht). Het meten van stof helpt in de praktijk alleen om stofbronnen aan te wijzen en niet om de aard van de verontreiniging te bepalen (Morawska, 2000).

3.4.2 Tabaksrook

De gezondheidseffecten voor de actieve rokers zijn naast longkanker ook hart- en vaatziekten en bronchitis. Het risico voor rokers om longkanker te krijgen door radon is tien keer zo groot als voor niet-rokers. Van iedereen die longkanker krijgt, heeft 90% gerookt. Longkanker zou in 3% van de gevallen toe te schrijven zijn aan passief roken. Personen die passief meeroken met rokende huisgenoten lopen een 35% tot 50 % hoger risico op de ziekten die rokers kunnen oplopen, ten opzichte van niet rokers (Kankerbestrijding, 1998). Klachten van meerokers zijn stank, prikkeling van de slijmvliezen, oogirritaties, hoofdpijn, sufheid, hoesten en ook allergische reacties. CARA-patiënten zijn extra gevoelig voor tabaksrook. Douwes et al. (1993) stellen de oorzaak-gevolgrelatie scherper: 90% van de gevallen van longkanker moet aan roken worden toegeschreven. Het aandeel van de luchtverontreiniging buiten op longkanker is nog onduidelijk (Kankerbestrijding, 1998). De blootstelling aan asbest, aan radon en irritantia zoals formaldehyde spelen een rol. Roken is de belangrijkste oorzaak van COPD. Kinderen van rokende ouders hebben 20 tot 30% vaker luchtwegklachten (Van Bronswijk, 1997). In de afgelopen twintig jaar is het aantal mensen met COPD met 85% toegenomen. Als

een COPD eenmaal is ontwikkeld, kunnen verschillende oorzaken leiden tot een vermindering van de ademcapaciteit van een patiënt. Niet roken is voor ieder de beste remedie.

Naar tabaksrook is zeer veel onderzoek gedaan. Er zijn dan ook enkele dui-zenden chemische verbindingen gelokaliseerd, waaronder 43 kankerverwekkende stoffen. De vijf stoffen, die vanwege de hoge concentratie belangrijk worden geacht, zijn koolmonoxide, nicotine, formaldehyde, benzeen en nitrosaminen. Koolmonoxide en nicotine zijn giftig, benzeen en nitrosaminen zijn kankerverwekkend.

Over het algemeen wordt gesteld dat bij roken de ventilatie verdubbeld moet worden: per sigaret een ventilatiehoeveelheid van 50 m³. Om geurhinder te vermijden is zelfs 120 m³ per sigaret nodig.

3.4.3 Asbest

Asbest is de verzamelnaam voor een aantal in de natuur voorkomende mineralen, die zijn opgebouwd uit kleine vezels. Asbest is goed bestand tegen zuren, logen en hoge temperaturen en is goedkoop. Vandaar dat de vezels op grote schaal zijn toegepast in vloerbedekking, remvoeringen, afdichtingen, isolaties, als wapening in de cementindustrie en in brandwerende producten. Jaarlijks overlijden in Nederland ongeveer zeshonderd mensen ten gevolge van de voornamelijk beroepsmatige blootstelling aan asbest. Al sinds de jaren vijftig wist men dat asbest bij inademing in de longen vastgehaakt kan blijven zitten en het ontstaan van tumoren kan bevorderen. Pas in 1978 werd het eerste verbod van kracht, namelijk voor het toepassen als gespoten brandwerende bekleding. Producten waarin asbest in losgebonden vorm is verwerkt (zachte isolatieplaten, filtermateriaal, asbestkarton onder vloerbedekking, asbestkoord) zijn vanaf 1983 verboden. De beroepsmatige toepassing en verkoop van asbest werd pas in 1993 verboden, toen bleek dat eerdere maatregelen te weinig effect sorteerden. Het Asbestverwijderingsbesluit is per maart 1994 in de Model Bouwverordening opgenomen.

In het algemeen geldt dat hechtgebonden asbestbevattende materialen in de woning geen risico's veroorzaken, zolang deze niet worden bewerkt of verwijderd. Losgebonden en niet afgeschermd asbestbevattende materialen veroorzaken wel risico's. Voor asbest in de lucht gelden verschillende normen: in arbeidssituaties en daarbuiten. Niet iedere asbestsoort geeft een hoog risico. Het onderscheid naar soorten dient men bij voorkeur aan een gecertificeerd laboratorium over te laten.

Hoewel negatieve effecten nog niet duidelijk zijn aangetoond, neemt de zorg over minerale vezelstoffen toe (MMMF). We denken hierbij aan het vrijkomen van fijn stof van glaswol- of steenwolisolatie.

3.5 Biologische agentia

3.5.1 Inleiding

Biologische agentia komen van groeiende organismen zoals planten en dieren. Schimmels brengen microbiologische vluchtige organische verbindingen in de lucht als ze groeien. Als schimmels niet kunnen overleven, dan worden giftige stoffen en sporen gevormd, bij wijze van overlevingsreactie. Ratten, muizen, vogels en huisdieren, maar ook insecten en mijten brengen stof, geuren, allergenen en allerlei ziektekiemen in de woning. Kamerplanten kunnen giftig zijn en het stuifmeel kan een reactie veroorzaken. Mensen dragen stoffen, geuren en ziektekiemen bij zich (tabel 3.7).

3.5.2 Schimmels

Schimmelsporen zijn overal aanwezig. De ontkieming ervan hangt samen met hoge vochtigheid, een geschikte temperatuur en een geschikte voedingsbodem. In Nederland is naar schatting in 20% van de woningen schimmelgroei zichtbaar. Ook in moderne woningen blijven de vocht- en dus ook de schimmelrisico's groot. De ziektebeelden die men in verband brengt met schimmels zijn: vermoeidheid, hoofdpijn, concentratieproblemen, verstopte neus, jeukende ogen, branderige huid, heesheid en hoesten, astmatische bronchitis en regelmatig optredende infecties van luchtwegen, zoals sinusitis.

Schimmelgroei hangt vooral samen met de vochtigheidsgraad. Op de meeste plaatsen is er genoeg voeding, maar sommige materialen zijn gunstiger als voedingsbodem: verflagen op waterbasis, papierbehang, zachte kitvoegen, hout. Dat zijn materialen met organisch materiaal en bij voorkeur wat stikstof en mineralen. De structuur speelt ook een rol. Gladde en waterdichte of waterafstotende lagen zijn minder aantrekkelijk, mede doordat deze lagen beter schoon te houden zijn. Als materialen zoals beton of minerale wol vervuilen door lekwater, dan kunnen ook daarop schimmels groeien.

De meest bekende soorten zijn streptomycetaceae, *Aspergillus versicolor*, *Aspergillus ustus*, *Chaetomium* spp., *Cladosporium sphaerospermum*, *Penicillium chrysogenum*, *Stachybotrys chartarum*, *Trichoderma harzianum* en *Ulocladium* spp. Bij proefnemingen

Tabel 3.7 Grenswaarden voor biologische agentia in gebouwen

Agens	hygiënische waarde
Micro-organismen in de lucht	< 500 kve/m ³
Stoffes met diameter < 3,5 micrometer	< 40 µg/m ³
Schimmelproducten in de lucht	< 2 nanogram/m ³
Bacterietoxinen in de lucht	< 100 nanogram/m ³
Mijten in vloerbedekking	< 10/g stof
Mijten in bed of meubilair	< 100/g stof
Ratten/muizen	geen
Kakkerlakken	geen
Bacteriën in drinkwater	< 1000/ml

Bron: Bronswijk, 1998



Veel voorkomende schimmels in huis

op proefstukken van (schone) materialen in het laboratorium werd vastgesteld, dat tot 70% relatieve vochtigheid geen groei zichtbaar was. Bij 80% was groei zichtbaar op behangselpapier en ruw vurenhout. Bij 90% groeide *Aspergillus* en *Penicillium* over grote oppervlakken van tal van materialen, behalve op gipsplaat en beton, al dan niet geschilderd. *Ulocladium*, *Cladosporium*, *Stachybotrys* en *Trichoderma* zijn schimmels die typisch in verband staan met waterlekkege en langdurige condensatie.

De vochtigheidsgraad van 70 tot 75% wordt redelijk gemakkelijk bereikt op koude constructiedelen binnen de woning, maar komt overal voor op plaatsen die regelmatig nat spatten.

Onderzoek naar het effect van schimmelsporen op de gezondheid leidt tot verschillende conclusies. Strachan ontdekte dat van negen onderzochte schimmelsoorten alleen een groep mycelia sterilia bij kinderen aanleiding geven tot piepende ademhaling. Bjorneson stelde een relatie tussen astmatische reacties en bacteriën vast, maar niet tussen astmatische reacties en schimmels. Verhoeff vond geen verband tussen schimmels in huis en ademhalingsproblemen. Seuri (2000) stelde vast dat de gezondheidsreacties eerder samenhangen met microben dan met zichtbare vocht- en schimmelproblemen in woningen. Een Australisch onderzoek lijkt deze verschillende bevindingen te verklaren. In de winter was de blootstelling aan bepaalde schimmels een risicofactor, maar men vond geen verband tussen levensvatbare en dode schimmelsporen en gezondheid. Daarom lijkt het erop dat het type schimmel en niet het aantal rondzwevende sporen van belang is voor de gezondheid. Bovendien kan per persoon de gevoeligheid voor schimmelsoorten weer verschillend zijn.

In een Fins onderzoek (Nielsen, 2000) kwam men tot de bevinding dat verschillende actinomycetes en schimmels uit vochtige gebouwen niet-gedefinieerde veranderingen in DNA-structuur veroorzaakten, waardoor een relatie wordt gelegd met het risico van kankervorming.

Er is reden tot bezorgdheid, zonder veel houvast in het beoordelen van de betekenis van de vele micro-organismen in de woning (Seuri, 2000).

3.5.3 Mijten, vochtminnende beestjes

Vochtminnende diertjes, zoals pissebedden en zilvertisjes, verlangen een donkere en vochtige omgeving, waar niet te veel luchtcirculatie is. Ze vinden

een ideale leefomgeving achter plinten, onder drempels en in keukenkastjes. Meestal gaat het om plaatselijke vochtproblemen, maar bij grote verspreiding en grote aantallen zou de gehele woning te vochtig kunnen zijn (zie schema 3.1). De diertjes zijn zelf niet schadelijk, maar hun huidschilfers, uitwerpselen en dode lichamen wel: na verdroging en vertering komen kleine deeltjes in de lucht en dit microstof wordt ingeademd. Het organisch celmateriaal kan allergische reacties veroorzaken.

Mijten bevinden zich in huisstof, zoals in matrassen, harige vloerbedekking en stofnesten. De uitwerpselen produceren de stof guanine die allergische reacties kan veroorzaken. Irriterende stoffen kunnen ook door ander onge-dierte worden geproduceerd, zoals zilverslijes en kakkerlakken. Uit hout komen soms bijtende beestjes, de stroleomieten.

De huisstofmijt is een klein, half doorzichtig beestje, dat net niet met het blote oog zichtbaar is. De huisstofmijt komt in alle woningen voor en is niet schadelijk of hinderlijk. Het voedt zich met onder andere huidschilfers van mensen en dieren, die meestal in overvloed aanwezig zijn. De belangrijkste levensvoorwaarde is voldoende vocht, die via de huid en vanuit de omgeving wordt opgenomen: minimaal 80% relatieve vochtigheid. Zonder vocht droogt de mijt uit, is deze weinig reproductief en gaat uiteindelijk dood. In vochtige woningen kan de groei-explosie, die jaarlijks in het warme en vochtige najaar voorkomt, tot een steeds grotere populatie leiden. De vochtige omstandigheden komen vooral voor op koude vloeren onder de vloerbedekking, het beslapen matras in de slaapkamer, achter plinten en wandbetimmeringen en op de kussens van de bank. Het matras in een koude slaapkamer blijft nadat het beslapen is lange tijd vochtig.

In de uitwerpselen en in dode diertjes zit het eiwit guanine, dat een allergeen is. De uitwerpselen drogen uit en breken af tot fijn stof, dat gemakkelijk gaat zweven en ingeademd kan worden.



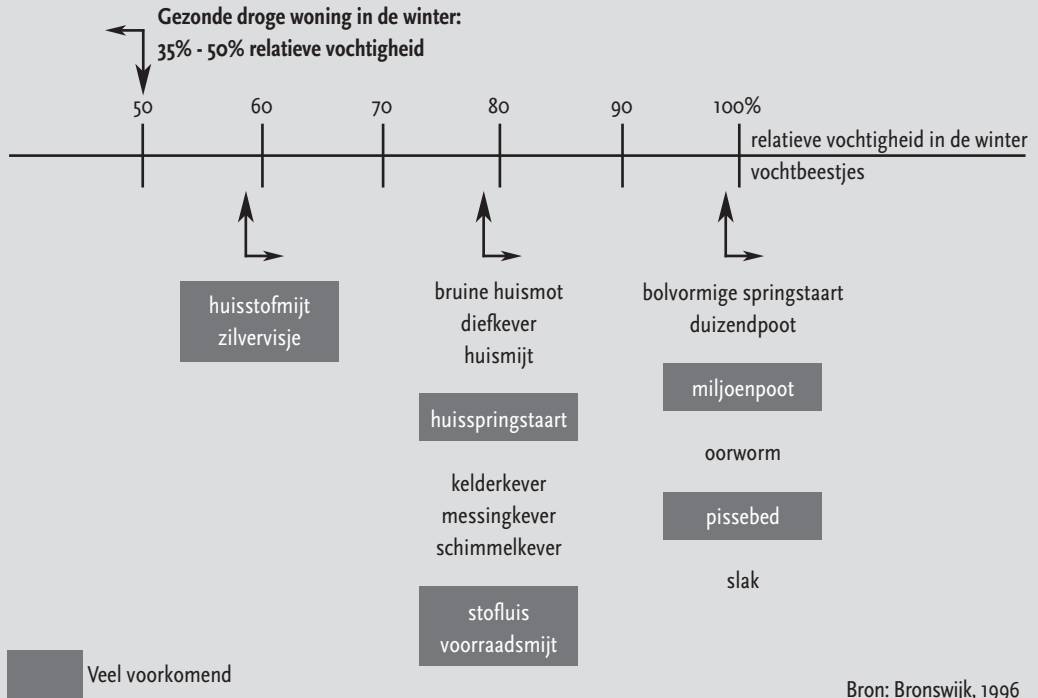
Huisstofmijt

Het huisstof dwarrelt op bij het lopen, het neerploffen op de bank, bij het woelen in bed of bij het stofzuigen. Hierdoor komt guanine in de lucht, dat neerdwarrelt en uiteindelijk op alle oppervlakken terechtkomt. Het huisstof komt ook op de kleding terecht. Levende mijten kunnen ook in de klerenkast in kleding voorkomen, vooral als de kast tegen een koude wand staat, waardoor warme vochtige lucht afkoelt en een vochtig milieu in de kast veroorzaakt.

Stofzuigen vermindert de hoeveelheid allergenen, maar het effect is gering: via proeven op kortharige vloerbedekking werd een stof-

Schema 3.1 Vochtbeestjes in huis

Huisstofmijten worden opgespoord door middel van een kleurtest met opgezogen stof.
Voor het aantonen van de andere beestjes is de lijmvul het meest geschikt.



vermindering van 17% gemeten. De fijnste, meest riskante stofdeeltjes met allergenen worden in de stofzak niet opgevangen en blijven na het zuigen nog lang rondzweven.

Gemiddelde waarden van de allergenen, uitgedrukt in Der P1 variëren van 1,13 tot 2,63 $\mu\text{g/g}$ in kleden in de vloerbedekking, 1,12 tot 2,88 $\mu\text{g/g}$ in kledjes op de slaapkamer. Waarden in matrassen zijn hoger, namelijk gemiddelden van 1,41 tot 4,07 $\mu\text{g/g}$.

3.5.4 Huisdieren

Ongeveer de helft van alle huishoudens heeft een huisdier, meest honden en katten. Veel huisdieren vormen door het ongedierte dat ze meedragen en door huidschilfers, haren, veertjes en door de uitwerpselen in de kattenbak of de kooi een belangrijke bron van allergenen. Huisdieren kunnen ook bacteriën, virussen en parasieten bij zich dragen. Bij honden komt salmonella voor en bij vogels bijvoorbeeld Chlamydia Psittaci. De eitjes van spoelwormen van honden en katten kunnen in huis terechtkomen en de mens besmetten, met het risico van ademhalingsproblemen bij kinderen (Voedingscentrum, 1999). Huisdieren geven hun baasjes veel terug en bevorderen daarmee de stressbestendigheid.

3.5.5 Bacteriën

Inleiding

Er komen in de woning veel meer bacteriën voor dan schimmels. Veel soorten zijn nodig voor de mens en passen bijvoorbeeld bij een gezonde huid. Net als schimmels houden ook bacteriën van warmte en vocht. De veronderstelling is dat hoesten, ademhalingsproblemen en oogirritaties niet alleen door bovenmatige vermoeidheid veroorzaakt kunnen worden, maar ook door grote aantallen bacteriën. Bepaalde soorten kunnen huiduitslag veroorzaken. In kantoren is de toegestane waarde 100 kolonievormende eenheden (kve) per soort. Voor de cocktail van schimmels en bacteriën samen is de grens 500 kve. Daarbij wordt gesteld dat 500 kve van een soort schadelijk is.

Endotoxine

In onderzoek naar het sick building syndroom (Teeuw, 1993) is een verband aangetoond tussen de endotoxine concentraties en gezondheidsproblemen, in de omgeving waar veel organisch stof wordt geproduceerd, zoals voedersilo's, varkensschuren en kippenslachterijen. Terwijl kenmerken als de relatieve vochtigheid, de aanwezigheid van vluchtige organische verbindingen, te weinig negatieve ionen, stof en rondzwevende micro-organismen geen consistente relatie vertoonden met gebouwgerelateerde gezondheidsproblemen, bleek deze relatie wel aantoonbaar met endotoxine. Een experimentele blootstelling aan endotoxine veroorzaakt afname van het ademluchtvolume, beklemming op de borst (chest tightness), koortsig gevoel, kou en leukocytosis. Daarom wordt verondersteld dat endotoxine een belangrijke rol speelt in het zogenaamde organic dust toxic syndrome. Endotoxine is een belangrijke component in de celwand van gramnegatieve bacteriën en geeft een goede indicatie van de totale gramnegatieve bacteriële vervuiling van de binnenlucht. Bij de endotoxine bepaling kan ook het effect van dode bacteriën worden meegenomen, terwijl bij meetmethoden die in de praktijk worden toegepast (slinger, filter en vervolgens kweek) alleen levende bacteriën worden geteld. De concentratie van grampositieve bacteriën is afhankelijk van de bezettingsgraad van een ruimte en van de ventilatie, omdat deze bacteriën voornamelijk op de menselijke huid voorkomen. Teeuw gaat er daarom vanuit dat de hoeveelheid endotoxine een rol speelt in het sickbuilding syndroom. Anders gezegd: irritatie van ogen, neus, luchtwegen wordt mogelijk veroorzaakt door endotoxine en wijst op verontreiniging met gramnegatieve bacteriën.

De risicofactoren van een hoge endotoxineconcentratie zijn (gebrek aan) schoonmaken, gebreken aan de ventilatie, huisdieren, vochtplekken, ongedierte, hoge bezettingsgraad van de woning, ouderdom van het gebouw, de woonduur van de zittende bewoners en de locatie (ten opzichte van de begane grond of kelders). Het seizoen en klimaat spelen geen rol. Anders dan bij

schimmels en huisstofmijt lijkt de endotoxineconcentratie een indicator te zijn van de algemene huiselijke hygiëne.

Legionella

Sinds 1976 is het onderzoek naar de legionellabacterie begonnen, nadat een epidemie in Philadelphia 85 slachtoffers eiste. In Nederland kwam de Gezondheidsraad in 1986 met een advies, dat nu nog volop gebruikt wordt. De laatste jaren zijn nieuwe onderzoeksgegevens beschikbaar gekomen over het voorkomen van de bacterie, over snelle diagnosemethoden en over bestrijding. De groei van legionella wordt bevorderd door stilstaand water, voldoende zuurstofgehalte, aanwezigheid van sediment zoals kalkaanslag, aanwezigheid van bepaalde algen en amoeben, beschikbaarheid van ijzer en enkele andere metalen. Levende eencellige dieren (amoeben of protozoën) lijken essentieel voor een beschutte groei. Verondersteld wordt (TNO, Van Wolferen, 1999) dat de bacterie-etende amoëbe bij het eten van legionella zelf slachtoffer wordt: de amoëbe groeit vol met 1.000 tot wel 10.000 bacteriën en barst open. De vrije bacteriën verspreiden zich door het water, waar het groeiproses versneld kan worden. De legionellabacteriën hebben zich binnen de amoëbe kunnen aanpassen aan nieuwe omstandigheden, namelijk het parasiteren van de gastheer. Deze vaardigheid komt de bacterie van pas als deze in het menselijk lichaam terechtkomt. Mede door de ideale temperatuur kan legionella zich goed vermenigvuldigen. Over het algemeen worden besmetting en omvang van het ziekterisico gekoppeld aan de concentratie van legionella in het water en de intensiteit van de blootstelling. Men dient bedacht te zijn op het feit dat bij bepaalde detectiemethoden mogelijk geen vrije legionella wordt gevonden, terwijl er op dat moment wel besmette amoeben zijn.

Vuil in het water en biofilm worden van grote betekenis geacht voor de ontwikkeling van de legionellabacterie. Biofilm is herkenbaar aan de bruinige en slijmerige laag, die na enige tijd in bijvoorbeeld een bloemenvaas ontstaat, maar ook voelbaar is aan de wand van gebruikte waterleidingen. De groei en dikte van de biofilm worden bepaald door de stromingssnelheid, het materiaal en de oppervlaktestructuur en beschikbare voedingsstoffen, waaronder organisch materiaal.

Een warmwatervat levert meestal zones op, waar zowel de temperatuur lager is als door geringe stroming en hoge afzetting de groeiomstandigheden gunstiger zijn. Rubber gedeelten van leidingsystemen (waterslagdempers), kunststoffen (de doucheslang), bepaalde legeringen (kleine hoeveelheden ijzer, zink) bevorderen de groei. Koper is niet aantrekkelijk of zelfs dodelijk voor de legionellabacterie, hoewel dit effect in leidingen en boilers kan afnemen vanwege een materiaal afschermende biofilm. Een chloorrijke omgeving is niet bevorderlijk voor de groei. legionella groeit niet in een zout milieu, maar overleeft enige tijd in zeewater. Pas vanaf een zuurgraad van $\text{pH}=2$ is er duidelijk sprake van geremde groei.

Men krijgt de ziekte via inademing van besmette vochtige lucht. Tot op heden wordt daarbij verondersteld dat de concentratie met bacteriën groot genoeg moet zijn en de persoon bevattelijk moet zijn om ziek te worden. De relatie met douchen is aanwezig, maar douchen met besmet water is niet altijd risikant omdat de waterdeeltjes van de meeste douchekoppen te groot zijn. De aerosolen moeten zeer klein zijn (tot 5 micrometer) om diep genoeg in de longen te kunnen doordringen. Besmetting via drinken of via huidverwondingen krijgt over het algemeen geen aandacht.

Levensvatbaarheid

Van diverse mogelijkheden om legionella te bestrijden (opwarmen en doorspoelen, sterk chloreren, ozoniseren, bestralen met intens ultraviolet licht) is verhitting de beste aanpak gebleken. Chloreren zou meer dan 2 mg/l vrij chloor moeten opleveren omdat in een oplossing met 1,5-2 mg/l nog levende bacteriën werden geïsoleerd. Alle soorten bleken boven 50°C nauwelijks levensvatbaar, met tussen 45 en 50°C een schemergebied tussen leven en doodgaan. Datzelfde schemergebied is te vinden in de lage regionen tussen 20 en 25°C, hoewel men reeds snelle groei constateerde bij 25°C. De groei stopt bij lage temperatuur, maar de bacterie sterft boven het vriespunt niet. De groei is het hoogst in het temperatuurgebied tussen 32 en 37°C. De tolerantie voor watertemperaturen van legionella en mensen is dus vergelijkbaar. De legionellapopulatie van een kweek in een laboratoriumsituatie kan gedecimeerd worden bij 60°C in 80 seconden, hetgeen impliceert dat na 4,5 minuten nog 0,01% van de besmettingshaard aanwezig kan zijn. Bij 58°C loopt deze tijd op tot ruim een half uur. In beschutte situaties, zoals in leidingen en boilers, is een hoge temperatuur nodig om legionella te verwijderen: 10-25 minuten bij 60°C en 1-10 minuten bij 70°C. Het Modelbeheersplan legionellapreventie in leidingwater (MVRM, 2000) stelt: 20 minuten bij 60°C of 5 minuten bij 70°C. Het risico blijft aanwezig dat in dode stukken of in kranen en douchekoppen enige legionella overblijft en de populatie meteen weer uitgroeit.

Besmettingsrisico in individuele woningen

Van een aantal gebruikswatersystemen zijn risico's op besmetting bekend en deze werden daarom regelmatig geïnspecteerd:

- Luchtbevochtigers in koeltorens of in losse apparaten waarin langdurig water blijft staan.
- Whirlpools waarin door zuinig chloreren vuil achterblijft in afvoer- of beluchtingleidingen.
- Douches van sportgelegenheden.
- Collectieve warmtapwatersystemen op lage temperatuur, zoals toegepast in ziekenhuizen en inrichtingen voor geestelijk gehandicapten of psychiatrische patiënten en waarbij vanwege verbrandingsrisico het water op 40-42°C wordt aangeboden.

Sinds oktober 2000 zijn wettelijke eisen van kracht, zoals een voorgeschreven periodieke inspectie volgens een vast protocol, een verplicht beheersplan, dat veelal leidt tot het nemen van preventieve maatregelen. De regelgeving geldt uitsluitend voor het leveren van water aan derden, dus voor collectieve (warm)waterlevering.

Individuele warmwaterinstallaties blijven buiten beeld, omdat de gevolgen van een eventuele besmetting minder omvangrijk zijn en de bewoner zelf verantwoordelijk wordt gehouden voor het verminderen van het risico.

Raw (2000) onderzocht de individuele warmwatersituatie bij 81 legionellapatiënten en in 81 controlewoningen. Het verband tussen Legionellose en besmetting via het individuele systeem werd hier aangetoond. Daarbij werd een te lage afstelling van de warmwatertemperatuur en een vervuilde opslag van koud water als de belangrijkste oorzaken voor de besmetting met Legionellose aangemerkt. De belangrijkste aanbeveling uit dit onderzoek is om legionella in individuele woningen te beschouwen als een risicofactor. Het ontwikkelen van kennis over de omvang van dit risico wordt bevorderd door de verplichting om besmettingen te melden en vervolgens onderzoek te doen naar de besmettingsbron.

Aan de hand van installatiekenmerken kan ook voor Nederlandse individuele woningen gesteld worden dat veel voorkomende omstandigheden een verhoogd risico geven van besmetting (zie schema 3.2). In een paar procent van alle installaties wordt de bacterie aangetroffen.

Risicoanalyse

Bij de risicoanalyse wordt onderscheid gemaakt naar:

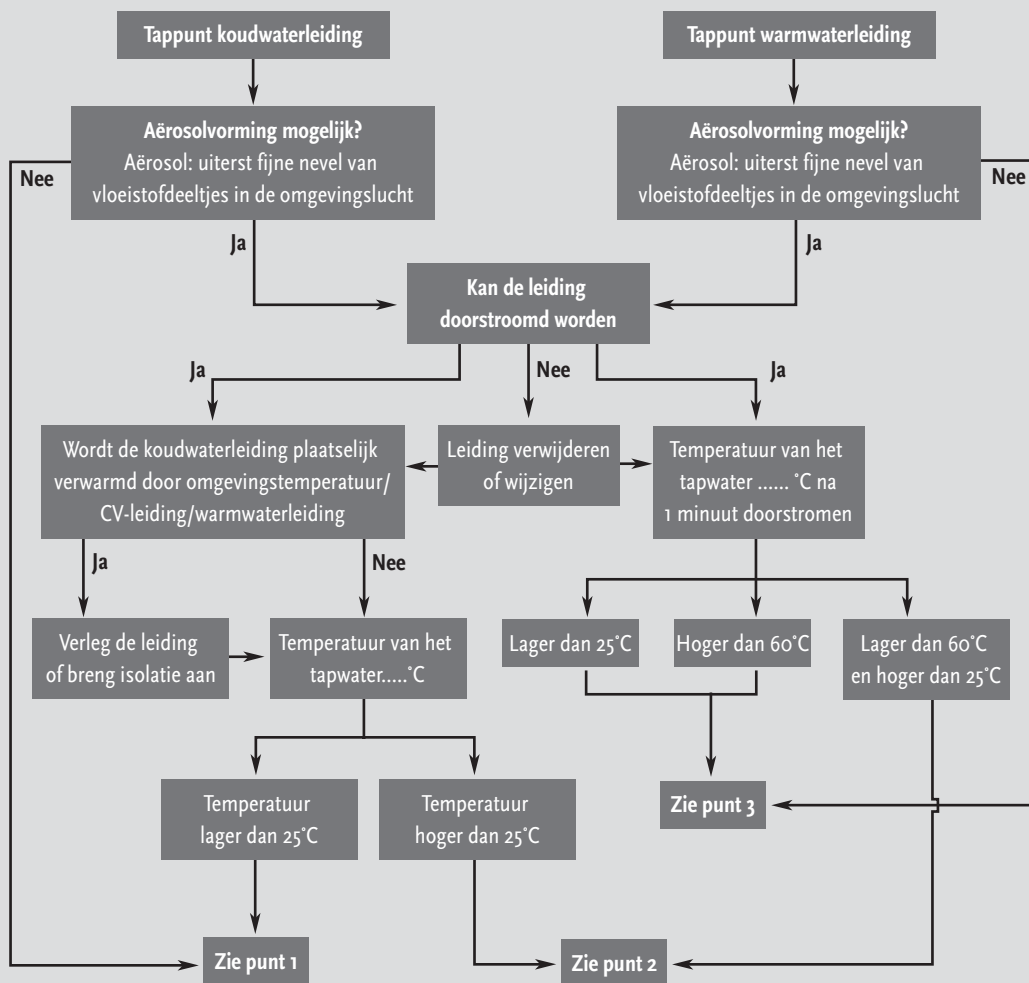
- Leidingstelsysteem van de hoofdkraan tot het toestel.
- Het taptoestel.
- Leidingstelsysteem tussen het toestel en de gebruiker.

A. Leidingstelsysteem van de hoofdkraan tot het toestel

In de woningsector zien we ontwikkelingen, die het risico van legionellagroei vergroten:

- Waterleidingen worden steeds vaker samen met verwarmingsleidingen in de betonnen afwerkvloer ingestort, waardoor koud water in de stookperiode langdurig kan worden opgewarmd tot temperaturen in het risicogebied van 25 – 45°C.
- De toepassing van vloerverwarming neemt toe en in deze vloer zijn soms ook waterleidingen opgenomen.
- Waterleidingen kunnen in schachten naast cv-leidingen, warmwaterleidingen of warme luchtkanalen lopen; het verhogen van de warmwatertemperatuur vergroot het besmettingsrisico via de koudwaterleidingen.
- Door de goede woningsisolatie neemt de maximale zomertemperatuur binnenshuis toe tot waarden boven 25°C.

Schema 3.2 Risicobepaling legionella aan het tappunt (conform modelbeheersplan legionellapreventie)



Bron: Ascor A&O, 2000 (productdocumentatie)

De risico's zijn het grootst na een stagnatieperiode zoals een weekendje weg of een week of wat op vakantie. Dan zou men voorafgaand aan het douchen de leiding een minuut moeten doorspoelen. Men dient er zeker van te zijn dat de warmwatervoorraad warmer staat dan 60°C. legionella verdubbelt zich onder ideale omstandigheden per twee uur, dus na een etmaal zou reeds een gevaarlijke bron kunnen ontstaan, meer waarschijnlijk na drie dagen.

B. Het taptoestel

Ook op de markt van watertoestellen zijn veranderingen waarneembaar die het risico verhogen:

- Uit het oogpunt van energiebesparing wordt de temperatuur van tapwater verlaagd.
- Combitoestellen zijn op relatief lage temperatuur afgesteld of technisch

niet in staat om tapwater van 60°C te leveren.

- Sommige ketels kunnen op verschillende comfortniveaus worden ingesteld; bij het lage schakelniveau wordt de ketel voor tapwaterbedrijf bijvoorbeeld op 50°C gehouden en de uitstroomtemperatuur op 45°C.
- Er is een toenemend gebruik van close-in boilers (10-15 liter inhoud) en veel boilers worden door bewoners op een lage temperatuur afgesteld.
- Warmtepompen functioneren bij voorkeur op een lage temperatuur, waardoor delen van een buffer of de gehele buffer niet voldoende warm zouden kunnen worden.
- Zonneboilersystemen bevatten gebruikswater dat buiten de zomermaanden nauwelijks warmer wordt dan 45°C en de naverwarming is door de lage temperatuur of de korte verblijfstijd niet in staat om eventuele bacteriën effectief te doden.

Bij metingen in 360 woningen, met toestellen van twee tot twaalf jaar oud (gemiddeld zeven jaar), haalde 13 % van de keukenkranen binnen twee minuten nog geen 55°C, 23 % geen 60°C.

Doorstroomtoestellen (zoals de bekende geiser) verhitten koud water tijdens het gebruik tot heet water, waardoor organismen geen tijd hebben om zich te vermenigvuldigen. Warmtewisselaars in combiketels zijn ook doorstroomtoestellen, waarbij de kwaliteit van de doorstroming, de inhoud en de temperatuur samen een maat vormen voor het risico. Doorstroomtoestellen met een kleine inhoud (tot 0,5 liter), die na gebruik afkoelen of (periodiek) op temperatuur gebracht worden zijn relatief ongevaarlijk. Dat ligt anders bij grotere buffers die afkoelen, of bij wisselaars en boilervaten met zones, waar de temperatuur te laag is.

C. Leidingsysteem tussen het taptoestel en de gebruiker

- Koperen waterleidingen werken (in beperkte mate) als bacteriologisch reinigingsmiddel; koper is buiten de woning al verdrongen door kunststof en ook in de woning neemt het gebruik van kunststof leidingen toe.
- Op sommige kunststof oppervlakken ontwikkelt zich sneller een biofilm en in een dikkere film blijven meer micro-organismen in leven (overigens zal zodra de biofilm aanwezig is, het materiaalkenmerk nog weinig verschil uitmaken).
- Afgedopte heetwaterleidingen worden ten behoeve van het toekomstige gebruik van hotfill vaatwassers en wasmachines aangebracht: de dode leidingen worden iets opgewarmd en vormen een niche met stilstaand water, waarin eerder een bacteriehaard kan ontstaan.
- Het aantal tappunten per bewoner neemt toe, onder meer door een geringe bezettingsgraad van woningen, waardoor meer tappunten zelden worden gebruikt en meer risico op besmetting vormen.
- Éénhendel mengkranen en vaatwassers sluiten de watertoevoer snel af, waardoor klachten over waterslag toenemen en meer waterslagdempers

worden toegepast; deze demper vormt een dood stukje leiding met een groeibevorderend rubberen membraan.

- Doordat veel installaties geen erg heet water leveren, blijft de biofilm in leidingen intact.
- Als leidingen nooit met heet water doorgespoeld kunnen worden, wordt de biofilm steeds dikker, waardoor het risico van bacteriegroei toeneemt.

Eind 2000 zijn in Nederland in totaal ongeveer 50.000 zonneboilers in gebruik. De meeste systemen bevatten een voorraad door de zon verwarmd gebruikswater, die bij bewolkt weer en in de wintermaanden vaak niet warmer wordt dan 45°C. De naverwarming is door de doorstroomsnelheid en de eindtemperatuur niet in staat om het aantal bacteriën substantieel te verminderen. Doordat de zonneboiler in de zomer regelmatig hoge temperaturen bereikt, is er reden om te veronderstellen, dat de biofilm periodiek onschadelijk wordt gemaakt. Bij gebruik van een dubbele wand als warmtewisselaar, zal deze wand zeer regelmatig boven 60°C worden opgewarmd, waardoor legionellagroei in vuil- of kalkbezinsel weinig kans van overleven heeft. In de winterperiode nemen de risico's weer toe. Gezien de omstandigheden zijn alleen zonneboilers met een warmtespiraal in het zonneboilervat, voor het opwarmen van vers water, veilig.

In Nederland zijn slechts enkele (onzekere) gevallen van legionellabesmetting in individuele woningen bekend. Niemand heeft ooit vastgesteld, dat een zonneboiler een legionellaslachtoffer heeft veroorzaakt. De opsporing van slachtoffers en het onderzoek naar oorzaken zijn pas sinds 1999 geïntensiveerd, waardoor een onderschatting van het aantal ziektegevallen zeer waarschijnlijk is.

De Gezondheidsraad heeft in 1986 een advies uitgebracht en KIWA en VEWIN kwamen met werkbladen en aanbevelingen. In ziekenhuizen en andere instellingen met collectieve systemen is sinds 1986 een andere ontwerpstrategie gevolgd, gericht op het vermijden van dode leidingen, het verhogen van stroomsnelheden en het (periodiek kunnen) verhogen van temperaturen. In de relatief nieuwe collectieve installaties is door deze maatregelen het legionellarisico gering. Ook kan men via temperatuurverhoging en spoelen een besmetting beter voorkomen. Sinds april 2000 is het Modelbeheersplan legionella beschikbaar, sinds oktober 2000 met een verplichtend karakter. Leveranciers van koud en warm water, dus ook woningbeheerders van collectieve installaties, zijn verplicht om het risico van besmetting door hun installaties periodiek te beoordelen.

Kennis is volop aanwezig en in de openbare zorg en sportsector volop toegepast. In particuliere sportinstellingen, sauna's en relaxbedrijven worden hogere risico's verondersteld. Er heeft in 2000 een grote sanering plaatsgevonden in deze sectoren. Een neveneffect van het verhogen van de circulatietem-

Tabel 3.8 Overzicht oorzaken, bronnen van ziekten en ongevallen in huis en hun effecten

Categorie	Bron	Effect	Gezondheidsrisico	Indicatie van betekenis in Nederlandse woningen
Fysische bronnen	(hoge) temperatuur	emissies (formaldehyde), blootstelling	allergische reactie, stress, branden	gering hoog: meer dan 20%
	vocht	groei schimmels, vocht-beestjes, emissie chemische verbindingen	allergische reactie, luchtweg- en longaandoening, huidaantasting	van alle woningen
	straling	opwarming weefsels, celverandering, (gebrek aan) daglicht	kanker, luchtweg- en longaandoening, aanmaak vitaminen, regelen bioritme	onbekend
	trillingen	geluid	stress	hoog
	indelingskenmerken	vallen, stoten, snijden	lichamelijk letsel	alle woningen
	(gebrek aan) voorzieningen	inbraak	stress	hoog
Chemische bronnen	(open) verbranding	koolmonoxide, stikstofdioxide, rook	luchtweg- en longaandoening	hoog: 40% van alle woningen
	stof	inhaleerbaar stof	luchtweg- en longaandoening, allergische reactie, stress	hoog
	bouwmaterialen	formaldehyde, asbest, epoxy, oplosmiddelen	luchtweg- en longaandoening, allergische reactie, huidaandoeningen	gering

peratuur tot 70°C is energieverlies en groter verbrandingsrisico. Als door het hete water koudwaterleidingen opwarmen, neemt het risico juist toe. Individuele woningen vormen een vergeten categorie.

3.6 Conclusies

Vochtoverlast bepaalt in veel woningen de kwaliteit van het binnenmilieu. Het heeft invloed op de groei van micro-organismen en bevordert bovendien de emissie van sommige chemische verbindingen, zoals formaldehyde. Het binnenmilieu wordt tevens belast door verbrandingsprocessen binnen de woning, zoals het gebruik van de geiser en de gasoven en open toestellen met een schoorsteenkanaal van slechte kwaliteit, waardoor terugstroming van rookgassen kan optreden. De bewoners zorgen voor emissies, zoals fijn stof van roken en het branden van kaarsen, bacteriën en allergenen van huisdieren en geuren of was- en schoonmaakmiddelen.

Geluidhinder en burenlawaai vormen volksvijand nummer één.

We creëren in de woonomgeving steeds meer stralingsbronnen. De gezondheidseffecten zijn er, maar hoe belangrijk en met welk effect is nog weinig onderzocht. De invloed van straling is omstreden.

Bouwmaterialen zijn over het algemeen goed onderzocht op schadelijke emissies. Er is weinig bekend over combinaties van bouwmaterialen, zoals PVC-vloerbedekking op vochtig beton, gelijmde verbindingen en samenge-

stelde bouwmaterialen. Over cocktails van stoffen en ook over de samenstelling en de invloed van fijn stof in de lucht is weinig bekend, terwijl er reden is om gezondheidseffecten te veronderstellen. Een samenvatting van hoofdstuk 3 wordt gepresenteerd in tabel 3.8.

4 Wet- en regelgeving

4.1 Inleiding

De bouw van woningen is aan eisen gebonden. Er zijn voorschriften voor een minimum aan functionele en constructieve kwaliteiten. We komen dan op het terrein van de bouwregelgeving. Dit hoofdstuk behandelt de regelgeving vanuit het gezichtspunt van gezond wonen. Veel aandacht gaat naar ventilatie, omdat de ventilatievoorzieningen en het gebruik ervan zo bepalend zijn voor de kwaliteit van de binnenlucht. Wetgeving loopt veelal achter op maatschappelijke ontwikkelingen. Daarom wordt geïnventariseerd waar gaten liggen in de regelgeving en welke worden opgevuld met private kwaliteitslabels of certificaten. Een recente ontwikkeling is de integrale Woonkeur die mogelijk ook voor bestaande woningen betekenis kan hebben.

Het hoofdstuk begint met de geschiedenis van de regelgeving over gezond wonen. Vervolgens wordt de pijler 'gezondheid' in het Bouwbesluit geanalyseerd. Er is aandacht voor kwaliteitslabels. De juridische mogelijkheden om bij gezondheidsproblemen maatregelen af te dwingen, worden verkend.

4.2 Geschiedenis van de regelgeving rond gezond wonen

Problemen met het binnenmilieu worden al meer dan 100 jaar beschreven. In het tijdschrift *Nature* van 1890 schreef een anonieme auteur: "The proper ventilation of the spacious Reading Room of the British Museum is a problem, surely not insoluble, but still awaiting solution....Bad headaches and other ills, due to the stuffy and impure atmosphere....are a common experience...I would suggest...that analysis be made of the air, with regard not only to its gaseous constituents, but also to micro-organisms, which are no doubt plentiful."

De Woningwet bestaat 100 jaar. De behoefte aan gezond wonen in verstedelijkte gebieden is de aanleiding tot en tevens de hoeksteen van de Woningwet: voorschriften werden gegeven uit het oogpunt van veiligheid, gezondheid en bruikbaarheid. De rechten en plichten van 'instellingen, die uitsluitend in het belang van de volkshuisvesting werkzaam zijn' worden omschreven en we zien tot ongeveer 1930 de oprichting van veel woningbouwverenigingen die zich richten op betaalbare en goede huisvesting voor de 'massa'. Van 1901 tot heden zien we vele kleine en soms grote kwaliteitssprongen in de bouwregelgeving. De Woningwet legt de basis voor de Bouwverordening, voor Voorschriften en Wenken en ook het Bouwbesluit. De kwaliteitspijler 'milieu' vult de pijlers veiligheid, gezondheid, bruikbaarheid en energiezuinigheid aan.

In 1919 is de Gezondheidswet ingevoerd en daarop volgde in 1927 een Leidraad voor het Samenstellen of Herzien van Bouwverordeningen, in 1933 gevolgd door de Model Bouwverordening. In 1946 zijn algemeen richtinggevend de Voorlopige Wenken voor het Ontwerpen van Eengezinshuizen uitgege-

ven door het Ministerie van Openbare Werken en Wederopbouw. Stapsgewijs ontwikkelden deze Wenken zich tot de Voorschriften en Wenken voor het Ontwerpen van woningen van 1965, welke een grote kwaliteitsverbetering geven, zowel in functionele indeling als in technische kwaliteit.

Voor het verminderen van ziekterisico zijn voorschriften met betrekking tot riolering en drinkwater, luchtverversing, de bad- en toiletvoorzieningen en de wering van ongedierte van grote betekenis. De verworvenheden van de 'gezondheidspijler' in de regelgeving zijn in het begin van deze eeuw van grotere invloed geweest dan de verworvenheden van de geneeskunde.

Drinkwater

Vanaf 1924 is een drinkwatertappunt in de woning verplicht, als binnen 30 m een nutsleiding aanwezig. Ook is in 1924 een rioolaansluiting verplicht als in de weg een riool aanwezig.

Opstelruimte voor kooktoestel

Vanaf 1927 is sprake van een keuken, bijkeuken, spoelruimte of wasruimte. Vanaf 1946 is bij toepassing van een woonkeuken nog een extra bijkeuken verplicht. In 1952 (Ontwerp voor een landelijke Model Bouwverordening) vereist men zowel een aanrecht, een kraan boven de gootsteen, een aansluiting aan de riolering en bij de aanwezigheid van gas ook een aansluitpunt voor een warmwatertoestel. In het Bouwbesluit (1991) is alleen sprake van een aanrecht met opstelplaats voor een kooktoestel binnen de woning. Dit biedt ruimte aan het minimaliseren van de keukeninrichting. In januari 1999 is mede vanwege het verminderen van sloopafval bepaald dat een woning zonder keukenblok en sanitair (wc- en badkamerinrichting) mag worden opgeleverd.

Vanaf 1952 is hard gewerkt om de laatste gedeelte van Nederland van elektriciteit te voorzien. De aanleg van het landelijke aardgasnet (1965-1966) heeft veel keukens bevrijd van petroleumtoestellen en van kolen- of houtkachels. Vanaf 1965 verdwijnen ook in snel tempo de olie- en kolengestookte haarden uit de woonkamer om plaats te maken voor centrale verwarming.

Badruimte

Pas in 1946 stel men voor het eerst "De opnemings in een woning van een wasruimte betekent een grote hygiënische vooruitgang en moet stellig aanbevolen worden, indien plaatselijke omstandigheden niet tot onaanvaardbare verhoging van de bouwkosten leiden". In 1951 voorzien de Voorschriften en Wenken de woning van een ruimte met aan- en afvoerleidingen, waarin een badgelegenheid kan worden ingericht. Vanaf 1965 vereist deze ruimte minimaal een eigen deur, een wasbak en ook een eigen ventilatiekanaal. Vanaf 1 januari 1999 mag een woning zonder deze voorzieningen worden opgeleverd, omdat uit ervaring is gebleken, dat veel kopers niet tevreden waren met het standaard sanitair en kort na de oplevering al met sloop begonnen.

Toilet

In de Voorlopige Voorschriften en Wenken van 1946 is gesteld: “Privaten zonder waterspoeling passe men alleen toe, indien waterspoeling niet te verwezenlijken is. Dergelijke privaten moet men bij voorkeur van een beweegbaar, aan de buitenlucht uitkomend raam voorzien.” Vanaf 1951 moeten privaten binnenshuis en in meergezinswoningen van waterclosets worden voorzien, tenzij er geen wateraansluiting is.

Wering van ongedierte

In 1965 is sprake van “noodzakelijke eigenschappen van het bouwwerk met betrekking tot het weren van ratten en muizen” (Model Bouwverordening). In het Bouwbesluit (1991) wordt gesteld dat de schil geen onafsluitbare openingen mag bevatten breder dan 0,01 m. Van de wering van muggen en vliegen, kakkerlakken of duiven is geen sprake.

Emissies

Schadelijke emissies uit bouwmaterialen worden beperkt. Enkele schadelijke houtverduurzamingsmiddelen zijn verboden. Aan het vrijkomen van spaanplaatgas (formaldehyde) en asbeststof worden sinds eind jaren tachtig respectievelijk begin jaren negentig maximumeisen gesteld. Ten aanzien van radon zijn afspraken met sociale verhuurders gemaakt om een groot aantal kruipruimten aan te pakken. Loden drinkwaterleidingen, die in 300.000 woningen nog aanwezig zijn, moeten per 1 januari 2005 zijn vervangen.

Er is een stralingsprestatienorm voor woningen op komst.

Historische schets van regelgeving op het gebied van ventilatie

Reeds in de oudheid wist men van het belang van goede ventilatie. Een grote verbetering was de toepassing van een schoorsteen om rook van open vuren goed te laten wegtrekken.

Toen Tsaar Peter drie eeuwen geleden de zompige Spaanse streek bezocht, viel zijn oog op een gat in de gevel van een woonhuis. “Wat is dat?”, vroeg hij. Het antwoord van toen is nog steeds de Russische benaming voor een klein raampje: “Voor tocht”. In de negentiende eeuw begon men eisen te stellen aan de hoeveelheid frisse lucht per persoon, nodig om de stank in huis te verminderen. Men waste zich niet en had slechts een enkel stel kleren. In 1904 is wettelijk bepaald dat ieder privaat een raampje of koker naar het dak dient te hebben voor ventilatie. Ieder woonvertrek moet zijn voorzien van ramen, welke (geheel of gedeeltelijk) geopend kunnen worden. Deze regels voorkomen nog niet dat alkoven (kamers zonder ramen) werden gebouwd. Pas in 1927 wordt geëist dat elk vertrek moet zijn voorzien van een of meer rechtstreeks aan de buitenlucht uitkomende ‘staande ramen’. Tevens moet elke woning licht en lucht kunnen ontvangen uit ten minste twee buitenmuren. Tot het eind van de jaren vijftig mag de badruimte geventileerd worden via de keu-

Tabel 4.1 Overzicht ventilatie-eisen.

Periode	Aanleiding	Regelgeving	Afvoeren	Luchttoevoer
1901	De Woningwet.			
1904	Leidraad ventilatie kamers en privaat.		In raamloze kamers rooster of een kanaal naar buiten. In wc raam of kanaal 100 cm boven het dak.	Ieder woonvertrek minstens 2 m ² ramen, welke open kunnen. Raam in wc >1000 cm ² .
1927	Algemene Voorwaarden (afscheid van alkoven en rug-aan-rugwoningen).	Per woning lucht uit minstens twee buitenmuren.	In de wc een raam (>600 cm ²) of een kanaal met doorsnede > 400 cm ² .	Ramen in elk vertrek, ventilatie uit minstens een vierde deel van vereist raamoppervlak, of anders een rooster nabij de zoldering. In keuken moet helft opening bestaan uit beweegbaar bovenraam.
1959	Besluit Uniforme Voorschriften.		Als toilet waterspoeling heeft, raam 120 cm ² . Eisen aan kanalen: glad en rond 120 cm ² , glad en hoekig 150 cm ² , ruw 250 cm ² .	Eisen aan badruimte: indien in open verbinding met keuken of privaat, dan mee ventileren.
1965	Voorschriften en Wenken. Ook eisen aan ventilatie berging en garage.	Raam in kamers, tevens ventilatie-opening >1400 cm ² .	Natuurlijke afvoer, bij hoogbouw met SHUNT kanalen. In keuken gasafvoerkanaal verplicht en mede te gebruiken voor ventilatie. In badruimte ventilatiekanaal verplicht (moet voldoen aan eisen gasafvoerkanalen).	Klep- en draairamen, kleine roosters met fijn gaas. Per kamer een deur of raam van een vierde van vereist ventilatieoppervlak entevens een afsluitbare ventilatieopening vlakbij plafond 1/400 van vloeroppervlak. Ventilatie-opening keuken minstens 1000 cm ² .
1975	NEN 1087 verschijnt.	NEN 1087 (1975) en NPR 1088 (1975). Plaats en hoogte uitmonding kanalen goed omschreven.	In hoogbouw alleen mechanisch. Toename open keuken met mechanische afzuiging. Keuken >75 (tot 10 m ²)/100 (groter)/ >150 (open keuken). Badkamer >50 m ³ /uur. Wc >25 m ³ /uur. Bergkast >25 m ³ /uur.	Ventilatie woonkamer gelijk aan som overige kamers, >75 m ³ /uur. Eis 3,6 m ³ /uur.m ² kamer, in slaapkamers 100% verse lucht, in woonkamer en keuken mag lucht uit slaapkamer. In deur, kozijn of binnenwand voor badruimte, wasruimte en ruimte voor huisvuil een toevoeropening.

ken of het toilet. Vanaf 1965 (Model Bouwverordening) moet naast de wc ook de badruimte voorzien zijn van een ventilatiekanaal. Bovendien worden eisen gesteld aan de doorspuikbaarheid van de woning.

We zien in de loop der tijd dat individuele gemeenten in hun Bouwverordening de eisen verzwaren. Het betere kwaliteitsniveau werd dan later (veelal) ingehaald door landelijke regelgeving. Stapsgewijs worden de voorschriften scherper omlijnd, om te bevorderen dat een minimumkwaliteit gehaald wordt. Zo wordt het oppervlak van de ventilatieopeningen en de plaats (hoog in de wand) omschreven. De daglichtvoorzieningen worden ook scherper omschreven.

In 1978 wordt in de Model Bouwverordening bepaald dat in woningen die

Periode	Aanleiding	Regelgeving	Afvoeren	Luchttoevoer
1978	Model Bouwverordening.		In badkamer en keuken ventilatiekanaal van 120 cm ² .	In mechanisch afgezogen woningen mag ventilatielucht voor de hoofd- woonkamer, keuken, badkamer afkom- stig zijn uit slaapkamers. In slaap- kamers 100% verse lucht.
1981	Wet Geluidhinder.			Suskasten bij geluidbelaste gevels.
1991	Nieuwe versie ventilatiernorm.	NEN 1087.		
1992	Bouwbesluit be- staande woningen herzien. Begrip keuken en woon- kamer verdwijnt.	NEN 1087 (1996) en NPR 1088 (2000).	In ruimte met kooktoestel 75 m ³ / uur, badkamer 50 m ³ /uur, wc 25 m ³ /uur naar buiten. In verblijfs- ruimte min. 25 m ³ /uur.	Geen onderscheid woon- en slaapkamers. Geen relatie met de grootte van een kamer. In verblijfsruimte minimum 25 m ³ /uur, met kooktoestel 75 m ³ /uur, badkamer 50 en wc 25 m ³ /uur.
1992	Bouwbesluit voor nieuwe woningen.	NEN 1087 (1996) en NPR 1088 (2000).	In ruimte met kooktoestel 75 m ³ / uur, badkamer 50 m ³ /uur, wc 25 m ³ /uur naar buiten. In verblijfs- ruimte min. 25 m ³ /uur. Natuurlijke afvoer uit de gratie. Eisen kiedichtheid, ongecontro- leerde ventilatie minder.	Geen onderscheid woon- en slaapkamers. Eis 3,24 m ³ /uur in verblijfsruimte, waarvan 50% vers. Klepramen niet toepasbaar in verband met geluid.
2000	Aanscherping EPC<1.		Groei aandeel gebalanceerde ventilatie naar 20% van nieuwbouw.	Mechanische toevoer (in de zomer ramen open).
Toe- komst	Meer balans- ventilatie en herwaardering natuurlijke venti- latie (hybride). Aanscherpen EPC, Verzwaring eisen gezonde lucht.	HR-ventilatie en -warmterug- winning, dus weinig energieverlies door ventilatie.	Om zomers te koelen wordt de trek door de woning bevordert: klepramen boven de deuren en in het dak boven de trap een op afstand bedienbaar raam. Meer kanalen in de woning.	Koppeling van aanwezigheid en verwarming aan de ventilatie, automatische sturing op vocht, CO ₂ of vervuilde stoffen.

In dit overzicht blijven de spuisvoorzieningen buiten beschouwing

mechanisch worden geventileerd de toevoerlucht voor de woonkamer, de keuken, de badkamer, het toilet en de bergkamer uit slaapkamers afkomstig mag zijn. Vanaf 1999 wordt in de NPR 1088 gerekend met 50% verse lucht en 50% recirculatielucht in verblijfsruimten (zie tabel 4.1).

Ventilatiehoeveelheden

In 1836 gaf Tredgold als ventilatierichtlijn 7 m³ per uur per persoon. Rond 1900 kwamen verschillende adviezen op 60 m³ per uur per persoon, vooral vanwege het nieuwe gezondheidsbewustzijn en vanwege de wetenschap dat olielampen in huis veel zuurstof nodig hadden. Van 1900 tot in de jaren tachtig zijn de eisen steeds verder verlaagd, deels omdat door het verbeteren van

de woonomstandigheden de vervuiling verminderde en deels vanwege het energiebewustzijn. De vervanging van houtkachels en kolenkachels door gaskachels en later door centrale verwarming gaf een verbetering van het binnenmilieu.

De basis voor de ventilatiehoeveelheid is de behoefte aan verse lucht per persoon. In de Nederlandse regelgeving is deze behoefte vertaald in voorzieningen die wat capaciteit betreft niet samenhangen met aantallen personen, maar met het oppervlak van verblijfsruimten. Inmiddels begint (internationaal) het besef door te dringen dat de ventilatie zou moeten afhangen van de vervuilingsbronnen die schadelijk zijn voor de gezondheid. Door de toepassing van nieuwe materialen, die soms reukloze schadelijke stoffen afgeven, zouden de vervuilingskenmerken van een woning moeten bepalen hoeveel eventileerd moet worden, uiteraard nadat minstens is voldaan aan de comfortbehoefte van mensen in de ruimte. In een vochtige woning of als er gerookt wordt zou deze benadering tot meer ventilatie leiden, omdat per gerookte sigaret 50 tot 120 m³ ventilatielucht nodig is: 50 m³ om gevaarlijke stoffen af te voeren en 120 m³ om hinder voor mensen met luchtwegklachten te voorkomen. De verblijfsduur per vertrek is eveneens van belang voor de ventilatie-eisen, omdat deze samenhangt met de blootstelling aan stoffen.

In de praktijkrichtlijn (NPR 1088) wordt aangegeven, hoe men kan bepalen of te berekenen of men de normwaarden kan halen. Vaak geeft de NPR handige tips, zoals: als gladde en ronde verticale kanalen worden toegepast, zonder plotselinge vernauwingen, dan mag ervan worden uitgegaan, dat in 95% van de tijd de luchtsnelheid in dat kanaal 1 m/s is. De NPR geeft aanwijzingen bij gestandaardiseerde weerscondities: windsnelheid 2 m/s (windkracht 1) en een temperatuurverschil tussen binnen en buiten van tien graden. Over het algemeen is er meer wind in Nederland. Het temperatuurverschil wordt in de zomer niet gehaald en dan moeten in de praktijk spuivoorzieningen bijdragen aan ventilatie (en afkoeling). Mechanische ondersteuning van natuurlijke ventilatiekanalen maakt het mogelijk om (opnieuw) aan de capaciteitseisen te voldoen.

4.3 Huidige wetten, richtlijnen en labels

4.3.1 Inleiding

De behoefte aan gezond wonen in verstedelijkte gebieden is de aanleiding en tevens de hoeksteen van de Woningwet: voorschriften werden gegeven uit het oogpunt van veiligheid, gezondheid, bruikbaarheid en (recent) uit oogpunt van energiezuinigheid en milieu.

- De Woningwet legt de basis voor de Bouwverordening, voor Voorschriften en Wenken en het Bouwbesluit, dat sinds 1992 van kracht is. De Woningwet

schent aandacht aan de relatie tussen milieuvergunningen en bouwvergunningen (art. 52 WW). Integrale milieuvergunningen worden tegelijk met bouwvergunningen afgegeven. De afstemming houdt in dat de behandeling van een bouwvergunning moet wachten op de behandeling van een milieuvergunning. Bij gelijktijdige aanvraag moet een afschrift van de bouwvergunningaanvraag worden meegezonden.

- Hinderwetplicht geldt voor alle ondernemingen die hun gebouwen of bedrijfsmiddelen uitbreiden, maar ook de aanleg van ketelhuizen en warmtekrachtcentrales bij woningcomplexen vallen onder de Hinderwet.
- Ten behoeve van de uitvoering van de Wet Geluidhinder is een subsidiestelsel in het leven groepen, waarmee geluidwerende maatregelen financieel gesteund worden.
- Het kader voor milieubeleid is voor het eerst vastgelegd in het Nationaal Milieubeleidsplan van 1989, dat periodiek geactualiseerd wordt en in tal van Milieukwaliteitsnormen is uitgewerkt. Duurzaam Bouwen is gestart met het opzetten van een projectgroep bij VROM in 1989. Het Plan van Aanpak Duurzaam Bouwen is van 1995.
- De Wet Milieubeheer (1993) is gebaseerd op het Milieubeleidsplan Plus en vervangt losse wetten door een brede integrale benadering van de wetgeving. De Hinderwet, de Wet Geluidhinder en de Afvalstoffenwet zijn daarin verwerkt.
- De Wet Bodembescherming is van belang voor bewoners die met verontreinigde grond onder de woning en in de woonomgeving te maken hebben. Inmiddels zijn veel benzinstations aangepakt (of gesloten) om aan de eisen van deze wet te voldoen.
- Het Asbestverwijderingsbesluit (1993) geeft onder andere regels voor het als bewoner zelf verwijderen van asbesthoudende vloerbedekking.
- De Energie Prestatie Norm (EPN) heeft betrekking op de integrale energiekwaliteit van gebouwen, die nieuw gebouwd worden. De eis wordt periodiek aangescherpt, met name om achterblijvers in de markt te dwingen tot verhoging van de kwaliteit. De Energieprestatie coëfficiënt zal in stappen naar $E_{pc} = 0,6$ worden verlaagd. Ook ten aanzien van de stedenbouwkundige inpassing van energie- of warmtelevering (Energie Prestatie op Locatie = EPL) zijn eisen in beweging.
- Het energieprestatieadvies (EPA) is sinds april 2000 van kracht en is bedoeld om de energiekwaliteitsachterstand van bestaande woningen aan te pakken. Er zijn geen dwingende eisen gesteld aan het te realiseren kwaliteitsniveau, maar het (op vrijwillige basis) laten opstellen van een integraal energieadvies levert een bonus op de subsidie voor een aantal energiebesparende investeringen. De EPA wordt in hoofdstuk 6 uitvoeriger behandeld, met name vanwege de samenhang tussen energiebesparende maatregelen en het binnenmilieu.
- Inbraakwerendheid voor nieuwbouw is vanaf 1999 geregeld. Het beslag en

ook de kozijn- en raamafmetingen moeten bij nieuwbouw of vervanging voldoen aan kwaliteitseisen. Het Politiekeurmerk Veilig Wonen biedt inzicht in kwaliteitsniveaus en veel bouwpartijen conformeren zich vrijwillig aan een hoog niveau. De integrale benadering van inbraakwering op complexniveau kan het predikaat 'Aktie Buurtpreventie' opleveren. In de praktijk resulteert 'Aktie Buurtpreventie' in een drastische verlaging van het aantal inbraken.

Ondanks deze veelheid aan wetten, regelingen en stimulansen kiest het Rijk voor het vereenvoudigen van regelgeving en voor deregulering. Er is vertrouwen in de vrije marktwerking. Volkshuisvesting maakt plaats voor het begrip wonen. In de Nota Wonen (2000) van het Ministerie van VROM is sprake van een nieuwe Woonwet.

4.3.2 Woonkeur

De Woonkeur (2000) combineert verschillende eisen- en wensenlijsten tot een integrale keur. In de Woonkeur zijn verenigd:

- Handboek voor Toegankelijkheid van de Gehandicaptenraad.
- VAC Kwaliteitswijzer van het Landelijk Contact van VAC's.
- Seniorenlabel van de Ouderenbonden.
- Politiekeurmerk Veilig Wonen van de politie.

In de Woonkeur zijn ook tal van aanbevelingen van de Stichting Consument en Veiligheid verwerkt. De Stichting Woonkeur wordt jaarlijks gecontroleerd door de Raad voor Accreditatie. Een onafhankelijke voorzitter moet waarborgen geven voor hoge kwaliteit van de afgegeven Woonkeur Certificaten.

De Woonkeur sluit aan op het Bouwbesluit, maar heeft geen wettelijke status. Door de flexibele opzet kan sneller ingesprongen worden op maatschappelijke veranderingen dan via verandering van het Bouwbesluit. De Woonkeur gaat in de kwaliteitseisen verder dan het Bouwbesluit. Het Bouwbesluit beschrijft minimumeisen die gehaald moeten worden. In de praktijk zijn deze minimumeisen tegelijk het maximumkwaliteitsniveau geworden voor die kenmerken die niet goed 'verkopen' of de bouw duurder maken. Voorbeelden daarvan zijn de geluidsisolatie, het ventilatievolume en de temperatuur van tapwater. De Woonkeur sluit aan bij maatschappelijk geaccepteerde kwaliteitsniveaus die op vrijwillige basis worden gerealiseerd. Er is een basispakket en een drietal zogenaamde pluspakketten waarvoor sublabels verworven kunnen worden: het sublabel gebruikskwaliteit, veiligheid en toekomstwaarde. Bij de officiële keuring voor de Woonkeur wordt een aangemeld project bekeken door een Woonkeuradviesgroep (WAG), een adviesgroep die lijkt op een verbrede VAC (voorheen vrouwen advies commissie voor de woningbouw).

De Woonkeur is in een aantal opzichten van belang voor gezond wonen. Hoewel de Woonkeur in dit stadium ontwikkeld is voor nieuwbouw, kunnen ook

bestaande woningcomplexen gekeurd worden. Toetsing van woningverbeteringsplannen is ook mogelijk.

Basiseisen die een verbetering van gezondheidsfactoren bewerkstelligen, zijn:

- De woonomgeving wordt uit sociaal oogpunt aantrekkelijk ingericht.
- Ongevalveiligheid wordt via praktische eisen aan openingen en kozijnen verhoogd.
- De woning bevat een rookmelder.
- Aan de bereikbaarheid en inbraakveiligheid van ventilatievoorzieningen worden nadere eisen gesteld.
- De toegankelijkheid voor gehandicapten (met name rolstoelgebruikers) wordt verbeterd.
- Het geluidsniveau van apparatuur mag in een verblijfsruimte niet meer dan 30 dB(A) zijn.

Enkele voor de gezondheid belangrijke kwaliteitseisen ontbreken echter in het Basispakket, zoals:

- Aandacht voor het legionellabesmettingsrisico, zoals minimumtapwatertemperatuur en het ontbreken van loze leidingen.
- Een verhoogd afzuigniveau in de mechanische ventilatievoorziening (voor gebruik tijdens pieken, bijv. in combinatie met een afzuigkap).
- Aansluitpunt voor afvoerlucht uit wasdroger als de badkamer niet via een raam in de gevel te ventileren is.
- Een bergruimte binnen (met ventilatie) of buiten voor tijdelijke opslag van groente- en fruitafval.

De pluspakketten bieden vanuit gezondheidsoogpunt geen nieuwe eisen, wel enige kwaliteitsverhoging, zoals ten aanzien van inbraakveiligheid en sociale controle of geluidsisolatie. Een Pluspakket 'gezonde woning' of 'allergeenarme woning' zou echter wel goed passen in de systematiek van de Woonkeur.

4.3.3 Het recht op gezonde lucht

Momenteel zijn in EU-verband voor slechts enkele van de honderden binnenluchtverontreinigingen richtlijnen opgesteld. Soms wordt om preventieve acties gevraagd, ook als nog niet wetenschappelijk is aangetoond wat de gezondheidseffecten van verontreinigingen zijn. Het is daarom de taak van internationale en nationale instellingen om criteria voor een goed binnenmilieu op te stellen.

De Wereldgezondheids Organisatie (WHO) werkt aan een internationaal aanvaardbaar stelsel van richtlijnen en aanbevelingen voor een gezonde binnenlucht. Op de conferentie Healthy Buildings in Helsinki werd een voorloper van dit document gepresenteerd (Molhave, 2000). De belangrijke statements in 'Het recht op gezonde lucht' van de WHO zijn:

1. Binnenlucht zou niemand mogelijke gezondheidsschade mogen berokkenen.

2. Ieder heeft het recht om te weten of er blootstelling is aan potentieel gevaarlijke stoffen.
3. Niet alleen gezondheid, maar ook goed functioneren en comfort verdienen aandacht, vanuit de definitie van de WHO (1948): 'Gezondheid is een toestand van volledig lichamelijk, geestelijk en sociaal welzijn en niet slechts afwezigheid van ziekte of gebrek'.
4. Een individu hoort enige persoonlijke controle over binnenmilieu en luchtkwaliteit te hebben.
5. Het recht op goede binnenlucht is voor ieder, ongeacht nationaliteit, status of inkomen. Minder bedeelden moeten betrokken worden bij wat ook de kwaliteit van de binnenlucht beïnvloedt, zowel door privaat als particulier ingrijpen.
6. Vanuit het principe van gelijke rechten mag het welvaartsniveau geen invloed hebben op het zorgdragen voor goede binnenlucht.
7. Economische motieven zijn onvoldoende reden om binnenluchtvervuiling te rechtvaardigen.
8. Ieder individu, groep of organisatie die met een bouwwerk te maken heeft, is verantwoordelijk voor het bevorderen of realiseren van een acceptabele luchtkwaliteit, als zij mede daarvan profiteren (Verenigde Naties, 1997).
9. Zij die binnenruimte leveren, beheren of gebruiken, hebben de plicht om het binnenmilieu niet te schaden, ook als men er zelf geen last van heeft.
10. Onder het principe 'de vervuiler betaalt' dient gezondheidsschade door de vervuiling hersteld te worden.
11. Vanwege hun verantwoordelijkheid dienen alle betrokken organisaties duidelijke criteria te stellen voor het evalueren en vaststellen van binnenluchtkwaliteit en de invloed op de volksgezondheid.

Bij het stellen van criteria wordt vaak de term 'geringe blootstelling' gebruikt. Geringe blootstelling duidt erop dat men van klachten herstelt, dat klachten niet specifiek zijn of beperkt blijven tot het prikkelen van zintuigen. Als een causaal verband tussen meetbare blootstelling en gezondheidseffecten is aangetoond, moeten richtlijnen niet-omkeerbare schade voorkomen. Gezondheidseffecten die meetbaar zijn en waarvan oorzaak en gevolg bewezen zijn, krijgen de hoogste prioriteit:

- allergie en schimmel of andere microben
- allergie en biologisch afval
- kanker en vluchtige organische koolstofverbindingen
- kanker en radon
- kanker en asbest
- effecten op ademhalingsorganen door NO₂
- effecten op ademhalingsorganen door schimmels, microben en sporen
- irritatie en formaldehyde
- bloedvatenstelsel en koolmonoxide.

Effecten die minder onomkeerbaar zijn, maar een goed gedocumenteerde relatie tussen vervuiling en gezondheid hebben (secundaire effecten):

- Irritaties en door de mens gemaakte minerale vezels (MMMF)
- Effecten op ademhalingsorganen van fijn stof
- Geuren en gassen en dampen
- Irritatie en vluchtige organische koolwaterstoffen
- Irritatie en kooldioxide.

Potentiële of hypothetische schadelijke effecten waarvan de oorzaken en gevolgen onvoldoende wetenschappelijk zijn vastgesteld:

- astma, gassen en dampen
- kanker en PAK's
- kanker en biociden
- kanker en formaldehyde
- kanker en nitrosaminen
- irritaties en reactieve producten
- irritaties en endotoxinen of glucanen
- neurotoxiciteit en vluchtige organische koolwaterstoffen
- neurotoxiciteit en biociden.

Voor relaties met de hoogste prioriteit denkt men vooral aan internationale richtlijnen en aanbevelingen. Naarmate de bewijslast meer discussie oproept, beveelt de WHO-werkgroep aan om nationale richtlijnen en aanbevelingen op te stellen. We komen daarmee op het terrein van de Nederlandse wetgeving.

4.3.4 Gezondheidsclassificatie

Verschillende onderzoekers werken aan methoden voor gezondheidsclassificering. Zo'n classificatie kan bijdragen aan een beter inzicht in kwaliteitsniveaus en aan meer op het binnenmilieu gericht beleid van woningverbetering. Op onderdelen staat de classificatie van woningen in de belangstelling: akoestische kwaliteit, schimmelgevoeligheid, energiekwaliteit, maatlat binnenmilieu en straling. Een classificatie van schimmelgevoeligheid wordt verwacht. De EPC en EPA voor nieuwbouw respectievelijk woningverbetering illustreren welke grote invloed integrale kwaliteitstoetsing op deelgebieden kan hebben.

TNO en TU Eindhoven hebben een gezondheidsclassificatie van woningen (GCW) ontworpen, die is opgebouwd aan de hand van een 3-klassen-systeem, waarbij sterren (*) het gezondheidskwaliteitsniveau bepalen (zie bijlage 3). Het niveau * (een enkele ster) is gelijk aan het door het Bouwbesluit gegarandeerde minimum en wordt omschreven met "het risiconiveau dat algemeen maatschappelijk, gemiddeld in Nederland als acceptabel wordt ervaren en dat in de voorschriften van het Bouwbesluit is verwoord, ter uitvoering van de Woningwet". Dit niveau vergt veel huishoudelijk werk ter voorkoming van

extra gezondheidsrisico's.

Bij *** (drie sterren) "is het niveau van gezonde woningen bereikt met bouwkundige en installatietechnische hulpmiddelen, voorzover haalbaar met de huidige stand van de techniek". Bij dit niveau kunnen bewoners hun woning vrij inrichten, normaal schoonmaken en hoeft niet overmatig te worden verwarmd en geventileerd om gezondheidsrisico's te verminderen. De woningen zijn droog en fris, er is weinig geluidsoverlast en voorzieningen functioneren goed uit het oogpunt van het verminderen van gezondheidsrisico's. Ten opzichte van het Bouwbesluit zijn de eisen aan de luchtdichtheid van de kruipruimte verdubbeld. De f-factor (een temperatuurfactor, die de ernst van koudebruggen aangeeft) van de begane-grondvloer is $>0,85$ in plaats van $0,65$. Het **-niveau (twee sterren) zit tussen het hoge en lage niveau in.

Omdat zo veel bestaande woningen onder of binnen het éénsterrenniveau vallen, is er behoefte aan een classificatie, die specifiek een instrument biedt voor de bestaande woningvoorraad. Een aangrijpingspunt voor de classificatie van bestaande woningen wordt geboden door de Gezondheidstoets die is ontwikkeld in het kader van de experimentele fase van de Energie Prestatie Advisering (EPA). EPA's hebben vooral betrekking op woningen, waarvoor extra energiebesparingsingrepen mogelijk zijn. De energieadvisering biedt goede kansen om gezondheidsrisico's in beeld te brengen. De toets wordt in hoofdstuk 6 behandeld.

4.3.5 De stralingsprestatienorm

Aan de radonconcentratie in woningen worden nog geen eisen gesteld. Uitbreiding van het Bouwbesluit met een stralingsprestatienorm is te verwachten in 2001. Het gemiddelde stralingsniveau in bestaande Nederlandse woningen is 29 Bq/m^3 lucht en via een stimulerend beleid wil men dit naar 20 Bq/m^3 terugbrengen. Maatregelen zijn onder meer kierdichting van de begane grondvloer, goede ventilatie van de kruipruimte en van de woning en materiaalkeuze gericht op een lage initiële radonemissie. Via een duurzaam bouwen convenant (1998), afgesloten tussen onder meer de koepel van woningcorporaties, het ministerie van VROM en de Nederlandse Woonbond, worden maatregelen geconcretiseerd: in enkele jaren tijd moet de kierdichting van begane grondvloeren en de ventilatie van kruipruimten van vele tienduizenden woningen worden verbeterd.

4.3.6 De Waterleidingwet

De Europese Drinkwater Richtlijn (98/83/EG) is in december 1998 in werking getreden en in 2000 ingevoerd. De Richtlijn stelt dat water aan de tap geen parasieten, micro-organismen of andere stoffen mag bevatten, die gevaar voor de volksgezondheid opleveren. Het gezonde en schone tapwater moet

voldoen aan door de EU bepaalde waarden. De Nederlandse Waterleidingwet dient om de Europese Drinkwaterrichtlijn uit te voeren. De leverancier of exploitant van koud of warm water heeft een zorgplicht voor deugdelijkheid van het water en dient nadere regels (via een Algemene Maatregel van Bestuur of een Ministeriële Regeling) op te volgen. Bij de levering aan individuele woningen of collectieve levering tot vijftig personen geldt niet de zorgplicht voor het water, maar voor de deugdelijkheid van de installatie. Ten aanzien van legionella zijn er geen waarden gegeven. De regeling en het beheersplan zijn niet bestemd voor individuele particuliere woningen, tenzij deze aangesloten zijn op een collectieve drinkwaterinstallatie.

4.3.7 NEN-/EN-normen

In een continue productiestroom worden de Nederlandse Normen, die de eisen in het Bouwbesluit nader omschrijven en toetsbaar maken, aangepast aan Europese richtlijnen. De toevoeging EN (Europese Norm) laat zien of deze aanpassing reeds doorgevoerd is. Bouwvoorschriften worden niet meer in termen van materialen en constructies of uiterlijke vormen beschreven, maar in termen van prestaties. Een voorbeeld is de praktijkrichtlijn voor ventilatie van woningen, waarbij niet de oppervlakte van ventilatieopeningen wordt beschreven, maar de prestatie in termen van de hoeveelheid luchttoevoer of -afvoer.

In het kader van CEN TC 156 zijn in Europees verband pogingen ondernomen om de ventilatie-eisen per lidstaat te vervangen door een algemene standaard. De concept norm prENV 1752 'Design criteria for the Indoor Environment' is bij de slotstemming weggestemd door Zwitserland, met als argumenten: de eisen zijn niet realistisch (te hoog), de procedure om ventilatievouden vast te stellen sluit niet aan bij de behoefte van ontwerpers of adviseurs en de norm houdt te weinig rekening met de specifieke behoeften in sommige landen. Het belangrijkste gevolg hiervan is dat er geen universele ventilatieluchthoeveelheden zullen worden gespecificeerd.

4.3.8 De Nota Wonen

De *Nota Wonen* van het Ministerie van VROM bevat een interessante analyse van actuele huisvestingsproblemen en zet heldere lijnen uit naar de toekomst. Inspraak krijgt meer aandacht, omdat in een vrije woningmarkt de invloed van de consument te gering is om keuzevrijheid te garanderen. In een Woonwet zal de zeggenschap van consumentenorganisaties worden versterkt, door deze aan te merken als een van de te raadplegen partijen bij besluitvorming over het woonbeleid van corporaties en gemeenten. Elke huurder krijgt in beginsel de mogelijkheid tot het aanpassen en verbeteren van de woning. De vergunningverlening voor verbouwingen door eigenaren

zal in veel gevallen sneller en goedkoper gaan verlopen. Voor het verwijderen van loden drinkwaterleidingen is een subsidieregeling van kracht, totdat een wettelijk verbod zal ingaan. Er wordt gewerkt aan afspraken om huurwoningen, die verkocht worden, vooraf asbestvrij te maken. Er komt onderzoek naar de toepassing van ventilatievoorzieningen, gericht op meer inzicht in de aanwezigheid en het juiste gebruik van goede ventilatiesystemen. Tijdens een proefperiode van enkele jaren zal de geluidsnorm voor contactgeluidisolatie met 5 dB worden verhoogd, om een betere wering tegen loopgeluiden te bieden. Om notoire overlastveroorzakers (geluid) beter te kunnen aanpakken, wordt gedacht aan het verruimen van het burennrecht, om uitzetting te vergemakkelijken. Om de toekomstwaarde van woningen te vergroten, worden via het Bouwbesluit voorschriften opgenomen, die door de markt te weinig (of niet) worden opgepikt:

- De minimumplafondhoogte gaat van 2.40 naar 2.60 m.
- Trappen worden luier, zodat ze beter beloopbaar en veiliger zijn.
- De liftkooien en gangpaden in collectieve woongebouwen worden breder.
- De contactgeluidisolatie gaat met 5 dB omhoog.

Uit onderzoek blijkt dat de lokale bestuurders zich er onvoldoende van bewust zijn dat het bouw- en woningtoezicht een kerntaak is. In de dossiers van bouwvergunningen ontbreken regelmatig (rond 25%) gegevens over bodemonderzoek en constructieve veiligheid, maar ook andere gegevens, die voor volledige toetsing van de kwaliteit nodig zijn. Uit onderzoek blijkt dat bij de oplevering de genormeerde afzuighoeveelheden regelmatig niet worden gehaald (Hasselaar, 2000). De Inspectie Volkshuisvesting zal zijn activiteiten op het gebied van de bouwregelgeving opvoeren. De eigen verantwoordelijkheid van burgers en de bouwpraktijk voor naleving van de bouwregelgeving zal worden aangescherpt. Woonzorg, met name voor ouderen en gehandicapten, wordt een onderdeel van het Rijksbeleidskader. Gemeenten en woningcorporaties moeten aandacht gaan geven aan betaalbare en levensloopbestendige woningen. In de grote steden blijkt een opeenhoping van bewoners, die door hun sociaal-economische status minder kansen hebben, ook op het terrein van de gezondheidszorg. De gezondheidsverschillen kunnen grotendeels worden herleid tot verschillen in leefstijl, maar de invloed van de fysieke omgeving mag niet worden uitgesloten (hoge woningdichtheid, verkeersoverlast, verval van bebouwing, gebrek aan groen, bedrijven bij de buurt), zoals blijkt uit de Milieuverkenningen 5 van het RIVM. Ten slotte geeft de *Nota Wonen* aan hoe woningcorporaties hun positie kunnen verduidelijken. De rol van corporaties blijft voor miljoenen bewoners van essentieel belang voor gezond wonen.

4.4 Het Bouwbesluit en gezond wonen

4.4.1 Inleiding

Het Bouwbesluit geeft eisen waaraan alle bouwwerken moeten voldoen. De vijf hoofduitgangspunten zijn:

1. veiligheid
2. gezondheid
3. bruikbaarheid
4. energiezuinigheid
5. milieu.

Bij of krachtens Algemene Maatregel van Bestuur kunnen nadere technische voorschriften aan het Bouwbesluit worden opgehangen. Maatregelen uit het oogpunt van milieu worden momenteel als nadere technische voorschriften via een Algemene Maatregel van Bestuur geregeld. Het streven is om het Bouwbesluit aan te vullen met wetgeving in het kader van 'milieu'. Milieu is in dit verband beperkter van betekenis dan duurzaam bouwen. De relatie tussen duurzaam bouwen en de pijlers van het Bouwbesluit zijn globaal:

duurzaam bouwen – Bouwbesluit
 optimaliseren grondstofgebruik – milieu
 energiezuinig bouwen – energiezuinigheid
 vergroten levensduur – bruikbaarheid en veiligheid
 gezond binnenmilieu – gezondheid.

Volgens de systematiek van het Bouwbesluit moeten de gezondheidskenmerken gevat worden in prestaties ten aanzien van: geluidswering, thermische aspecten, reinigbaarheid, ventilatie, luchtdoorlatendheid van de gevel, vochtwering, gevoeligheid voor aantasting door schimmels, waterafvoer, daglicht/uitzicht, veiligheid. Het Bouwbesluit stelt ten aanzien van gezondheid een aantal minimumprestatie-eisen: "Het risiconiveau dat algemeen maatschappelijk, gemiddeld in Nederland als acceptabel wordt ervaren en dat in de voorschriften van het Bouwbesluit is verwoord, ter uitvoering van de Woningwet".

De Europese Unie stelt wetten en richtlijnen op, waaraan de nationale regelgeving moet worden aangepast. Veel normen waarnaar het Bouwbesluit verwijst zijn al vernieuwd. Ten aanzien van gezondheid in gebouwen schrijft de Europese Unie (EG, 1994): Het bouwwerk moet zodanig zijn ontworpen en uitgevoerd dat de hygiëne en gezondheid van bewoners en omwonenden geen risico lopen door met name:

- Ontsnapping van giftige gassen.
- Aanwezigheid in de lucht van gevaarlijke deeltjes en gassen.
- Verontreinigingen en vergiftiging van water of bodem.
- Gebrekkige afvoer van afvalwater, rook, vast en vloeibaar afval.
- Vochtophoping in delen of op binnenwanden van het bouwwerk.

Het Bouwbesluit stelt minimumeisen en daarom zijn er geen regeltechnische belemmeringen om gezonde woningen te bouwen. In de bouwpraktijk wordt minimumkwaliteit in veel opzichten gehanteerd als maximum. Door gebrek-kig toezicht op naleving wordt het minimum in de bouwpraktijk lang niet altijd gehaald. De prestatie-eisen van de pijler gezondheid kunnen strijdig zijn met andere eisen, zoals bruikbaarheid en energiezuinigheid. Denk daarbij bijvoorbeeld aan de temperatuur van warm water of de omvang van het ventilatievolume.

4.4.2 Gezondheidsaspecten in het Bouwbesluit voor nieuwe en bestaande woningen

In het onderstaande wordt commentaar gegeven op regelgeving in het Bouwbesluit. Daarbij is gelet op de relatie met ongevallen, brand, binnenluchtkwaliteit, drinkwaterkwaliteit, geluidhinder en stress. De uitvoerige tekst per artikel is opgenomen in bijlage 2.

Voorschriften uit het oogpunt van veiligheid

De sterkte van de bouwconstructie levert in Nederland geen of nauwelijks gezondheidsrisico op. Ook de brandwerendheid met betrekking tot het bezwijken van de constructie lijkt in de praktijk nauwelijks risico te geven.

De geringe hoogte van bestaande balustrades of balkonhekken en de uitvalbeveiliging van ramen geeft in bestaande woningen soms een ongevalsrisico. Trappbomen en leuningingen kunnen door bewoners zijn weggezaagd, om meer ruimte te creëren. De veiligheid bij het ramen zemen laat regelmatig te wensen over. Ramen grenzend aan portieken en trapgaten zijn aan de binnenzijde soms moeilijk bereikbaar.

De steile helling van trappen en het aantal draaiingen (spiltrap) veroorzaken samen met de gladde afwerking en de geringe voetruimte jaarlijks veel ernstige ongelukken. Uit het oogpunt van levensloopbestendig en veilig wonen dienen strengere eisen aan trappen te worden gesteld.

Ondanks strenge veiligheids-eisen komen brand of ontploffing door verouderde of beschadigde gasleidingen en de daarop aangesloten apparaten nog steeds voor. Het wegvallen van de (ongevraagde en gratis) veiligheidsinspectie van energiedistributiebedrijven is nog niet gecompenseerd door andere maatregelen of grotere voorzichtigheid, waardoor het risico van niet-opgespoorde gaslekage is toegenomen. Het verlengen van onderhoudsperiodieken van cv-ketels is uit het oogpunt van het voorkomen van storingen (curieus) een gunstige ontwikkeling. Verwarmingsketels kunnen beter met rust gelaten worden. Een actief veiligheidsbeleid blijft belangrijk. Verhuurders besteden het onderhoud uit en zien kennis en controle verdwijnen, zodat inzicht in het veilig functioneren van installaties afneemt, naarmate de onderhoudsperiodiek verlengd wordt. Minder sleutelen, maar wel veiligheids-

controles laten uitvoeren, geeft minder storingen en bespaart bovendien op onderhoudskosten.

Opstelruimten van cv-ketels worden gebruikt als bergruimte of garderobe, met name als deze vlak bij de entree zijn gesitueerd. Daardoor ontstaan soms brandgevaarlijke situaties. De meeste ongevallen met vuur of met hete voorwerpen vinden echter plaats in de keuken. Het ziekterisico door rookontwikkeling is naar aard, omvang en frequentie groter dan door vuur.

Voorschriften uit het oogpunt van gezondheid

In bestaande woningen is het verminderen van gezondheidsrisico's vaak niet afdwingbaar. Daarbij zijn de opvallendste problemen:

- Het bestaan van koudebruggen die op vloeren en in slaapkamers een lage oppervlaktetemperatuur geven, met als gevolg groei van de huisstofmijt of van schimmels.
- Ventilatievoorzieningen die door vervuiling van kanalen en roosters en ook door technisch verval van mechanische systemen onvoldoende bruikbaar zijn. De ventilatiemogelijkheden zijn vaak te gering voor het droog houden van vloeren en wanden in de winter.
- Grote schimmelgevoelige oppervlakken in badkamers.
- Kieren in de vloer, met als gevolg vochtbelasting uit de kruipruimte (en binnendringen van radon).
- De afvoerloze geiser, die in een half miljoen woningen nog voorkomt.
- Geluidsoverlast van apparatuur binnen de eigen woning.
- Het legionellarisico van individuele tapwatersystemen.

Veel oude woningen kampen met geluid van buiten en van burens (naast, boven en beneden). Geluidsoverlast en dienten gevolge burenruzies en toename van stress vormen een bedreiging van de gezondheid. Geluidhinder door waterslag neemt toe door éénhendelkranen en door toename van apparatuur met motorgestuurde kleppen, zoals vaatwasmachines. Het geluidsniveau van een toilet met waterspoeling, van de cv-ketel, van verwarmingsleidingen en het mechanische ventilatiesysteem is voor de eigen woning niet aan eisen gebonden. Het Bouwbesluit stelt wel eisen aan de overlast naar of vanuit een naastliggende woning. Hoewel 36% last heeft van het lawaai van de afzuigkap, stelt een fabrikant van deze apparaten, dat een afzuigkap herrie mag maken om bewoners het idee te geven dat deze voldoende afzuigt.

De dB(A)-waarde van een geluid is de geluidsstrekte, gecorrigeerd voor de gevoeligheid van het menselijke gehoor. Er zijn verschillende soorten geluid (lucht- en contactgeluid) en geluidsoverdracht: directe transmissie, flankerende geluidsoverdracht en omloopgeluid. De isolatie-index wordt bepaald door een vergelijking te maken tussen de gemeten waarden en de normwaarden. Het verschil wordt uitgedrukt in een positief of negatief getal in dB. Is de isolatie-index 0, dan wordt juist voldaan aan de norm, wat niet betekent dat men geen geluidhinder ondervindt.

Aan de wering van insecten (muggen, kakkerlakken) of vogels (duiven) stelt het Bouwbesluit geen eisen, wel aan de wering van ratten en muizen.

De Woningwet regelt enkele kwaliteiten die niet in het Bouwbesluit zijn opgenomen, zoals hinder. Onder hinder wordt begrepen de overlast door bijvoorbeeld fietsen in het trappenhuis, lawaaihinder, het veroorzaken van televisiestoringen door zendapparatuur en ook het verspreiden van roet en stank door allesbranders en open haarden.

Enkele maatregelen zijn niet geregeld in het Bouwbesluit maar in de Model Bouwverordening:

- Het toepassen van een verwarmingsketel met een lage NO_x-emissie.
- Het toepassen van een gesloten warmwatertoestel.
- De verlichting van achterpaden.

Ventilatie-eisen

De norm voor minimumventilatiecapaciteit is 0,9 l/s per m³ voor verblijfsgebieden in woningen (Bouwbesluit, 1992). De ventilatiecapaciteit van de woonkamer en slaapkamers in oudere woningen is 1 l/s per m³.

Het Bouwbesluit kent geen keukens meer, maar een verblijfsruimte met kooktoestel. De eis is 50% verse lucht bij een ventilatiehoeveelheid van 0,9 l/s per m³. De afzuiging naar het dak moet minimaal 75 m³ zijn, de overige afzuiging mag via ramen of roosters in de gevel of via overige ruimten naar buiten.

Het oppervlak van de verblijfsruimte hoeft niet overeen te komen met het werkelijke oppervlak. Dit impliceert dat opnamen in de praktijk geen betrouwbaar beeld geven van de capaciteiten, op basis waarvan een bouwvergunning is verleend. Daarvoor moet men de oorspronkelijke bouwvergunning raadplegen.

Het is een aanvaarde praktijk om bij bestaande woningen de ventilatievoorzieningen en capaciteiten te eisen, die van kracht waren ten tijde van het opleveren van de woningen. Dit houdt dan in voor bijna alle woningen van voor 1992, indien voorzien van mechanische ventilatie, dat de volgende afvoerhoeveelheid gehaald moet kunnen worden:

- Keuken: 75 m³ per uur, indien gesloten en met een vloeroppervlak tot 10 m²; 100 m³ per uur met een oppervlak groter dan 10 m²; 150 m³ per uur open keukens, lucht mag uit de woonkamer of slaapkamer.
- Badkamer: 50 m³ per uur.
- WC: 25 m³ per uur.

Voor toevoervoorzieningen zijn oppervlakte-eisen gesteld, die in bestaande woningen van voor 1992 veelal neerkomen op een te openen raam.

Bij natuurlijke afzuiging gelden eisen ten aanzien van de diameter, de ruwheid en het verloop van ventilatiekanalen. Met een rekenregel van 1 m/s luchtsnelheid in kanalen en raamopeningen kan gecontroleerd worden of

globaal aan de eisen wordt voldaan.

Uitgangspunt in de Nederlandse norm is een hoeveelheid frisse lucht van 25 m³/uur per persoon. Dit levert ruim voldoende zuurstof en wordt voldoende geacht om geuren te vermijden en transpiratievocht kwijt te raken. Voor de keuken en de badkamer is de vochtafvoer maatgevend.

De luchttoevoer moet zich ten minste 1,8 m boven de vloer bevinden, om tocht te voorkomen. De luchtsnelheid in de leefzone mag niet meer zijn dan 0,2 m/s (op een aantal plaatsen zoals vlak bij het raam mag de dubbele snelheid voorkomen).

Om ervoor te zorgen dat een afvoer afvoert en een toevoer toevoert, moet bij natuurlijke ventilatie de uitmonding bovendaks in of bij de nok uitkomen en minstens 50 cm boven het dakvlak uitsteken (bij daken steiler dan 23 graden). Bij flauw hellende daken (minder dan 23 graden) mag een afvoer overal op het dak staan, maar wel altijd minstens 50 cm boven het dakvlak.

De verse luchttoevoer moet voldoende ver van rookgasafvoeren en van ventilatiekanalen verwijderd zijn. Er bestaat een ingewikkelde bepalingmethode voor deze afstand.

Er is onderscheid naar ventileren, luchten en spuien. Ventileren is permanent, om de constante vervuiling af te voeren. Luchten is het in enkele minuten (tot een kwartier) geheel verversen van de inhoud van een vertrek. Doorspuien is grondig en langdurig luchten, bijvoorbeeld als de kamer vol rook hangt, als iets aangebakken is of om te koelen met buitenlucht.

Voor het doorspuien is in bestaande woningen een capaciteit van 10,8 m³/uur per m³ verblijfsruimte vereist. Voor een woonkamer van 20 m³ is dat 216 m³/uur. Dit kan bereikt worden met een buitendeur half open. De minimaal in het Bouwbesluit geëiste afzuighoeveelheden worden in de praktijk in veel gevallen (tot 80% voor de keuken) niet gehaald. De kwaliteit van opgeleverde woningen wordt nauwelijks gecontroleerd, waardoor reeds bij de oplevering in 25% van de woningen de keukencapaciteit niet gehaald wordt.

Toegelaten concentraties van vervuiling in woningen

Over het algemeen is het aantal wettelijke normen voor blootstellingniveaus van agentia in het binnenmilieu beperkt. Deregulering, strijdigheid met EU-regelgeving, de lastige handhaving en het aspect van privacybescherming worden als redenen aangevoerd om terughoudend te zijn met regelgeving.

Het Bouwbesluit bevat geen eisen ten aanzien van de maximale concentraties van stoffen. Er is wat dat betreft geen prestatie-eis. De prestaties zijn wel geregeld via wetgeving over arbeidsomstandigheden. Het Bouwbesluit regelt onder ander functionele eisen, bijvoorbeeld de verplichting om bij nieuwbouw een geventileerde opslagruimte voor GFT-afval te realiseren.

De Nationale MAC-lijst geeft maximaal aanvaarde concentraties bij een tijd-gewogen gemiddelde voor kantoorgebouwen (zie tabel 4.2). Uitgangspunt is een verblijfsduur van acht uur per dag en vijf dagen per week. De MAC-waar-

Tabel 4.2 Overzicht van maximaal aanvaarde concentraties van vervuiling in woningen(MAC)

Stof	MAC-waarde Kantoren	Grenswaarde (officieel)	Advieswaarde (niet officieel) woon/slaapkamer
CO	25 ppm	9 ppm	3 ppm
CO ₂	5000 ppm	1200 ppm	800 ppm
NO ₂	2 ppm	0,08 ppm	0,02 ppm
Inhaleerbaar stof	10 mg/m ³		
Respirabel stof	5 mg/m ³	0,07 mg/m ³	0,04 mg/m ³
VOV	0,3 mg/m ³	0,16 mg/m ³	0,08 mg/m ³

Bron: Hasselaar, 1995

de gedeeld door drie geeft een indicatie van de advieswaarde voor een woning. Deze vuistregels zijn echter niet officieel en niet epidemiologisch getoetst. Ze dienen ter illustratie van een mogelijke advieswaarde voor woningen en ze onderstrepen de hoge eisen aan de luchtkwaliteit, die een gevolg zijn van de lange verblijfsduur in woningen (zie tabel 4.3).

Voorschriften uit het oogpunt van energiezuinigheid

Voor de bestaande bouw gelden geen energieprestatie-eisen. Huurders van woningen kunnen geen energiebesparende maatregelen afdwingen, ook niet als zij bereid zijn daarvoor te betalen. Wel wordt via energieprestatieadviezen en subsidies het nemen van energiebesparende maatregelen op vrijwillige basis gestimuleerd.

Het Bouwbesluit stelt geen eisen aan de temperatuur in woningen. Over de capaciteit van een stooktoestel worden geen uitspraken gedaan. Een opstelplaats voor een stooktoestel is verplicht, zodat de woning wel verwarmd kan worden.

4.5 Juridisch houvast bij problemen

Enig houvast bij het aanpakken van gezondheidsrisico's komt van de Huurprijzenwet Woonruimte. De wet zegt: "verhoging van de huurprijs van woonruimte, welke een zelfstandige woning vormt, is niet redelijk, indien de huurder zich beroept op (in een bijlage vermelde) gebreken". Bij de Integrale Herziening Huurwetgeving is bepaald dat, indien de verhuurder niet binnen zes weken na een schriftelijke aanzegging van de huurder de daarin gestelde gebreken aan of tekortkomingen ten aanzien van de woonruimte heeft opgeheven, de huurder binnen twaalf maanden na het verstrijken van die termijn de huurcommissie kan verzoeken uitspraak te doen over de redelijkheid van de huurprijs, gelet op de ernst waarin het woongenot wordt geschaad.

Bij ernstige onderhoudsproblemen kan de huurder via de kantonrechter om

Tabel 4.3 Percentage woningen in Nederland met hinder en/of overschrijdingen van referentiewaarden

Agens/factor	Prevalentie
Hinder door geluid uit buurwoningen	31% - 39% (in enigerlei mate)
Hinder door geur uit buurwoningen	15% (in enigerlei mate)
Hinder door rioolstank	17% (in enigerlei mate)
Hinder door tocht	32%
Onvrede over thermische isolatie of temperatuurhandhaving	18%
Onvrede over ventilatie	21%
Zichtbare schimmelgroei	17%
Hinder vocht/vochtplekken	27%
Vochtproblemen	ca 20% (13% gering, 6% ernstig)
Zilvervisjes/stofluizen	ca 20%
Sensibilisatie van atopi voor huis(stof) mijtallergeen	ca 18%
Asbest (chrysotiel > 10.000 vezels/m ³)	ca 10% van naar schatting 2 miljoen woningen met asbesthoudende materialen
Zwevend stof PM ₁₀ > 140 microgram/m ³ /h	62%
NO ₂ > 150 microgram/m ³ /24 uur (referentiewaarde Gezondheidsraad)	90%
CO > 10 mg/m ³ /8 uur (niet rokers) (grenswaarde WHO en Gezondheidsraad)	ca 5% en 25 doden per jaar
CO ₂ > 1200 ppm (grenswaarde)	ca 15%
Formaldehyde > 120 microgram/m ³ /30 minuten (Nederlandse grenswaarde)	ca 2% woonkamers, ca 6% keukens, ca 10% slaapkamers
Radon uit kruipruimte > 1 Bq/m ³ EER/jaar (WHO referentiewaarde)	80 + of - 10%
Radon > 100 Bq/m ³ (WHO waarde voor nieuwbouw)	1-2%. Berekend: ca 400 gevallen van longkanker per jaar (niet rokers)

Bron: Miedema, 1997 (bewerkt)

een voorziening vragen, teneinde de gebreken snel te laten verhelpen.

In het Besluit Huurprijzen Woonruimte staat wanneer van een gebrek sprake is: er treedt ernstige overlast op in keukens dan wel in woon- of slaapvertrekken van doorslaand of optrekkend vocht, waardoor zich ernstige schimmelvorming of ernstige houtrot in balken of vloerdelen, of ernstige aantasting van de bruikbaarheid van voornoemde vertrekken voordoet. Er is ernstige lekkage in de woning van hemelwater.

Tevens kan van belang zijn dat ernstige en voortdurende stankoverlast binnen de woning optreedt door onvoldoende bodemafluiting. Of er is sprake van een zeer slechte algehele staat van onderhoud als zich een cumulatie van ernstige onderhoudsgebreken voordoet (zeer slechte toestand van buitenschilderwerk bij alle gevels, ernstige houtrot in kozijnen en ramen, slechte staat van steenachtige delen van de gevels (voeg- en metselwerk), ernstig kierende buitendeuren en ramen). Stankoverlast uit de kruipruimte dient te worden beoordeeld door de huurcommissie.

Er kan ook sprake zijn van een ernstig gebrek dat een huurverhoging niet toelaat, als in een vertrek, dat tot woon- of slaapvertrek is bestemd, of in een uitsluitend bij een onzelfstandige woonruimte behorende keuken, er blijvend of vrijwel blijvend vocht- of schimmelplekken zijn, ter grootte van meer dan een

kwart vierkante meter, of verrotte vloerdelen of plinten aanwezig zijn, als gevolg van optrekkend of doorslaand vocht.

Het belangrijkste juridische instrument van de huurder is dus het weigeren van de huurverhoging, in combinatie met het indienen van een bezwaarschrift bij de huurcommissie, waarin de huurder zich beroept op een ernstig gebrek. De huurcommissie oordeelt over de redelijkheid van de huur, waarbij zelfs sprake kan zijn van huurverlaging.

In 1999 zijn de mogelijkheden om de huur naar een laag niveau terug te brengen verruimd. Sinds november 1999 hanteren de huurcommissies een nieuwe versie van het Nulpuntenboek, waarin onder meer de volgende kenmerken voorkomen:

■ Gebreken in de categorie A

Geen toevoer van verse lucht en afvoer binnenlucht van toiletruimte, van het vertrek waarin zich het kooktoestel bevindt, het hoofdwoonvertrek, slaapvertrek of badruimte.

■ Gebreken in categorie B

■ Bruikbaarheid van een vertrek ernstig aangetast door houtrot of schimmelvorming. Met ernstig wordt hier bedoeld vrijwel constant aanwezige vocht- en schimmelvorming op een oppervlak van ten minste 0,25 m² in de keuken, woon- of slaapvertrekken. Ten aanzien van de badkamer worden alleen vochtproblemen ten gevolge van het binnendringen via de muur tussen binnen en buiten gewaardeerd (in categorie C).

■ Rookafvoer voor de hoofdverwarming werkt gebrekkig (vast te stellen via analyse binnenlucht).

■ Stankoverlast uit de kruipruimte door onvoldoende bodemafluiting en kieren in de vloer.

■ Gebreken in categorie C

■ Als sprake is van vocht- en/of stankoverlast, veelal in combinatie met schimmelvorming, ten gevolge van onvoldoende ventilatiemogelijkheden, dan gelden de volgende eisen: toilet- en badruimte: minimale luchttoevoer en afvoer 25 m³ per uur, afvoer direct naar buiten; gecombineerde toilet- en badruimte idem, met 50 m³ per uur; verblijfsruimte met kooktoestel idem, met 75 m³ per uur en afvoer direct naar buiten; overige verblijfsruimten 10,8 m³ per uur per m² vloeroppervlak, waarbij de aan- en afvoer via nadere ruimten mag plaatsvinden.

■ Geluidsoverlast van technische installaties geldt als ernstig gebrek als in een verblijfsgebied waarden hoger dan de nieuwbouwnorm +10 dB(A) worden gemeten, dat is 45 dB(A) als het geluid uit een aangrenzende ruimte komt en 50 dB(A) voor geluid binnen de eigen woonruimte.

■ Aan de geluidsisolatie worden in het Bouwbesluit voor bestaande woningen geen eisen gesteld. Toch kan de huurcommissie bij klachten normen hanteren, die 10 dB(A) minder streng zijn voor wanden en 25 dB(A) minder streng zijn voor vloeren en plafonds dan voor nieuwbouw.

- Onvoldoende warmteafgifte waardoor een vertrek niet bruikbaar is. Hiervoor gelden voor alle woningen minstens de normen die in 1960 zijn vastgesteld, tenzij de woning nadien is gebouwd volgens hogere geldende normen, zoals moge blijken uit de gemaakte berekeningen ten tijde van het aanleggen van de installatie. De temperatuureisen zijn: hoofdwoonvertrek 20°C, badkamer 22°C, keuken 15°C en overige verblijfsruimten 12°C.

In het Burgerlijk Wetboek is gesteld dat een verhuurder (en voor de alledaagse zaken ook de huurder) verplicht is om onderhoud te plegen. Onderhoud moet tijdig gepleegd worden, omdat de verhuurder anders kan opdraaien voor eventuele vervolgschades. Heft de verhuurder bijvoorbeeld een daklekkage niet snel op, waardoor vochtplekken in het plafond ontstaan, dan komen alle herstelwerkzaamheden, inclusief het schilderen van het plafond, voor kosten van de verhuurder. Anderzijds is de huurder aansprakelijk voor bijvoorbeeld een rotte vloer door een langdurig lekkende kraan, die allang gerepareerd had moeten worden. Als de verhuurder zijn onderhoudsverplichting verwaarloost, dan kan de huurder naar de kantonrechter stappen en aanspraak maken op een kortlopende procedure. De kantonrechter kan de verhuurder dwingen tot uitvoeren van herstel, op straffe van een dwangsom. De rechter kan ook de huurder machtigen om het herstel te laten uitvoeren. Ten slotte kan de huurder een klacht indienen bij de gemeente, die de eigenaar kan aanschrijven tot het uitvoeren van onderhoud.

Deze mogelijkheden worden volop benut door huurders en zijn de laatste tijd wat betreft aanleiding en procedure versoepeld. De mogelijkheid tot het procederen door een of twee huurdersvertegenwoordigers namens een geheel complex is verruimd. Uitspraken zijn dan voor alle woningen van kracht. Zo'n proces heeft in 1999 in de regio Utrecht bijvoorbeeld geluid tot een huurvaststelling met terugwerkende kracht, waardoor enkele bewoners meer dan f20.000 aan teveel betaalde huur terugkregen.

De mogelijkheden van aanschrijving tot het nemen van maatregelen via de gemeente worden in de praktijk steeds verder uitgehold, door het wegvallen van het volkshuisvestingskader en angst voor financiële gevolgen voor de gemeente.

4.6 Conclusies

Er zijn ingrijpende veranderingen geweest in de regelgeving, gedurende de laatste honderd jaar. Door eisen aan luchtverversing, drinkwater-, toilet- en badvoorzieningen, de rioolaansluiting, de wering van ongedierte, aan emissies van materialen en warmte- en geluidsisolatie zijn de woonomstandigheden enorm verbeterd. De verbeteringen zijn in veel gevallen het gevolg van

pionierende grote gemeenten, die elders werden nagevolgd. Via wetgeving werden de verbeteringen algemeen geldend verklaard. Momenteel zien we pionierende gemeenten, die op het terrein van duurzaam bouwen de kwaliteitsgrenzen verleggen: geen tropisch hout, op alle woningen zonneboilers, woningen met een $E_{pc} = 0,8$ of lager. Er is enige terughoudendheid om het Bouwbesluit aan te passen aan kwaliteitsniveaus, die brede maatschappelijke steun genieten. Via convenanten, via Maatlatten en Plannen van Aanpak wordt gepoogd om de woningkwaliteit stapsgewijs te verhogen, waarbij duurzaam bouwen anno 2001 de leidende gedachte is.

Op enkele punten verdient het Bouwbesluit aanscherping: trappen, ventilatievoorzieningen, geluidsisolatie, legionellabescherming. Een gezondheidsclassificatie kan een nuttig instrument zijn. Gebrek aan handhaving van de regelgeving en een zwakke positie van kopers en huurders op de krappe woningmarkt werken kwaliteitsproblemen in de hand.

5 Kenmerken van de Nederlandse woningvoorraad

5.1 Inleiding

Soms zijn de klachten van de bewoners over hun gezondheid de aanleiding om het binnenmilieu te onderzoeken. Hoewel klachten niet altijd duiden op gezondheidsrisico, verdient iedere klacht aandacht. Onderzoek naar de achtergronden kan inzicht bieden in mogelijke structurele of individuele problemen van het binnenmilieu.

Bij het uitvoeren van de vele woningopnamen is een opnamemethodiek ontstaan, die snel inzicht kan geven in de gezondheidsrisico's in woningen. De nadruk ligt daarbij op de structurele kenmerken van de woning. Omdat we niet de gezondheidseffecten opnemen, maar de fysieke kenmerken die deze effecten kunnen veroorzaken, is een indeling naar opnamethema's gemaakt. De thema's zijn ingedeeld naar schaalniveau (omgeving, woning, vertrek en detail), naar ruimten of functies (keuken, badkamer enz.) en naar voorzieningen (verwarming, ventilatie enz.). Tevens is er aandacht voor het gebruik van de woning door de bewoners.

In dit hoofdstuk komen de bouwjaarklasse en bouwwijze aan de orde: algemene kenmerken van de Nederlandse woningvoorraad, op basis van een indeling in verschillende woningcategorieën. In het volgende hoofdstuk wordt aan de hand van een woningopnameprotocol vastgesteld, welke afzonderlijke kenmerken het binnenmilieu belasten en gezondheidsrisico kunnen geven.

In naar schatting meer dan een miljoen Nederlandse woningen is sprake van kenmerken die de gezondheid kunnen schaden. Bepaalde gezondheidsrisico's komen in zeer veel woningen voor, zoals tapwater dat niet warm genoeg wordt om legionella te doden, afzuigsystemen die slechts de helft van de normhoeveelheid afzuigen, of een trap die glad en steil is.

5.2 Bouwjaarklasse en bouwwijze

5.2.1 Inleiding

Het bouwjaar vertelt veel over een woning: de voorschriften van toen, de toegepaste bouwmethoden en ook de bouwconjunctuur. Termen als vroeg naoorlogse bouw, industriële bouw en nieuwe truttigheid zeggen veel over kenmerken zoals het isolatieniveau, typerende koudebruggen en zelfs de ligging en inrichting van de badkamer. De bouwjaarklasse geeft echter niet meer dan een indicatie. Een woning uit bijvoorbeeld 1965 kan zowel industrieel als traditioneel gebouwd zijn. Opname ter plaatse blijft daarom noodzakelijk.

De bouwjaarklassen worden ingedeeld op basis van momenten waarop de regelgeving belangrijk is gewijzigd of door technologische veranderingen nieuwe materialen en constructies zijn geïntroduceerd

Voorbeelden van technologische doorbraken en grootschalige toepassing in de woningbouw:

- Betonconstructies vanaf het begin van de twintigste eeuw.
- De spouwmuur vanaf 1915.
- Stalen kozijnen vanaf het midden van de jaren dertig.
- Houtvervangende constructies zoals holle baksteenvloeren, geperste stroplaten, vlasvezelplaten of houtwolcementplaten in de schaarsteperiode van 1945 tot 1955.
- Industriële woningbouw in de jaren zestig, met de introductie van systeembouw, waarvan beton gietbouw en grote elementenbouw zijn gebleven.
- Eengezinswoningen met veel variatie (en bouwkundige blunders) als reactie op de hoogbouw golf vanaf midden jaren zeventig.

Veranderingen in de regelgeving, die veel invloed hebben op de woningbouw, zijn bijvoorbeeld:

- Grotere woningen door de Voorschriften en Wenken van 1965.
- Sprongen in de isolatiewaarden: in 1965 dakisolatie, na de energiecrises van 1973 en 1979 en verder tot heden stapsgewijze verhoging van de energiekwaliteit, met in 1998 de introductie van de (energieprestatie norm) EPN, die stapsgewijs verzwaaard wordt.
- De open keuken en individuele mechanische afzuiging wordt geregeld vanaf 1975.
- Het Bouwbesluit van 1992 met betere kierdichtheid, geluidsisolatie, ventilatie en energiekwaliteit.

Het jaar 1940 vormt een belangrijke scheidslijn tussen oud en nieuw. De vooroorlogse periode kan worden ingedeeld naar woningen tot 1920 en de periode 1920 tot 1940. Van 1940 tot en met 1947 is weinig gebouwd. Tussen 1948 en 1963 stijgt de woningproductie gestaag van ongeveer 40.000 naar 80.000 woningen per jaar. In 1966 is de productie meer dan 120.000 woningen en deze stijgt naar de piek van 155.412 woningen in 1974.

In de naoorlogse periode tot 1980 zijn ongeveer drie miljoen woningen gebouwd. Hiervan is ruim de helft in het bezit van woningcorporaties en gemeenten. Ook bestaat ruim de helft van deze woningvoorraad uit eengezinswoningen en een kleine helft uit meergezinswoningen (zie tabel 5.1).

Op basis van verschillen in woningkenmerken worden de volgende bouwjaar-klassen beschreven:

- De geïndustrialiseerde woningbouw en de eerste sociale woningbouw tot 1920.
- Alle woningen van 1920 tot 1950.
- Eenvoudige portiekwoningen van 1950 tot 1965.
- De eengezinswoningen van 1950 tot 1980.
- De hoogbouw golf van 1960 tot 1980.
- De eengezinswoningen na 1980.

Tabel 5.1 Indeling bestaande woningvoorraad

Periode	tot 1920	1920-1950	1951-1965	1966-1980	1981-2000	Subtotaal	Totaal
Sociale huursector							
Eengezinswoningen	85.000	90.000	450.000	400.000	432.500	1.447.500	
Meergezinswoningen	35.000	30.000	322.000	300.000	267.500	964.500	
Subtotaal	120.000	120.000	772.000	700.000	700.000		2.412.000
Particuliere huursector							
Eengezinswoningen	50.000	90.000				554.000	
Meergezinswoningen	50.000	60.000				554.000	
Subtotaal	100.000	150.000	200.000	400.000	400.000		1.108.000
Koopwoningen							
(vnl. eengezinswoningen)	500.000	620.000	128.000	750.000	850.000		3.000.000
Totaal	720.000	890.000	1.100.000	1.850.000	1.950.000		6.520.000

5.2.2 Geïndustrialiseerde bouw en eerste sociale woningbouw tot 1920

De trek van het platteland naar de steden in de negentiende eeuw veroorzaakte een omvangrijke nieuwbouwgolf door particuliere investeerders, die weinig oog hadden voor de woonomstandigheden. Woningen werden gestapeld in drie tot vier lagen in dichtbebouwde wijken, met krappe trappenhuizen, kleine kamertjes, slechte geluidsisolatie en als buitenruimte een klein balkonnetje om de was te drogen.

Woontechnische kwaliteit

De smalle en diepe plattegronden zijn veelal in twee beuken verdeeld: een brede en een smalle beuk. De woonbeuk is soms in drie kamers verdeeld, zodat een tussenslaapkamer ontstaat. De keuken is smal en klein, de wc kort en een badruimte ontbreekt. In de massief gemetselde gevels zijn grote ramen aangebracht. Men spreekt van revolutiebouw.

De introductie van de Woningwet van 1901 maakt aan de grootste misstanden een einde. De woningkwaliteit verbetert, maar het duurt wel tot het midden van de jaren twintig van de twintigste eeuw, voordat de woningproductie de beoogde kwaliteit volgens de Woningwet met de introductie van de sociale sector in voldoende aantallen realiseert. In de eerste renovatiegolf vanaf 1975 zijn met name de industrieel gebouwde woningen en de kleine woningen uit de sociale sector aangepakt. Veel van deze woningcomplexen zijn daarna slechts korte tijd instandgehouden en inmiddels vervangen. Alleen de royale en technisch goede woningen in een waardevolle stedenbouwkundige omgeving zijn opnieuw ingrijpend verbeterd. Ze sieren de oudste wijken van de grote steden.



Woningen uit de periode tot 1920



Bouwtechnische kwaliteit

Door de verschillende verbeterbeurten zijn de woningkenmerken dermate gevarieerd dat algemene uitspraken over materialen of het binnenmilieu niet mogelijk zijn.

De woningen zijn vanaf 1985 over het algemeen van binnenuit geïsoleerd met zogenaamde stokkenwanden, afgewerkt met gipsplaat. In Rotterdam is deze stokkenmethode vanaf begin jaren tachtig op grote schaal toegepast. Koudebruggen vanwege binnenisolatie zijn vermeden door ook de woningscheidende muren ter plaatse van de aansluiting met de gevel te isoleren. De nieuwe vloeren en daken zijn van hout. Kozijnen kunnen van hout en kunststof zijn. De eerste generaties kunststof draaikiepramen zijn niet voorzien van kleine ventilatiestanden of roosters. Deze kierdichte ramen zijn mede een oorzaak voor een slechte ventilatiehuishouding en het ontstaan van een ongezond binnenmilieu in de woningen van de renovatiegolf van 1973 tot 1991.

Installaties

Veel van deze oude woningen hebben inmiddels centrale verwarming. De woningen met mechanische afzuiging worden door krap bemeten kanalen en soms ook verouderde ventilatoren slecht afgezogen.

Aandachtspunten gezondheidsrisico's in woningen tot 1920

Door verbouwingen is de situatie zeer verschillend en valt alleen een grove indicatie van het risico te geven:

- Vocht- en schimmelbelasting uit de kruipruimte, vanwege kieren in de houten vloeren.
- Condensatie op buitengevels of in geïsoleerde delen van de schil.
- Kierdichting zonder bruikbare ventilatieopeningen na kozijnherstel of -vervanging.
- Afvoerloze geiser, risico van lekkage of terugslag van rookgassen van open toestellen.
- Slecht trekkende ventilatiekanalen.
- Onveiligheid bij brand of rookontwikkeling.

- Ongevalrisico door steile trappen.
- Geluidsoverlast binnen de woning en naar belendende woningen.
- Te klein balkon of ontbreken van privé-buitenruimte.

5.2.3 Eengezinswoningen en gestapelde woningen uit de periode 1920-1950

In de eerste vijftientig jaar na de inwerkingtreding van de Woningwet worden veel nieuwe woningcorporaties opgericht, die zich toeleggen op sobere, doelmatige en betaalbare huisvesting voor de massa. In het begin van de jaren twintig komt deze ontwikkeling in een stroomversnelling, met grote bouwactiviteiten. De bouwtraditie van de negentiende eeuw maakt plaats voor nieuwe constructies, dankzij de introductie van cement, de toepassing van staal en beton en een groot optimisme in de toekomst. De spouwmuur doet zijn intrede. De woningkwaliteit gaat met sprongen vooruit. De sobere aanpak levert meer (kleine) kamertjes op. De Engelse tuinsteden vormen een grote inspiratiebron. Tuindorpen worden gerealiseerd, met woningen in een groene omgeving, met buurthuizen, badhuizen en soms een zwembad. In de grote steden ontstaan architectonisch interessante wijken met een ruime stedenbouwkundige verkaveling, waarin gesloten bouwblokken een groot verschil veroorzaken tussen de straatgevel en de achtergevel.

Woontechnische kenmerken

De woningoppervlakken zijn bijzonder klein. Een goed geoutilleerde badruimte ontbreekt aanvankelijk, maar deze voorziening volgt al spoedig in de jaren dertig. Iedere woning heeft een balkon of tuin. Woningen uit deze periode zullen inmiddels tweemaal grondig gerenoveerd zijn, als renoveren tenminste betaalbaar was. De complexen met bouwtechnische gebreken of met moeilijk te veranderen plattegronden zijn inmiddels vervangen.

Bouwtechnische kwaliteit

Het behoud van deze woningen is mede afhankelijk van de architectonische en stedenbouwkundige kwaliteit en van de kwaliteit van de eerste renovatie-ingrepen. Opvallend genoeg zijn de wijken, waarin met weinig ontzag voor de oorspronkelijke kwaliteit kunststof kozijnen of buitenisolatie met stucwerk zijn toegepast, minder duurzaam gebleken dan wijken die door hun esthetische kwaliteit de bewoners blijven boeien, ondanks het ontbreken van isolatie.

Aandachtspunten gezondheidsrisico's in gestapelde bouw van 1920 tot 1950

De aandachtspunten zijn hetzelfde als voor de woningen tot 1920 (zie par. 5.2.2).

Aandachtspunten gezondheidsrisico's in eengezinswoningen van 1920 tot 1950

Aandachtspunten betreffende gezondheidsrisico's in eengezinswoningen van 1920 tot 1950 zijn:

- Vocht- en schimmelbelasting uit de kruipruimte.
- Vochtproblemen bij slecht voegwerk in combinatie met na-isolatie van de spouw.
- Slecht bruikbare ventilatieopeningen na vervanging stalen kozijnen.
- In de badkamer ontbreekt een afvoerkanaal.
- Keukengeiser, lekkage of terugslag van rookgassen uit open toestellen.
- Inbraakrisico leidt tot gering gebruik van luchttoevoervoorzieningen.
- Zolder ingericht als koude en slecht te ventileren slaapkamer.
- Steile trappen, afgezaagde leuning.
- Geluidsoverlast.

5.2.4 Gestapelde woningen met portiekontsluiting uit de periode 1950-1965

De voorraad gestapelde woningen met portiekontsluiting uit de jaren vijftig en zestig bedraagt 200.000. De woningen zijn vaak aantrekkelijk vanwege de gunstige ligging en de lage huren (Lijbers, 1983).

Bouwtechnische kenmerken

Vaak is een traditionele bouw met gevels van metselwerk en vloeren van betonplaten toegepast. Tot 1960 past men voor de gevels veelvuldig steensmuren met klamp toe. Vanaf 1960 zijn spouwmuren toegepast. Gevelbanden en verdiepingshoge puien komen vanaf die tijd ook veel voor. De daken zijn veelal uitgevoerd als plat dak met bitumineuze dakbedekking. Er is soms betonrot. In de woningen komt vaak asbest voor en er zijn ook nog loden waterleidingen.

Woontechnische kwaliteit

De portiekwoningen zijn klein en hebben een klein inpandig of half inpandig balkon. De sanitaire voorzieningen en keukeninrichting zijn minimaal. Tot 1965 is in de badcellen een douche plus wastafel of een lavet aangebracht. Het fonteintje op het toilet ontbreekt. Kastenwanden van lichte steen doen vaak dienst als afscheiding tussen twee slaapkamers, waardoor geluidsoverlast kan optreden.

Bouwfysica en installaties

De woningen zijn zowel thermisch als akoestisch nauwelijks geïsoleerd. De doorgestorte vloer- en balkonconstructies vormen vele koudebruggen. Er is natuurlijke ventilatie. Bijna 70% van de woningen is uitgerust met een indivi-



Woningen uit de periode van 1920 – 1950





Portiekwoningen uit de periode van 1950 tot 1965

duale cv-installatie, maar ook lokale verwarming komt nog veel voor. Meer dan eenderde van de woningen heeft nog een keukengeiser, de overige woningen een combiketel, badgeiser of elektrische boiler.

Aandachtspunten gezondheidsrisico's in portiekwoningen van 1950 tot 1965

Aandachtspunten betreffende gezondheidsrisico's in portiekwoningen van 1950 tot 1965 zijn:

- Vocht- en schimmelbelasting in de koude badcel.
- Condensatie op buitengevels en op koudebruggen.
- Slecht bruikbare ventilatieopeningen na kozijnvervanging.
- Geiser, afvoerloze toestellen voor bijverwarming.
- Slecht trekkende ventilatiekanalen, overlast van burens in shuntkanalen.
- Geluidsoverlast binnen de woning en naar burens, lawaaiige portiek.

5.2.5 Eengezinswoningen uit de periode 1950-1980

In de periode 1950 tot 1980 zijn ruim twee miljoen eengezinswoningen gebouwd. De vroeg-naoorlogse bouw leunt op de traditie van voor de oorlog, maar men moet vindingrijk zijn, omdat sommige materialen schaars zijn, zoals cement en hout. Deze schaarste leidt tot kleine kozijnmaten, de toepassing van geperste stroplaten of vlasplaten in plaats van houten delen en ceramische bouwstenen in plaats van beton. De bouw kent zijn soberste periode, waarbij echter de woontechnische verworvenheden van de jaren dertig overeindblijven. De materiaalsituatie verbetert naarmate we 1960 naderen. De grote woningnood leidt begin jaren zestig tot de start van een nieuwe industriële bouwperiode. Woningfabrieken krijgen een groot marktaandeel in de gestapelde bouw, die vooral in de steden plaatsvindt. Ook eengezinswoningen worden deels industrieel gebouwd, met prefab gevels. Vanaf 1973 begint de industriële bouw golf te verminderen. Door de eenzijdige nadruk op hoogbouw is een grote behoefte aan eengezinswoningen ontstaan. Een periode van kneuterigheid doet zijn intrede: als een labirint ingerichte woonwijken met een grote variatie in plattegronden en verschijningsvormen. De wijken zijn groen en veel woningen hebben een tuin.

Over het algemeen zijn de kenmerken van laagbouw woningen:

- Plattegrond in twee beuken.

Eengezinswoningen uit de periode van 1950 tot 1980

- Laag isolatieniveau, ongeïsoleerde spouw, beperkte isolatie sinds 1973, of nageïsoleerde spouw van 50 mm.
- Betonnen vloeren, ongeïsoleerde begane-grondvloer.
- Hellend dak met 2,5 tot 3 cm isolatie reeds vanaf 1965.
- Gevelvullende puin of gemetselde borstwering met daarboven grote glasoppervlakken.
- Koudebruggen bij funderingsvoet, bij de dakoplegging en bij lateien, waardoor condensatieproblemen kunnen optreden.
- Onlogische situering badkamer ten opzichte van de keuken ten aanzien van leidingverloop.
- Warm tapwatervoorziening door geiser, elektrische boiler of combiketel.
- Natuurlijke ventilatie: wc via raampje in de gevel, badkamer via kort pijpje in het dakvlak.
- Vanaf 1975 ook mechanische ventilatie en opkomst van open keukens.
- Lokale verwarming in eengezinswoningen vervangen door cv met ketel op zolder.

Veelal is er aan deze woningen weinig veranderd. De spouwmuren zijn gevuld met isolatiemateriaal. Meestal is dubbel glas geplaatst, soms ten koste van te openen ramen of klepjes. Daken en vloeren zijn meestal niet geïsoleerd. De problemen met deze woningen zijn over het algemeen:

- Hoge stookkosten door laag isolatieniveau en slecht verwarmingscomfort.
 - Vochtproblemen door koudebruggen en (soms) slechte ventilatie.
 - Geringe inbraakveiligheid, waardoor bewoners de ramen gesloten houden.
- De geringe kierdichting voorkomt in tal van woningen ernstige binnenmilieu-problemen.

Aandachtspunten gezondheidsrisico's in eengezinswoningen van 1950 tot 1980

Aandachtspunten betreffende gezondheidsrisico's in eengezinswoningen van 1950 tot 1980 zijn:

- Vocht en schimmel in de koude badkamer en op koudebruggen in slaapkamers.



- Koude vochtgevoelige vloeren veroorzaken groei huisstofmijt.
 - Lage gemiddelde woningtemperatuur door slechte isolatie.
 - Vochtige slaapkamers waarin huisstofmijt goed gedijt.
 - Soms: microstof of schimmelbelasting van dakplaten (spaanplaat, vlassechen, asbesthoudende platen).
 - Slechte ventilatie door inbraakrisico en slecht trekkend ventilatiekanaal in de badkamer (kort kanaal, terugstroming vanwege ongunstige plaatsing).
- De woningen uit deze periode zijn kampioenen in schimmelproblemen.

5.2.6 Hoogbouw uit de periode 1960-1980

De woningen in middelhoog- en hoogbouwflats uit de jaren zestig en zeventig vormen een woningvoorraad van 680.000 meergezinswoningen. Systeembouw neemt vanaf 1966 een grote vlucht (bron: Lijbers, 1983).

Bouwtechnische kenmerken

De kenmerken kunnen afgeleid worden van toegepaste bouwsystemen. Bouwsystemen op basis van grote betonblokken werden al voor de oorlog toegepast. De systemen Airey, Korrelbeton, RBM I, Rottinghuis, Bakker, Muwi, Pronto en BMB zijn kenmerkend voor de periode van 1948 tot 1961, maar komen ook in latere jaren nog voor. De impuls voor industriële bouw vanaf 1963 leidt tot grotere elementen en de opkomst van de gietbouwmethode. Schokbeton-GBS, Coignet, Elementum, VAM, Simplex, Vaneg, Schokbeton-H1, Bouwvlief en Smit II zijn de elementensystemen uit deze tijd. Belangrijke gietbouwsystemen zijn Bitcon en EBA, Nijhuis, RBM II, Wilma II en ERA. De gevelconstructies lopen uiteen. Vanaf 1960 zijn vooral gevelbanden en verdiepinghoge puien toegepast. Hardhouten kozijnen komen veel voor. De vloeren zijn van gewapend beton. Bij enkele systemen is een betonskelet toegepast in plaats van dragende wanden.

Woontechnische kwaliteit

Vanaf 1966 vindt er een sprong plaats in het gemiddelde woonoppervlak en in het voorzieningenniveau, als gevolg van de Voorschriften en Wenken 1965. De flats bestaan uit meer dan vier woonlagen en zijn zodoende voorzien van een lift. Veel flats hebben een galerijontsluiting en woningbrede balkons.

Bouwfysica en installaties

De vliesgevels bevatten veel glas en zijn matig geïsoleerd. De kopgevels zijn vaak bekleed met metselwerk en slecht geïsoleerd. De ventilatie is volledig natuurlijk, met Shuntkanalen in flats tot wel acht verdiepingen, maar in toenemende mate met een mechanisch ventilatiesysteem. Vanaf 1975 is in gebouwen met woonlagen boven 13 m mechanische afzuiging verplicht. Veel hoogbouwflats uit deze tijd hebben collectieve verwarming. Ook komen col-

Hoogbouw uit de periode van 1960 tot 1980



lectieve tapwater verwarmingsinstallaties vaker voor dan in eerdere bouwperiodes.

Het huidige ingreepniveau is in hoofdzaak: facelift en groot onderhoud, verhogen energiekwaliteit, aanpassen voorzieningen en vergroten van de veiligheid. Ketelhuizen zijn gemoderniseerd. In een deel van de woningen ontbreekt nog warmteverbruiksmeting of meting van koud en warm tapwater. Inmiddels is in veel woningen een na-isolatiebeurt uitgevoerd, waarbij slechte oude gevels geheel zijn vervangen. Een deel van de woningen wordt gesloopt in het kader van een marktgerichte herstructurering van naoorlogse wijken.

Aandachtspunten gezondheidsrisico's in hoogbouw van 1960 tot 1980

Aandachtspunten betreffende gezondheidsrisico's in woningen uit de hoogbouw van 1960 tot 1980 zijn:

- Condensatie op koudebruggen en op kopgevels geeft schimmeloverlast.
- Binnenmilieubelasting door afvoerloze keukengeiser.
- Gebrekkige ventilatie en geuroverlast bij natuurlijke ventilatie.
- Geluidsoverlast.
- Overlast door afval, fietsen op de galerij, brommers in de entree.
- Sociale onveiligheid.

Door de warme vloeren en dwarsventilatie vanwege windbelasting zijn deze woningen over het algemeen droog, met geringe overlast van de huisstofmijt. Het schimmelrisico in badkamers is meestal wel groot. Het legionellarisico van collectieve tapwatersystemen wordt vanaf 2000 effectief beheerst. In individuele gevallen kan door het dichtstoppen van ventielen en het gesloten houden van ramen, in combinatie met veel vochtproductie een vervuild binnenmilieu ontstaan. Gezondheidsproblemen hebben vooral relatie met de buitenruimte en met burens.

5.2.7 Woningen uit de periode 1980 tot heden

De woningvoorraad van 1980 heeft sprongsgewijze enkele grote veranderingen doorgemaakt, vanwege de veranderingen in isolatie-eisen (1981-heden) en door het Bouwbesluit (vanaf 1992) ook veranderingen in de kierdichtheid, inbraakwerendheid, geluidsisolatie, plafondhoogte. Sinds de invoering van de energieprestatienorm (EPN, 1998) en de aandacht voor duurzaam bouwen zijn in veel woningen vergaande vernieuwingen doorgevoerd, om het energiegebruik te verlagen en de milieubelasting van materialen te verminderen. Afvoerloze toestellen (behalve het kooktoestel) zijn verdwenen uit de woning en vervangen door gesloten combiketels. Inmiddels zijn 50.000 zonneboilers geplaatst. Natuurlijke ventilatie wordt nauwelijks meer toegepast. Gebalan-

Woningen uit de periode van 1980 tot heden



ceerde ventilatie is op bescheiden schaal in opkomst (in 2000 in ruim 12% van de nieuwbouw). De nieuwe bouwwijzen hebben een vermindering van het ziekterisico opgeleverd, maar niet alles heeft aandacht gehad. Door de grote kierdichting en geringe capaciteit van de afzuiging is de binnenlucht soms van slechte kwaliteit. Het legionellarisico van waterbuffers neemt toe. Sommige natuurlijke materialen zijn schimmelgevoelig (verflagen op waterbasis, leem) of zijn behandeld met giftige middelen (wol).

Aandachtspunten gezondheidsrisico's in woningen uit de periode 1980 tot heden

Aandachtspunten betreffende gezondheidsrisico's in woningen uit de periode van 1980 tot heden zijn:

- Vochtbelasting door vochtgevoelige spouwvoet, huisstofmijt langs kopgevels.
- Emissies en vochtoverlast uit de open keukens.
- Slechte luchtkwaliteit door lage capaciteit afzuigvoorzieningen, geringe luchttoevoer door inbraakgevoelig hang- en sluitwerk, te kleine ventilatieopeningen in de gevel.
- legionellarisico in boilers en leidingen.
- Steile trap, open spiltrap met gladde treden.
- Geluidsoverlast van apparatuur (afzuigbox).

5.3 Conclusies

De bouwwijze zegt veel over de bij de bouw toegepaste isolatiekwaliteit, geluidskwaliteit en vochtrisico. In de meeste woningen zijn ingrijpende groot-onderhouds- of renovatiewerkzaamheden uitgevoerd. Dit heeft invloed op de isolatiekwaliteit, de ventilatiehoeveelheid en vochtproblemen.

De vochthuishouding en de kwaliteit van de ventilatie (gecontroleerd en ongecontroleerd) zijn belangrijke criteria voor de indeling van de woningvoorraad naar gezondheidsaspecten. Bij gestapelde woningen is het jaar 1965 een belangrijk omslagpunt (invloed Voorschriften en Wenken), voor eengezinswoningen is dit omslagpunt het jaar 1975 (opkomst mechanische afzuiging). Paragraaf 5.2 wordt samengevat in tabel 5.2.

Tabel 5.2 Overzicht gezondheidsrisico's per woningtypologie

	Woningen tot 1920	Woningen 1920-1950	Portiek- woningen tot 1965	Eengezins- woningen 1950-1980	Hoogbouw- golf 1960-1980	Woningen 1980- heden
Vocht- en schimmel uit de kruipruimte	x	x		x		
Koude vochtgevoelige vloeren veroorzaken groei huisstofmijt	x	x		x		
Vochtbelasting door vochtgevoelige spouwvoet, huisstofmijt langs kopgevels	x			x	x	x
Lage gemiddelde woningtemperatuur door slechte isolatie	x	x		x		
Vochtige slaapkamers waarin huisstofmijt goed gedijt	x	x		x		
Emissies en vochtoverlast uit de open keuken						x
Vochtproblemen door slecht voegwerk en/of na-isolatie van de spouw	x	x		x		
Condensatie op koudebruggen			x	x	x	
Vocht en schimmel in koude badcel			x	x		
Slecht bruikbare ventilatieopeningen na kozijnherstel	x		x			
In de badkamer ontbreekt een afvoerkanaal	x	x				
Inbraakrisico, waardoor weinig ramen open zonder ventilatie via kieren				x		
Zolder ingericht als koude en slecht te ventileren slaapkamer		x				
Slecht trekkende ventilatiekanalen	x		x	x		x
Overlast van geuren van burens door Shunt-kanalen			x			
Afvoerloze keukengeiser, risico terugslag van rookgassen uit open toestellen	x		x		x	
Geluidsoverlast van burens		x	x			
Geluidsoverlast van apparatuur (afzuigbox)			x			x
Geluidsoverlast binnen de woning en naar belendende woningen	x	x	x		x	
Legionellarisico in boilers en leidingen					x	x
Onveiligheid bij brand of rookontwikkeling	x					
Ongevalrisico door steile trappen	x	x				x
Te klein balkon of ontbreken van privé-buitenruimte	x		x			
Overlast door afval, fietsen op de galerij, brommers in de entree					x	
Sociale onveiligheid					x	

6 Woningopname en risico-inventarisatie

6.1 Inleiding

Bij het uitvoeren van de vele woningopnamen is een opnamemethodiek ontstaan, die snel inzicht kan geven in de gezondheidsrisico's in woningen. Uitgangspunt is de vraag of bewoners ziek kunnen worden van hun woonomstandigheden. De nadruk ligt daarbij niet zozeer op individueel gedrag, maar op de structurele kenmerken van de woning. Bij de opname gaat het om tien groepen van gezondheidsrisico's:

Woninggerelateerde gezondheidseffecten (Hult, 2000):

1. Ongevallen in huis door gevaarlijke situaties.
2. Vage klachten en ongenoegen die aan het gebouw worden toegeschreven.
3. Allergische reacties door schimmel en biologische agentia.
4. Huidirritatie.
5. Infecties (onder meer longontsteking door legionella).
6. Slaapproblemen door geluidsoverlast.
7. Stijfheid door kou, vocht en tocht.
8. Stankoverlast.
9. Kankerrisico door emissies en fijn stof, waaronder radon en asbest.
10. Ernstige aandoeningen, die milieugerelateerd kunnen zijn, zoals vergiftiging, leukemie, flauwvallen en aandoeningen aan het zenuwstelsel.

Omdat we niet de gezondheidseffecten opnemen, maar de fysieke kenmerken die deze effecten kunnen veroorzaken, is een indeling naar opnamethema's gemaakt. De thema's zijn ingedeeld naar schaalniveau (omgeving, woning, vertrek en detail), naar ruimten of functies (keuken, badkamer enz.) en naar voorzieningen (verwarming, ventilatie enz.). Tevens is er aandacht voor de bewoners.

Het opnameschema wordt beschreven aan de hand van de volgende thema's:

- bouwjaarklasse en bouwwijze
- woonomgeving
- buitenruimte bij de woning
- fundering en kruipruimte
- zichtbare vochtproblemen
- kwaliteit van de ventilatie
- verwarming en warm water
- kooktoestellen
- verkeersruimte
- gebruik van de verwarming
- baden, wassen en kleding drogen
- woninginrichting
- bewoners en gebruik van de woning.



Recente nieuwbouwwoningen in een groene woonomgeving

De samenstelling van het huishouden dient bekend te zijn: het aantal personen en hun leeftijd, huisdieren en waar ze verblijven. Vervolgens begint de opname en eventueel ook de meting van woningkenmerken.

In veel gevallen worden klachten over slecht woningonderhoud of een slecht binnenmilieu niet via een huisarts of de Gemeentelijke Geneeskundige Gezondheidsdienst uitgevochten. De klachten worden ingebracht in het overleg tussen huurders en verhuurders. In dat geval komt stevast aan de orde of de oorzaak onder verantwoordelijkheid valt van de huurder of de verhuurder. De opname vereist daarom inzicht in zowel bewonersgedrag als structurele kenmerken (zie bijlage 2).

6.2 De woonomgeving

De woonomgeving wordt over het algemeen ingedeeld naar ontstaansperiode, zoals negentiende-eeuwse wijken, wijken uit de jaren zestig en nieuwbouwwijken. Deze indeling geeft echter weinig houvast ten aanzien van ziekterisico's vanuit de woonomgeving.

De ligging is wel van belang. In Nederland kennen we relatief grote verschillen in de gemiddelde wintertemperatuur, waarmee het vochtgehalte van de ventilatielucht wordt beïnvloed. Om de woning droog te ventileren is aan de kust een hoger ventilatievoud nodig dan in het zuidoosten van het land. De hoogte van de radonconcentratie in de bodem (en kruipruimte) is geografisch bepaald en voornamelijk afhankelijk van de grondsoort, de waterhuishouding en de ligging van de woning ten opzichte van het waterpeil. In het Bouwbesluit (NEN 1087) wordt verondersteld dat via de gevel verse lucht van goede kwaliteit de woning binnenkomt. Langs drukke wegen met zwaar verkeer (dieselauto's) is deze kwaliteit niet vanzelfsprekend. Bij gebalanceerde ventilatie wordt meestal verse lucht van het dak toegevoerd. Met name platte daken zijn bij warm en windstil weer een verzamelbak van rioolgassen, rookgassen, kooklucht en zeoplucht uit ventilatiekappen. De gezondheidsrisico's van zwevend fijn stof in de lucht worden steeds beter onderkend.

De woonomgeving is van belang uit het oogpunt van sociaal-economische gezondheidsverschillen. Denk aan opvang door burens, overlast of veiligheidsgevoel. Een scheve ontwikkeling van huizenprijzen en huurhoogte kan verhuisbewegingen en sociale desintegratie bevorderen.

Waardering van gezondheidsrisico

1. Geen hinder: schone lucht, weinig verkeer, goede sfeer in de buurt.
2. Hinder: luchtvervuiling, geluidsoverlast, verval, onveilig.

6.3 Buitenruimte bij de woning

De buitenruimte beïnvloedt hoeveel men buiten komt of hoeveel lichaamsbeweging men krijgt. Op een ruim balkon kan men in de zon zitten. Een tuin vraagt om onderhoud en dwingt daarmee tot meer lichaamsbeweging. Een tuin langs de weg of het achterpad geeft sociale contactmogelijkheden. Gevelbegroeiing, dieren in de tuin of een gft-bak naast de achterdeur of op het balkon geven een belasting met biologische agentia of plagen van vliegen, wespen, duiven, ratten.

Duiven dragen mijten en ziektekiemen bij zich. Het stof van duivennesten kan veel allergenen bevatten. Kakkerlakken kunnen ziektekiemen verspreiden. De uitwerpselen en dode dieren vormen een krachtig allergeen. Wespen komen 's zomers overal in de natuur voor en kunnen vooral in augustus lastig zijn. De overlast duurt maar kort. Wespen gebruiken hun nest niet langer dan een enkele zomer en oude nesten worden nooit hergebruikt.

Artikel 14 van de Woningwet stelt dat de gemeente verplicht is om een aan-schrijving te doen bij hinder (afdeling Bestrijding Dierplagen of Bouw- en Woningtoezicht). De gemeente moet echter van oordeel zijn dat sprake is van hinder.

Over bestrijding van kakkerlakken bestaat jurisprudentie over de vraag wie de bestrijding moet betalen. Er kan een probleem ontstaan over wie de hinder veroorzaakt. Meestal komen deze insecten van elders en moet de veroorzaker opgespoord worden. Deze is verplicht om tot bestrijding over te gaan. Vanwege de juridische complexiteit kan een ingreep lang op zich laten wachten.

Waardering buitenruimte

De buitenruimte van de woning kan worden ingedeeld naar de mate van hinder en naar de gebruiksmogelijkheden:

1. Geen hinder: geen vervuilingsbronnen en voldoende mogelijkheden om buiten te zijn.
 2. Hinder: vanwege huisdieren, sporenvorming of geen mogelijkheid voor gebruik.
-



Buitenruimte bij de woning



6.4 Fundering en kruipruimte

De kruipruimte is over het algemeen een bron van vocht, schimmels en radongas. De kwaliteit van de kruipruimtelucht wordt beïnvloed door de kruipruimteventilatie, de bodemkwaliteit, de grondwaterstand, de opbouw van de vloerconstructie en rondhangend vuil. Het grondwater kan vervuild zijn door vervuilingshaarden in de buurt en gevaarlijke stoffen kunnen bij verdamping de woning binnendringen.

De woning heeft meestal een onderdruk ten opzicht van de kruipruimte, doordat de woning als een schoorsteen werkt of doordat de mechanische afzuiging aan de woning zuigt. Kruipruimtelucht wordt dus actief aangezogen naar de woning. Het binnendringen in de leefruimte hangt af van de lektheid van de vloer en van de dampdoorlating. De dampdoorlating, maar ook de hoeveelheid vocht, is weer afhankelijk van het temperatuurverschil tussen binnen en buiten en de luchtvochtigheid.

Hoe warmer de kruipruimte, des te meer vocht de lucht kan bevatten. Ongeïsoleerde verwarmingsleidingen in een vochtige kruipruimte maken de vochtbelasting hoger. Omdat in een vochtige kruipruimte door capillaire werking van de bodemafsluiting de watertoevoer steeds blijft doorgaan, zal de vochtigheid altijd bijna maximaal zijn en tussen 85 en 100% RV schommelen. De vochtinhoud bij een temperatuur van 19°C is 1,5 maal hoger dan bij 12°C. Een kruipruimte met een slecht geïsoleerde vloer is warmer dan bij dikke



Fundering en kruipruimte

vloerisolatie en de vochtbelasting is derhalve groter. Ook geïsoleerde cv-leidingen veroorzaken nog een temperatuurstijging. De ventilatie van de kruipruimte zorgt slechts ten dele voor droging en alleen maar in de winter:

dan wordt koude en droge buitenlucht iets opgewarmd, waardoor vocht meegevoerd wordt naar buiten. In de zomer koelt warme en vochtige buitenlucht in de kruipruimte af, waardoor de vochtigheid toeneemt.

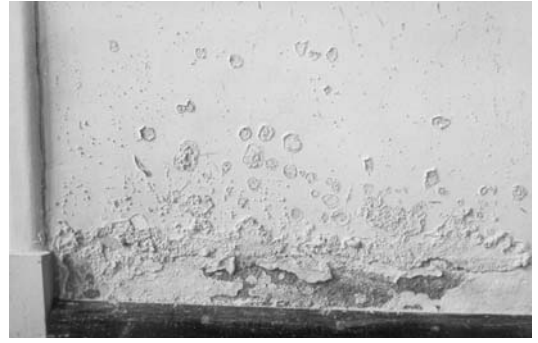
De verleiding is groot om te denken dat een kruipruimte met droog zand goed droog is. Als deze laag minder dan 4 tot 5 cm dik is, kan de vochtproductie toch nog hoog zijn. De vochtbelasting van de kruipruimte kan daarom beter worden beoordeeld aan de hand van het oppervlak van funderingsbalken, van het kruipruimteluik en van condensdruppels aan koudwaterleidingen. Meten met een eenvoudige thermo-hygrometer is aan te bevelen. Let daarbij op het verschil in absolute vochtigheid (dampdruk) tussen de kruipruimte, de buitenlucht en het binnenmilieu.



Bekleding van de bodem met geëxpandeerde kleikorrels of schelpen geeft een verlaging van de luchtvochtigheid in de kruipruimte. Vaak is de verlaging voldoende om houtrot te voorkomen, waardoor de schimmelbelasting afneemt. De werking berust op de open structuur van het bodembedekkende materiaal. Van optrekkend vocht is geen sprake meer. Door de isolerende werking neemt de temperatuur in de kruipruimte toe, zowel in de zomer als in de winter. Damp condenseert vervolgens in de koele onderlaag van de korrels of de schelpen, waardoor de lucht droogt (Kurnitski, 2000).

Ventilatie van de kruipruimte is noodzakelijk. Een ventilatievoud van 0,3 tot 0,5 cm is over het algemeen voldoende. Door vervuiling van de sleuven of muisdichte roosters en soms door het ontbreken van openingen komt een te geringe ventilatie vaak voor.

Vochtdoorslag op windbelaste kopgevels komt veel voor. Regenwater kan via het isolatiemateriaal en hygroscopisch werkende binnenspouwbladen de woning binnendringen. Onder in de spouw ontstaat eerst een natte funderingsvoet, met als gevolg dat deze strook een koudebrug vormt. Boven de plint van



Vocht onder in de spouw

de buitenmuur kan dan vocht- en schimmelvorming optreden. De risico's hangen samen met beschutting van de gevel, met de drainage van de spouw (soms ontbreken open stootvoegen boven de fundering), de dichtheid van voegen en de gevoeligheid van de afwerklaag voor schimmels. Als door een koude en natte funderingvoet de vloertemperatuur daalt, zal de vochtigheid in zachte vloerbedekking toenemen en wordt het milieu ideaal voor de groei van de huisstofmijt.

Aandachtspunten gezondheidsrisico door kruipruimte en funderingvoet

Aandachtspunten betreffende gezondheidsrisico door kruipruimte en funderingvoet zijn:

- Koude vochtige vloerbedekking bevordert groei van de huisstofmijt.
- Op de koudebrug rond de plint kan schimmelvorming ontstaan.
- Door kieren in de vloer kunnen vochtige lucht, schimmels en radon binnendringen.

Waardering van de kruipruimte

1. De kruipruimte is droog en schoon en de bodem en de vloer zijn goed afgedicht.
2. De kruipruimte is vuil en de vloer is niet geheel kierdicht.

Waardering van de spouwvoet

1. Gunstig: de spouw is diep onder de vloer doorgezet, is schoon en watert goed af, er zijn geen tekenen van aantasting van de plint of van hogere vochtigheid boven de plint.
2. Belasting: de spouw stopt aan de onderkant van de vloer, het metselwerk is vochtgevoelig, de gevel ligt (globaal) aan de westzijde en er zijn vochtsporen aan de binnenzijde zichtbaar.

6.5 Zichtbare vochtproblemen

Vocht kunnen we zien, ruiken of voelen. Vochtschade gebruiken we als indicator voor blootstelling aan microbiologische verontreiniging. De ernst van de schade is moeilijk te definiëren. In de Huurprijzenwet Woonruimte wordt een vochtplek van 50 x 50 cm beschouwd als een ernstige aantasting van het woongenot. Deze vochtplek kan ook een beschimmelde plek zijn. De aantas-

ting van materialen is afhankelijk van de relatieve vochtigheid. Voor onbehandeld hout of materiaal dat gebaseerd is op hout is 75% een risicogrens, voor vinyl vloerbedekking 90%. In stof en vuil gaan microbiologische organismen groeien vanaf een relatieve vochtigheid van 75%.

Vocht kan zich op vele manieren manifesteren: als het lekt na een regenbui is de oorzaak lekkage, maar als het blijft lekken, dan kan de constructie verzadigd zijn met water van een lekkage, of de oorzaak is condensvorming binnen de constructie bij koud weer.

Regelmatige en langdurige condens op de ramen duidt op hoge vochtigheid in huis. Condens op dubbel of HR+glas ontstaat minder snel dan op enkel glas. Als condens tijdelijk is, bijvoorbeeld alleen als de gordijnen dicht zijn, na koken of het gebruik van de afvoerloze geiser, dan kunnen piekomstandigheden of lokale omstandigheden de oorzaak zijn. Bij hoge vochtigheid is condens in de winter altijd aanwezig, ook op dubbel glas, ook buiten kookpieken en ook op plaatsen die niet extra afkoelen door afscherming met gordijnen. Bij sterke condensvorming dient men tijdens de opname op zoek te gaan naar bronnen, om te kunnen vaststellen of deze structureel woninggebonden zijn dan wel samenhangen met extreme bewoning.

Als alle vochtige damp tot water zou condenseren, dan zou per stookseizoen 150 tot 250 m³ gas nodig zijn om dat water weer te laten verdampen, zodat het met de ventilatielucht kan worden afgevoerd. Onder normale omstandigheden blijft de meeste damp in de lucht en is de ventilatie genoeg om de vochtige dampen af te voeren. Zolang er geen condenswater ophoopt, zal het vocht weinig invloed hebben op de stookkosten. Om condens te voorkomen moet de oppervlaktetemperatuur van wanden en vloeren (ruiten) hoog genoeg zijn en tegelijk moet door ventilatie meer worden afgevoerd dan er aan vocht bijkomt.

Vocht voeren we af door de woning met koudere en daardoor droge buitenlucht te ventileren. Er moet evenwicht zijn tussen de productie en afvoer van vocht. Dat evenwicht kan verstoord worden door te weinig ventilatie of door een te hoge vochtproductie. Als de buitenlucht vochtig is, met name in de herfst (buiten is het dan relatief warm en vochtig), dan helpt ventilatie weinig en moeten we extra veel ventileren. Vanwege ons vochtige klimaat is onze ventilatiebehoefte daarom hoger dan in koudere en drogere landen (zoals in Duitsland of Scandinavië). Alleen ventileren is niet genoeg: als door ventilatie bijvoorbeeld de slaapkamers sterk afkoelen en deze kamers worden gevuld met warme vochtige lucht uit de woonkamer en de keuken, dan kunnen vochtproblemen ontstaan. De temperatuurverschillen zouden niet te hoog moeten zijn. Matig en permanent ventileren met de verwarming aan levert over het algemeen een droger binnenmilieu dan niet verwarmen en slechts

korte tijd luchten.

Het belangrijkste gezondheidsrisico van hoge vochtigheid is schimmelvorming. Schimmels kunnen via schoonmaakactiviteiten opgeruimd worden, dus er is een duidelijk verband met schoonmaakwerk en met de mogelijkheid om schoon te maken: gladde tegenover zachte vloerbedekking of afwerklagen van wanden en plafonds.

Om deze reden komen in een vochtige woning niet per definitie meer schimmelsporen voor. De schimmelbelasting vertoont een grote variatie die samenhangt met de weersomstandigheden, de seizoenen en ook het microklimaat per kamer in de woning. In de ochtend is de concentratie schimmelsporen in de woning vaak hoger dan 's middags. Dit kan te maken hebben met de piek in activiteiten binnenshuis: opstaan, wassen, aankleden, ontbijten (Rodrigez, 2000; Vahteristo, 2000).

De oorzaak van het ontstaan van alle mogelijke zichtbare schimmels dient verklaard te worden, alvorens effectieve maatregelen te kunnen nemen. Schimmel kan ontstaan achter meubels in bergkasten, in het aanrecht, tegen het plafond, in hoeken achter de gordijnen. De oorzaak kan zowel een algemene als een plaatselijk hoge vochtigheid zijn. Beoordeel daarom de algehele vochtigheid van de woning, de koudebruggen of de oorzaken van afkoeling ter plaatse van kasten of meubels.

De uitdrukking 'het weer zit in de gordijnen' slaat op schimmelvorming in textiele stoffen: het materiaal verteert door inwerking van schimmels en wordt eventueel opgevreten door vochtminnende mijten.

De emissie van afbraakproducten is te ruiken: muffigheid. Onder invloed van hoge vochtigheid nemen ook bepaalde emissies toe, bijvoorbeeld vanwege oplosbaarheid in de lucht, zoals formaldehyde (formaline).

De plaats van een vochtplek zegt veel over de oorzaak van het vochtprobleem. Als de vloermat nat is, kan het (houten) kruipruimteluik door condensvorming tegen de vloer en het luik kletsnat zijn. Dit wijst op vochtbelasting uit de kruipruimte. Als vochtplekken in de vloerbedekking bij een buitendeur te vinden zijn, dan vormen de vloer en de aansluiting op de fundering ter plaatse van de deur een koudebrug. Vochtproblemen onder de vloerbedekking komen door een vergelijkbare oorzaak. De vloerbedekking vormt een isolatielaag ten opzichte van de verwarmde ruimte, zodat de vloer soms tot onder het condensatiepunt afkoelt. De vloer kan lange tijd klam of zelfs nat zijn en vormt dan een broeihaard van schimmels en mijten. Regelmatig optredende condensatie duidt vaak op koudebruggen: bij de oplegging van het dak op raamlateien, bij de drempel van de buitendeur en bij de aansluiting van dakramen aan isolerende dakplaten.

In vochtige ruimten is het condensatierisico groter, zodat we in badkamers

als eerste schimmels zullen aantreffen. Dan richt de opname zich op de volgende vragen:

- Is de schimmel oud of vers (zwarte schimmelplekken blijven soms jaren zitten of komen door het sauswerk heen)?
- Hoeveel wordt gedoucht?
- Hoe is de luchtcirculatie: zit er een rooster in of voldoende kier onder de deur, wordt de circulatie door een douchegordijn of cabine belemmerd, is er voldoende afzuigcapaciteit?
- Is er sprake van afkoeling van plafonds en wanden door bouwkundige oorzaken of door gering gebruik van de verwarming en tegelijk overmatige ventilatie?
- Zijn afwerklagen schimmelgevoelig?

Als door vocht het binnenschilderwerk afbladdert, is de oorzaak niet eenvoudig op te sporen. Kozijnen vormen koudebruggen en bij een dampopen binnenschilderwerk komt er warme vochtige lucht in het hout dat vervolgens tegen de buitenste schilderlaag condenseert. Het hout wordt uiteindelijk kletsnat en rot snel weg. Schilderwerk binnen moet sterker en dampdichter zijn dan schilderwerk buiten. Het schilderwerk buiten krijgt meestal meer aandacht, vanwege de inwerking van water. Dat is niet terecht. Door na-isolatie van de spouw kan het verdampen van water uit het hout via de spouw juist zoveel verminderd zijn dat de kozijnen nat worden. Goede kozijnen van wel 75 jaar oud kunnen dan binnen tien jaar wegrotten. Datzelfde effect geldt ook bij de plaatsing van dubbel glas in voorheen onvoldoende geschilderde spouningen met enkel glas.

Na analyse van 72 vochtonderzoeken bleek dat vochtproblemen bouwkundige oorzaken hebben (MVROM, 1979). Het onderzoeksbestand kende dertien nageïsoleerde projecten en in alle dertien gevallen waren de vochtproblemen na de isolatie ontstaan. Veel klachten, namelijk 39%, betroffen zichtbare vochtplekken of schimmelvorming boven de begane-grondvloer. Oorzaken:

- 12,5% van de vochtproblemen heeft te maken met de onjuiste materiaalkeuze voor funderingen (optrekkend vocht).
- 62,5% komt door een combinatie van grondvocht en onjuiste detaillering.
- 47,2% komt door condensvocht in combinatie met onjuiste detaillering.
- 13,9% komt door regendoorslag, veroorzaakt door onjuiste detaillering.
- 4% komt door condensvocht in extreem bewoonde woningen.

Veruit de meeste oorzaken van vochtproblemen hebben betrekking op kruipruimten en condensproblemen.

Waardering van vocht naar gezondheidsrisico

1. Droog: geen condens, frisse lucht, geen schimmelsporen, geen vochtminnende diertjes.
2. Vochtrisico: loszittend behang, verkleuringen op afwerklagen, condens bij

Verkeersruimte

koken of bij het opstaan, aanwezige koudebruggen.

3. Vochtproblemen: zichtbare vochtplekken, schimmelvorming, condens onder vloerbedekking.

6.6 Verkeersruimte

Van de eerstehulpbehandelingen in ziekenhuizen, die te maken hebben met het wonen, komt bijna 40% door een val van de trap. De grootte van de aanrede, de gladheid van de treden, wel of geen leuning en wel of geen draaiingen bepalen het risico.

De toegankelijkheid van de trap voor een traplift en de inrichting van de verkeersruimte voor rolstoelgebruikers bepalen de woonbaarheid bij fysieke handicaps. Voor ouderen zijn logische en constante indelingskenmerken van belang voor veilig zelfstandig wonen.

Waardering van de verkeersruimte

1. Veilig: gelijkvloers en zonder drempels.
2. Verhoogd risico: trappen met gladde treden en draaiingen, opstapjes, drempels en losse kledjes.

6.7 Woninginrichting

De huisstofmijt gedijt in warme en vochtige omstandigheden: vanaf 45% RV (rond 19°C) blijft de mijt in leven. Ze gedijt beter naarmate de vochtigheid toeneemt. Voedsel is er meestal genoeg. Mijten voeden zich met huidschilfers van het matras en het hoofdkussen, die dagelijks beslapen worden. Als de warme slaper is opgestaan neemt de temperatuur af en de vochtigheid toe. Naarmate de buitenkant opdroogt, trekt de mijt zich dieper in het materiaal terug. Groeiplaatsen zijn verder de favoriete stoel, veelgebruikt en daardoor vochtiger, als deze met stof is bekleed en het vloerkleed of de vaste vloerbedekking boven een koude ruimte. Omdat schimmels veel voorkomen in huisstof, zouden schimmels een belangrijke rol in de populatie kunnen vervullen. Men veronderstelt dat schimmels lipiden (van huidschilfers) voorverteren en zodoende mijten voorzien van vitaminen en sterolen. Sommige soorten mijten eten schimmels.



Als in het bed, het vloerkleed, in meubilair en ook in kleerkasten, de gordijnen en de speelgoedknuffels huisstofmijt voorkomt, kan een grote concentratie van allergenen ontstaan. De kans op sensibilisatie van gezonde personen neemt toe, terwijl de reactie van gevoelige personen verergert. Denk aan niesbuien of tranende ogen in de kerk of de schouwburg, vlak bij iemand die het 'zondagse pak' na tijden weer eens draagt. Kinderen van drie of vier jaar, die verhuizen naar een kinderledikant van een ouder broertje of nichtje lopen extra risico. Niet alleen kan een grote concentratie huisstofmijtallergeen vrijkomen, maar ook een wolk van schimmelsporen.

Stofzuigen vermindert de stofhoeveelheid, maar dat is ingeval van kussens of zachte vloerbedekking niet effectief tegen de mijt: slechts een paar procenten worden opgeruimd. Stofzuigen blaast de allergenen de hele kamer door, zodat ook tafelkleedjes en gordijnen vol gaan zitten.

In ons vochtige klimaat groeit de huisstofmijt iedere zomer en ieder najaar volop. Daar valt weinig tegen te doen. De belangrijkste remedie is ervoor te zorgen, dat het aantal mijten niet jaar in jaar uit toeneemt. Schoonmaken en uitdrogen zijn de belangrijkste elementen van de aanpak. De drie koudste wintermaanden bieden de beste kans om levende mijten via uitdroging om zeep te helpen. Met tegelijk verwarmen en ventileren drogen slaapkamers het snelst.

De overlast hangt ook af van het effect van schoonmaken. Een gladde vloer is uiteraard goed schoon te maken. Weinig spulletjes en gladde oppervlakken maken beter stofvrij dan een met snuisterijen gevulde kamer. Een langharig kleed kan niet effectief schoongemaakt worden en zal steeds meer mijtenmateriaal bevatten. Een oud matras zit bijna altijd vol huisstofmijtresten. Daarom is het aan te bevelen om een matras en hoofdkussens periodiek (om de vijf jaar) te vervangen. Het dure matras dat zo goed is voor lijf en leden en jarenlang meegaat, geeft vanwege die hoge leeftijd onverwachte gezondheidsproblemen.

Planten en schimmels

Planten in het interieur worden geroemd om het vermogen verontreinigingen te absorberen en van koolzuur zuurstof te maken. Planten horen thuis in de natuurlijke woning. Enige kanttekeningen zijn nodig. De aarde in potten is vaak beschimmeld. Sommige planten veroorzaken allergische reacties, zowel door de gassen (geuren), door de stoffen uit stengels en bladeren (ficus benjamine en andere rubbersoorten) als door parasieten. Veel planten verhogen de vochtigheid: een halve liter water voor de planten per dag geeft een toename van de vochtproductie met 5%.

De inrichting en afwerking van de keuken heeft invloed op schoonmaken, brandgevaar, ongevalrisico en ongedierte. Schimmelsporen uit muffe keuken-

kastjes komen de leefruimte binnen. Slecht afgedichte doorvoeren naar de kruipruimte en geringe ventilatie zijn belangrijke oorzaken. Muizen en kakkerlakken zoeken voedsel achter het fornuis dat zelden van zijn plaats komt.

Waardering van het huisstofmijtrisico

1. Gering risico: droge woning, warme vloer, glad en losse kledjes, goed stofvrij te houden.
2. Risico: koude slaapkamer, slecht te reinigen, stoffig.
3. Hoog risico: vochtige woning.

6.8 Kwaliteit van de ventilatie

6.8.1 Inleiding

Woningen moeten geventileerd worden om vocht en vervuilende stoffen af te voeren en verse lucht voor mens en (huis)dier toe te voeren. Ventilatie werkt op natuurkrachten als wind, temperatuurverschillen van de lucht en turbulentie (rond obstakels), maar kan ook mechanisch met een ventilator worden voortgestuwd. Ongeveer tweederde van de woningvoorraad wordt mechanisch afgezogen en eenderde heeft de van oudsher bekende natuurlijke toegen afvoervoorzieningen. Bijna twee miljoen woningen zijn voorzien van een individuele mechanische ventilatorbox. Vanwege aangescherpte energieprestaties is in 2000 ruim 11% van de nieuwe woningen voorzien van gebalanceerde ventilatie.

Er zijn minimaal drie afvoerpunten in de woning: de keuken, de badkamer en de wc. De toevoer komt via de gevel of via een speciaal inblaassysteem. We onderscheiden vier systemen (NEN 1087):

- Systeem A: natuurlijke toe- en afvoer.
- Systeem B: mechanische toevoer en natuurlijke afvoer.
- Systeem C: natuurlijke toevoer en mechanische afvoer.
- Systeem D: mechanische toe- en afvoer: gebalanceerde ventilatie.

In de markt treedt enige vervuiling van begrippen op: vanwege de goede klank van natuurlijke ventilatie wordt deze term soms ook voor systeem C gebruikt.

De afzuighoeveelheden die gehaald moeten kunnen worden zijn bij de wet bepaald: 0,9 l sec./m³ in verblijfsruimten, met een bepaald minimum, wat in de praktijk globaal neerkomt op 75 tot 150 m³ per uur in de keuken, afhankelijk van de grootte en de verbinding met de woonkamer, 50 m³ in de badkamer, 25 m³ in het toilet: samen meestal tussen 125 en 250 m³ lucht per uur. De gevelopeningen moeten voldoende capaciteit hebben om deze luchthoe-



Natuurlijk ventilatiesysteem

veelheid toe te voeren. In de praktijk komen we ver met de vuistregel dat toevoeropeningen bij een rekensnelheid van één meter per seconde voldoende lucht moeten doorlaten. Er is vrijheid voor de gebruiker om de openingen niet te gebruiken. Capaciteiten moeten daarom regelbaar zijn, met de strengste eisen in het fijne regelbereik van 0 tot 25% van de vereiste capaciteit.

6.8.2 Voordelen en nadelen, comfort en kosten

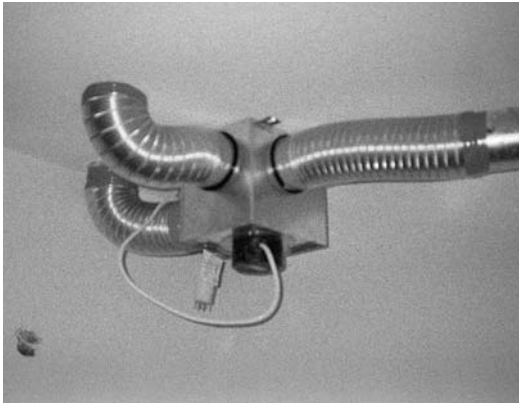
Natuurlijke ventilatie

Natuurlijke ventilatie maakt geen lawaai en kost geen (hulp)energie. Nadeel is dat de hoeveelheid niet regelbaar is en afhankelijk is van wind en temperatuur. De afzuiging is sterker naarmate het harder waait en buiten kouder is. Daardoor kan het energieverlies fors toenemen en hoger worden dan een elektrische ventilator in een jaar gebruikt. In een kiedichte woning doet een natuurlijk kanaal bijna niets, waardoor vocht en luchtjes zich ophopen in de woning, tenzij een raam wordt opengehouden. Bij een collectieve natuurlijke ventilatie kan men last krijgen van luchtjes uit andere woningen, met name als (illegaal) een afzuiginstallatie op het kanaal wordt aangesloten.

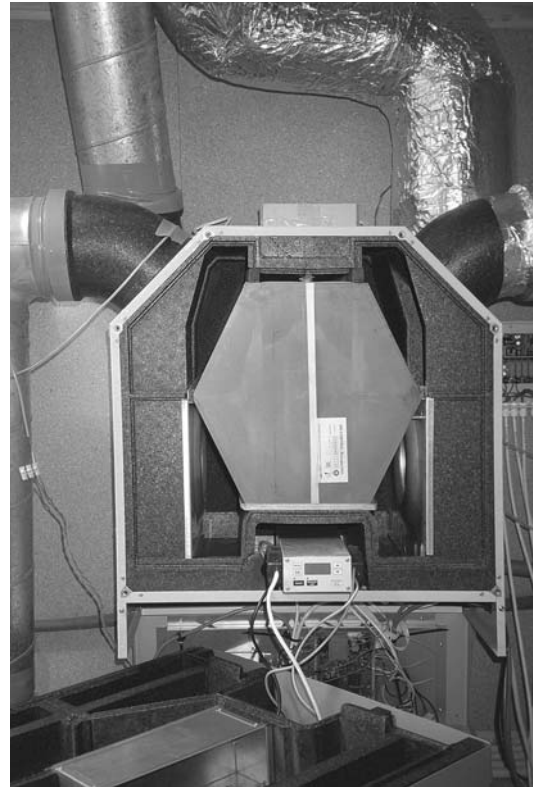
Mechanische ventilatie

Een mechanische afzuiging kan individueel en collectief zijn. Individuele afzuiging is in veel gevallen regelbaar in drie standen: (uit), laag, normaal en kookstand. Het systeem is goedkoop in het gebruik en comfortabel.

Collectieve mechanische ventilatie is goedkoop in aanleg, maar duur in het gebruik. In veel gevallen treden problemen op: geluidsoverlast, te weinig of te veel afzuiging. Om kosten te besparen en comfortproblemen te verminderen, wordt de installatie soms geschakeld: 's nachts lager en rond kookmomenten hoger. Doordat het ritme van huishoudens daarvan kan afwijken, ontstaan klachten. Alternatieve oplossingen worden in hoofdstuk 7 behandeld.



Mechanisch ventilatiesysteem



Gebalanceerd ventilatiesysteem

Gebalanceerde ventilatie

Een variant op de mechanische ventilatie is gebalanceerde ventilatie, waarbij de verse lucht via een kanalsysteem ingeblazen wordt. Gevels kunnen gesloten blijven, wat bij geluidsbelasting een groot voordeel is. De warmte uit de gebruikte lucht kan via een warmtewisselaar overgedragen worden op de verse buitenlucht. Met de traditionele ventilatoren en een warmtewisselrendement van 50 tot 65% was er per saldo geen energievoordeel tussen besparing op ventilatieverliezen en hoger elektriciteitsgebruik. Ventilatieunits met hoogrendementsventilatoren en grote warmtewisselaars, die meer dan 90% van de warmte uit de afgezogen lucht halen, bieden wel een energie-technisch voordeel. HR wtw-units blazen verse lucht in met een temperatuur

die weinig lager is dan de binnentemperatuur, waardoor tochtproblemen worden verminderd.

Elektriciteitsgebruik voor de ventilatie

Het elektriciteitsgebruik van een afzuigventilator hangt af van de aard van de kanalen, de ventielen en de ventilatormotor. Gemiddeld is per woning een vermogen van circa 50 Watt benodigd. Dat kost per jaar $8760 \times 0.05 = 440$ kWh of ongeveer f8 per maand. Dit bedrag wordt gehalveerd met een HR-ventilator. Een gebalanceerd systeem heeft twee ventilatoren, waardoor het hulpenergiegebruik van HR-balansventilatie in de orde van 400-500 kWh per jaar is.

Het energiegebruik ten gevolge van het opwarmen van de afgezogen lucht is afhankelijk van de temperatuur en de hoeveelheid lucht. Gedurende een stookseizoen van acht maanden vergt het opwarmen van de ventilatielucht 350-500 m³ aardgas equivalenten (aeq). In de praktijk is 250 tot 350 aeq. nodig, omdat de zon en warmtebronnen in huis meewerken aan het verwarmen van de lucht. Natuurlijke ventilatie werkt zonder hulpenergie, waarmee ongeveer 100 m³ aeq. per jaar bespaard wordt. Het verschil tussen HR-balansventilatie en natuurlijke ventilatie is dus 150-200 aeq. Het verschil tussen mechanische afzuiging met HR-ventilator en HR-balansventilatie is 250-400 aeq.

6.8.3 Het oordeel over de kwaliteit van de afzuiging

Het is belangrijk om naar de ventilatie per kamer te kijken (en meer naarmate de verblijfsduur langer is) en niet zozeer naar de effectiviteit van het afvoersysteem, omdat het systeem alleen maar een hulpmiddel is, terwijl schone binnenlucht het doel is. De ventilatiekwaliteit hangt met de seizoenen samen, maar ook met wel of niet thuis zijn. Buiten het stookseizoen kunnen we ramen en deuren wijd open zetten, zonder energieverlies en zonder al te veel tocht. Dan zijn er geen ventilatieproblemen, tenzij we niet thuis zijn of tenzij ramen vanwege inbraakrisico niet open kunnen. De ventilatie moet beoordeeld worden vanuit de mogelijkheden in de winter. De lage stand van de ventilatie moet voldoende zijn om de lucht gezond te houden zolang we niet thuis zijn. Na de vakantie mag er geen schimmel op de vloerbedekking staan. Na een dag werken mag er geen condens op de ramen staan.

De kwaliteit van de ventilatie wordt bepaald door:

- Ongecontroleerde ventilatie door kieren en gaten.
- De luchtcirculatie per kamer en met name de lijn tussen de aanvoer en de afvoer.
- De trek dwars door de woning en van beneden naar boven (een eengezinswoning met trap werkt namelijk als een schoorsteen).
- De plaats van de afvoerkanalen (zuigpunten).
- De grootte, de plaats, de bedienbaarheid en de weersgevoeligheid (wind, inregenen, koudeval, geluidsbelasting) van de luchttoevoeropeningen.

De effectieve ventilatiehoeveelheid van een woning kan via opnamen niet bepaald worden. Op basis van metingen en registratie van het gedrag kan een ventilatiescenario opgesteld worden. Kleine afzuigdebieten kunnen gemeten worden met een luchtsnelheidsmeter, bij voorkeur met een apparaat dat een correctie geeft voor de eigen weerstand (een compenserende luchthoeveelheidsmeter). Let ook op de plaats van afvoeropeningen en uitmondingen. Als het ventiel niet bij het kooktoestel zit, kan de kooklucht niet effectief worden afgevoerd. Als de afzuiging van de badkamer een kortsluiting geeft tussen de toegangsdeur en het afzuigpunt, zonder de badkamer goed met lucht te doorspoelen, dan blijft de douchehoek langdurig nat, zodat schimmelgroei meer kans krijgt. Ga, indien de afzuiging te wensen overlaat, na wanneer de roosters en de ventilator voor het laatst zijn gereinigd en of verwisseling van ventielen heeft plaatsgevonden. De locatie van de ventilatorbox geeft een aanwijzing voor de kans op geluidsoverlast. Bij plaatsing tegen een stijve dunne wand, die als klankkast werkt, zal men de ventilator eerder uitzetten. Onderhoud heeft grote invloed op de afzuighoeveelheid. Hoe goed is de bereikbaarheid voor onderhoud? Zijn de kanalen ooit gereinigd door een daarin gespecialiseerd bedrijf?

Een oordeel over de kwaliteit van ventilatieopeningen kan men verkrijgen via opmeten: bepaal de grootte van de vrije doorlaat en vermenigvuldig dit met een luchtsnelheid door de opening van één meter per seconde (de oppervlakte in cm^2 vermenigvuldigd met 3,6 geeft een luchthoeveelheid in m^3 per uur). Door een gat van tien maal 10 cm komt 36 m^3 per uur, mits doorstroming in de ruimte achter het rooster mogelijk is. Deze regel geldt ook voor een natuurlijk ventilatiekanaal.

Een fijnmazig gaasrooster blokkeert ongeveer eenderde van de doorlaat, een grofmazig rooster de helft, echter veel meer als het gaas vervuild is. Soms is een gaasrooster groter dan de toevoersleuven en is er een vrije luchtkamer (plenum), zodat de blokkering door het materiaal gecompenseerd wordt door een groter gaasoppervlak. Kijk in dat geval naar de verhouding tussen sleuven en gaas: is het gaas minstens tweemaal zo groot als de sleuven?

In woningen met vochtproblemen blijkt bijna altijd dat het ventilatiesysteem problemen geeft. Het overzicht op blz. 121 van algemeen voorkomende problemen kan steun bieden bij het beoordelen van de situatie.

Bij opname van het gebruik van de ventilatievoorzieningen letten we alleen op de periode december tot maart. Deze periode is bepalend voor de vocht-huishouding en de groei van micro-organismen. Wat in deze periode niet afsterft door uitdroging, zal in de vochtige zomer weer volop tot groei en bloei komen.

Hoewel huurders verantwoordelijk zijn voor het gangbaar houden van venti-



Problemen met natuurlijke ventilatie

latiekanalen, geldt bij mechanische systemen een uitzondering: huurders hebben niet de kennis en mogelijkheden om onderhoud uit te voeren. De verhuurder moet dit regelen, maar kan de kosten via de servicekosten op de huurder verhalen.

Problemen met natuurlijke ventilatie

De werking van natuurlijke ventilatie is afhankelijk van de wind en het temperatuurverschil tussen binnen en buiten. Door te kleine kanaaldiameters, verkeerde roosterkeuze, verkeerde uitmonding bovendaks en vervuiling van de kanalen zijn er in de praktijk veel problemen. Het hygiënisch gemiddelde ventilatievoud wordt gesteld op 0,5 maal de ruimte-inhoud per uur. Uit metingen blijkt dat deze ventilatie niet gehaald wordt met gesloten ramen: dan blijft dit beperkt tot 0,2 tot 0,3 maal per uur. Dit geldt overigens ook voor mechanische systemen. Omdat natuurlijke ventilatie geen lawaai produceert, geen hulpenergie vergt en goed past bij het woongedrag van mensen die veel thuis zijn, voldoet het systeem uit het oogpunt van binnenmilieu in grote lijnen beter dan individuele mechanische ventilatie. Naarmate het isolatieniveau van woningen toeneemt en bewoners 's nachts veel moeten ventileren om te koelen, zal natuurlijke ventilatie noodzakelijk zijn. We kunnen er niet van uitgaan dat bewoners tijdens het slapen een mechanisch systeem op de hoogste stand zullen zetten.

Er wordt gesteld dat woningen met natuurlijke ventilatie niet zo kierdicht mogen worden opgeleverd als overige woningen. Dankzij kierdichting kan ook de natuurlijke ventilatie goed geregeld worden, mits de roosters, sleuven en ramen goed bedienbaar zijn in het fijne regelbereik. Uiteraard moet er voldoende trek zijn. Bij warm en windstil weer is er te weinig trek. Dan is een vorm van mechanische ondersteuning onmisbaar.

Een raamventilator en ook een kanaalventilator in een natuurlijk kanaal heeft een averechts effect op de afzuiging. Een raamventilator verstoort gedurende het gebruik de natuurlijke trek. Een kanaalventilator in de badkamer of de wc en geschakeld op het lichtnet geeft een vermindering van het afzuigvolume. De capaciteit is meestal 25 tot 35 m³/uur en de nadraaitijd meestal slechts een paar minuten. De capaciteit is voor een badkamer te laag. Na het aflopen van de nadraaitijd werkt de ventilator als een kurk op het kanaal en

belemmert de doorlaat met ongeveer de helft. Een nadraaitijd van minstens zes uur is aan te bevelen.

Overzicht problemen bij natuurlijke ventilatie:

- Ontregeling capaciteit door: wind en temperatuurverschil en vervuiling van kanalen (stof, spinnenwebben, vogelnesten).
- Afname gebruik gevelopeningen door inbraakrisico en veranderd leefpatroon (hogere binnentemperatuur, minder buiten).
- Kierdichting, waardoor eerder tocht via gevelopeningen ontstaat.
- Systeemgebreken:
 - Kanalen worden over het algemeen te klein gekozen.
 - Uitmonding bovendaks is vaak niet optimaal.
 - Op kanaalopening komen (onterecht) ventielen.

Omdat in de zomer perioden van terugstroming optreden, zal de microbiologische vervuiling van de kanalen het binnenmilieu belasten. Het hele jaar door komen momenten van windval voor.

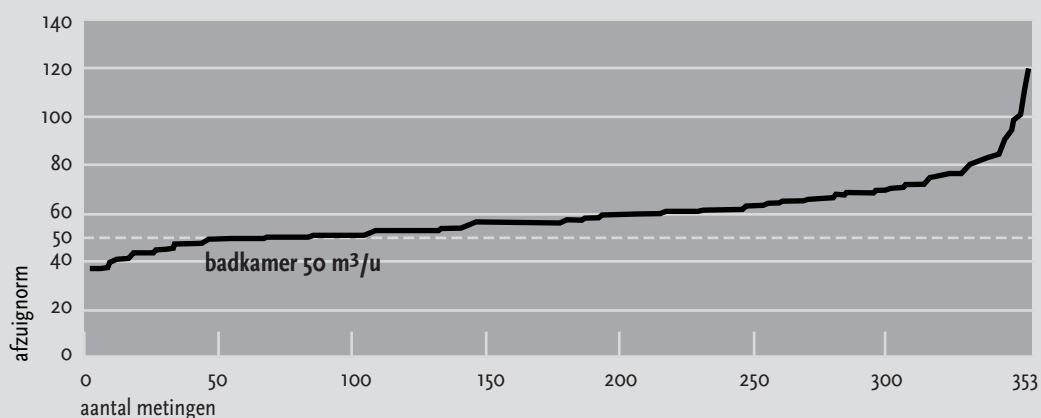
Problemen met mechanische afzuiging

Tweederde van de woningvoorraad heeft mechanische afzuiging. In minstens één miljoen Nederlandse woningen is de afzuiging minder dan 80% van de normhoeveelheden. In de keuken is de situatie het slechtst: 75 tot 120 m³ per uur in plaats van 150 m³ lucht per uur, waaraan de afzuiging (in de open keuken) tot 1992 moest voldoen. In de badkamer is het iets beter gesteld, onder meer doordat de afstand ten opzichte van de ventilatorbox in de meeste woningen korter is.

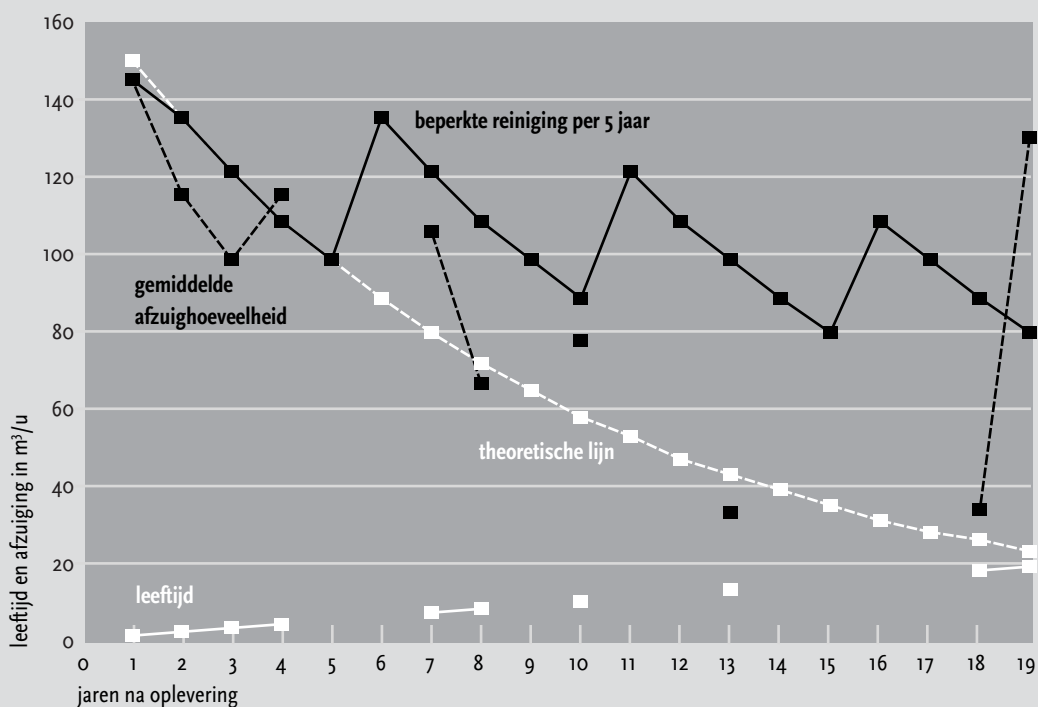
Bij oplevering wordt slecht gecontroleerd op ventilatiehoeveelheden. Indien controles plaatsvinden, dan blijkt dat de afzuiging in veel woningen niet aan de eisen voldoet: bijna 50% van de keukenafzuiging haalt bij de eerste controle het vereiste debiet niet. De situatie in de badkamers is gunstiger (zie grafiek 6.1).

Als de afzuiging op de normale stand permanent aanstaat, hebben we te maken met een grote achteruitgang van de afzuighoeveelheden door slijtage van lagers, door vervuiling van de waaier en door vervuiling van kanalen:

- Meer dan 10% vermindering per jaar van de afzuighoeveelheid in de keuken.
- Meer dan 5% vermindering per jaar van de afzuighoeveelheid in de badkamer en de wc.

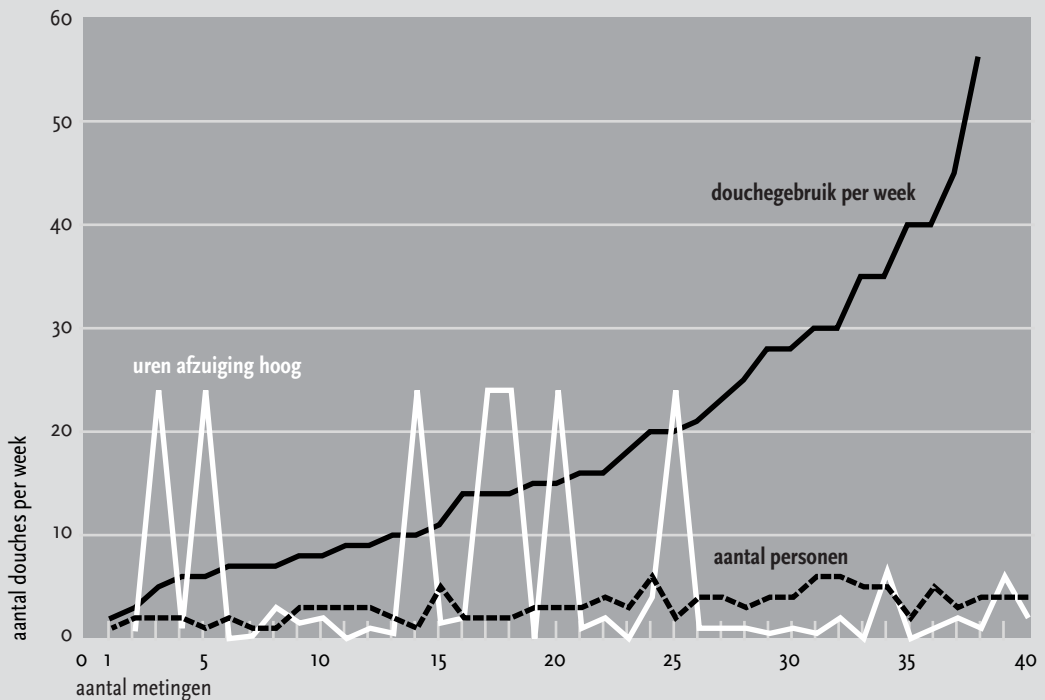
Grafiek 6.1 Oplevermetingen in badkamers met afzuignorm van minimaal 50 m³ per uur

Grafiek 6.2 Invloed veroudering en vervuiling op afzuigcapaciteit in de open keuken



In ongeveer vijf jaar zal nog maar de helft van de afzuigcapaciteit over zijn. Als de afzuiging één uur per dag op de hoge stand staat en 23 uur per dag op de lage stand, geldt de helft van de vermindering. Na een schoonmaakbeurt neemt de capaciteit toe naar 90% van de oorspronkelijke capaciteit, tenzij de installatie weer wordt ingeregeld op de vereiste hoeveelheden (zie grafiek 6.2).

Grafiek 6.3 Het gebruik van de regelstanden van de afzuiging in relatie tot personen en douchegebruik



Na acht tot tien jaar zijn de terugval en de geluidsproductie zo groot dat de box technisch afgeschreven zou moeten worden. De praktijk is echter dat vervanging pas bij uitval gebeurt. Dat kan wel vijftien tot soms twintig jaar duren, met name doordat de bewoners de box op het laatst vanwege geluidshinder nauwelijks meer gebruiken. De geluidsproductie neemt in de loop der tijd toe door onbalans en slijtage.

Veel afzuigboxen zijn regelbaar in twee of drie standen: bij drie standen is de capaciteit meestal 40, 60 en 100% van de maximale afzuiging. De praktijk leert dat bijna iedere bewoner slechts een half uur tot anderhalf uur de normstand gebruikt (zie grafiek 6.3). De lage stand is minder dan de hoeveelheid bij natuurlijke ventilatie. Deze lage stand is soms te weinig om bij afwezigheid een droge woning met geringe vervuiling te realiseren, mede door de capaciteitsvermindering vanwege veroudering. De lage stand zou daarom woningafhankelijk gekozen moeten worden: hoger in een vochtige woning, met veel planten of met huisdieren.

Twee tussenstanden in het regelgebied van 0 tot 25% van de nominale gevelopening is een eis die in de praktijk vaak niet wordt gehaald. De uitzetknip van het klepraampje is te vaak versleten, waardoor het raam alleen volledig open of dicht kan. Draai-kiepramen missen vaak een tussenstandregeling. De nettodoorlaat van roosters loopt snel terug door vervuiling. Door de lastige demontage en door onbegrip over de noodzaak van schoonmaken, maken

bewoners de roosters te weinig schoon. Vanwege inbraakrisico blijven veel ramen dicht, ook als men thuis is.

Bewoners weten niet hoeveel wordt afgezogen en wat het energie-effect is. Een klein rooster dat open staat of voelbare tocht wordt geassocieerd met veel frisse lucht. Ventileren en verwarmen blijkt een complexe materie te zijn voor bewoners. Systemen moeten daarom beter op intuïtief gedrag worden afgestemd. Wanneer we ons realiseren dat de afzuighoeveelheden volgens de norm het minimum zijn en dat deze hoeveelheden veelal niet gehaald worden, dan is het in de praktijk slecht gesteld met de ventilatie. Bewoners krijgen daarvan de schuld en dat is meestal niet terecht.

Overzicht problemen bij mechanische ventilatie

- Slijtage en vervuiling van ventilatoren door:
 - Vervuiling van ventielen, filters en kanalen.
- Afname gebruik ventilator door:
 - Toenemende geluidsoverlast (problematisch na vijf jaar).
 - Kosten hulpenergie.
- Afname gebruik gevelopeningen door:
 - Inbraakrisico.
 - Veranderend leefpatroon (hogere binnentemperatuur, minder buiten).
 - Kierdichting, waardoor eerder tocht via gevelopeningen.
- Systeemgebreken door:
 - Te weinig afzuigcapaciteit tijdens koken en douchepieken.
 - Ontbreken van een reserve bij capaciteitsvermindering.
 - Slecht gebruik (te weinig frisse lucht, bijvoorbeeld als gevolg van geluid).

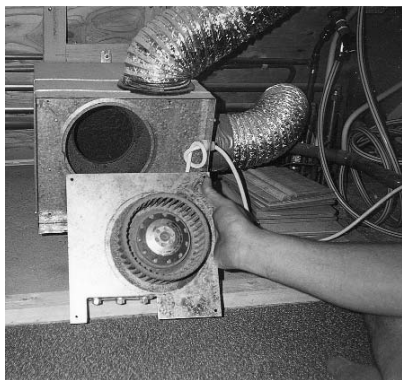
Problemen met gebalanceerde ventilatie

De ventilatiehoeveelheden worden afgestemd op verblijfsgebieden, niet op 'kamers'. Dat geeft veel ontwerpvrijheid die in de praktijk ook averechts uitpakt voor de kwaliteit, bijvoorbeeld als alleen de verblijfszone en niet iedere kamer doorspoeld wordt met verse lucht.

Veelvoorkomende problemen zijn:

- Geluidsoverlast vanwege: de ventilatoren en het apparaat, het gefluit of geruis van inblaasventielen (soms ook afzuigventielen) en overspraak van vertrek naar vertrek, via het ventiel door het kanaal naar het volgende ventiel, maar ook vanwege de vele verticale en horizontale kierende doorbraken in de woning, met materiaal dat geluid goed geleidt.
- Tocht uit slecht gekozen typen of locaties van toevoerventielen.
- Stank door kortsluiting van de afvoer en de verse luchttoevoer.
- Te weinig capaciteit door vervuiling en veroudering.
- Ontregeling door het openen van een raam.

Het voordeel van gebalanceerde ventilatie is de goede circulatie van verse en droge lucht. Dat is gunstig in de strijd tegen de huisstofmijt en schimmels.



Vervuilde ventilatorbox



Reinigen



Theoretisch zou een microbiologische verontreiniging van de luchttoevoerkanaal moeten optreden, zoals dat in klimaatinstallaties in kantoren wordt aangetoond. Praktijkgegevens uit Nederlandse projecten ontbreken. Installateurs met (slechts enkele jaren) ervaring zeggen dat de luchttoevoerkanaal op het oog goed schoon blijven (Bluyse, 2000).

Gebalanceerde ventilatie biedt de mogelijkheid om toevoerlucht te filteren. In de standaardunits voor woningen wordt alleen grof vuil en stof gefilterd. Het is echter mogelijk om zo ver te gaan dat ook pollen effectief worden gefilterd. Fijn stof kan alleen via elektrostatische filters worden vastgehouden. Filters veroorzaken echter zelf ook vervuiling. De waargenomen vervuiling is belangrijker dan men via metingen kan aantonen. Filters worden vochtig en bij het terugregelen zou een milieu kunnen ontstaan waarin schimmels gaan groeien.

Luchtkanalen blijven jaren in gebruik en na verloop van tijd zal stof en organisch vuil neerslaan in het kanaal, vooral op de bodem. Een panelonderzoek naar de luchtkwaliteit uit relatief nieuwe kanalen gaf als resultaat dat vuil in het kanaal weinig invloed had op de waardering. De panelleden roken de olie-laag die achtergebleven was tijdens het productieproces. Ook was de kwaliteit van de buitenlucht een bepalende factor voor de kwaliteitsbeleving.

Overzicht problemen met gebalanceerde ventilatie:

- Slijtage van ventilatoren.

- Vervuiling van ventilatorwaaiers, ventielen, filters en kanalen.
- Afname gebruik ventilator door:
 - Geluidsoverlast (problematisch na enkele jaren).
 - Kosten hulpenergie.
- Systeemgebreken:
 - Te weinig afzuigcapaciteit tijdens koken en douchepieken.
 - Geen reserve bij capaciteitsvermindering.
 - Bij slecht gebruik (denk aan geluid) te weinig frisse lucht.
 - Het risico van kortsluiting afvoer en toevoer op dak.

6.8.4 Oordeel over de bruikbaarheid van gevelopeningen om te ventileren

Een goede luchttoevoer bestaat uit hooggeplaatste openingen zoals spleten, roosters, klepramen of draairamen. De draairamen dienen voor het doorluchten van de woning, maar met een kierstand zijn ze een redelijke aanvulling of eventueel een alternatief voor een klepraam. Roosters en smalle klepramen zijn ideaal, als ze hooggeplaatst zijn, zodat verse lucht langer tegen het plafond blijft kleven en opwarmt via menging met de overige lucht. Tabel 6.1 schetst de ontwikkeling van ventilatievoorzieningen.

TNO geeft het volgende ventilatieadvies voor woningen met natuurlijke ventilatie, in het stookseizoen, dat rekening houdt met de vervuiling door personen. In de woonkamer: bij twee personen een klepraam halfopen, bij vier personen helemaal open. In de slaapkamer: een klepraam 1 cm open (ventileren) of een draairaam 20 minuten open (luchten) en 's nachts een klepraam continu halfopen. In de keuken: bij het koken een draairaam of klepraam open en na het koken een klepraam een aantal uren open of een draairaam vijf minuten open. De ventilatiestand is te prefereren boven het luchten. De periode waarin gelucht wordt levert onvoldoende droogtijd voor matras en beddengoed. Het veelgehoorde advies om tweemaal daags een kwartier te luchten, levert weliswaar een volledige luchtwisseling op, maar dit is niet genoeg om de voortgaande emissie af te voeren. Na het luchten is de vervuiling binnen een uur weer op het oude niveau.

Bij een temperatuurverschil tussen binnen en buiten van 10 tot 15°C (in het stookseizoen) en een lage windsnelheid (<5 m/s) is sprake van ongeveer de volgende luchtvolumestromen:

- ventilatierooster (openingsoppervlak circa 50 cm²): 10 m³/uur (3 l/s)
- klepraam (openingsoppervlak van 0,1 m²): 40 m³/uur (10 l/s)
- draairaam (openingsoppervlak van 0,5 m²): 200 m³/uur (55 l/s)
- buitendeur (6 m spleetlengte zonder kierdichting): 10 m³/uur (3 l/s).

In de zomerperiode zijn door geringere temperatuurverschillen tussen bin-

Tabel 6.1 Historische schets van ventilatievoorzieningen

Periode	Afvoeren	Gevelopeningen	Commentaar
1901	Schoorsteen in de woonkamer en de keuken. Alles natuurlijke afvoer tot 1965.	Schuiframen van hout, in slaapkamers ook stolp- en draairamen. Soms roosters bij plafond.	Voldoende lucht, veel tocht.
1927	Grote diameter gemetselde kanalen, schoorsteen in woonkamer en keuken.	Veel kleine draai- en klepramen in sociale woningbouw.	Ramen inmiddels vervangen of gesloopt.
Jaren dertig	Introductie badruimte, nog zonder afvoerkanaal. WC zonder kanaal aan de gevel.	Opkomst stalen kozijnen en ramen, veel licht en lucht.	Goede ventilatie, kozijnen inmiddels vervangen.
1959	Schoorsteen in woonkamer, in keuken rookgasafvoer tevens als ventilatiekanaal. WC zonder kanaal aan de gevel.	Voldoende klepramen en draairamen.	Kozijnen inmiddels vernieuwd. Badkamer als zelfstandige ruimte, soms in verbinding met keuken.
1965	Introductie van gashaarden, toename centrale verwarming en dus geen schoorsteen meer in woonkamer. Wel kanaal in de keuken. Introductie mechanische afzuiging in hoogbouw.	Grote industriële klapgevels, kleine klepjes, niet inbraakveilig. Ongewilde ventilatie door kieren.	Toename koudebruggen en vochtrisico. Gevels in veel gevallen vervangen.
1975	Introductie metalen afvoerkanalen (kleine diameter keuken), Introductie mechanische afzuiging in eengezinswoningen. Minimeert in praktijk het maximum.	Grote variatie in geveloplossingen, inbraakrisico, kleine klepjes, roosters veelal geringe doorlaat en slecht bedienbaar.	Koudebruggen en vochtrisico, probleemcategorie t.a.v. ventilatie.
1981	Zie 1975, toename ingestorte kanalen, vervuiling en hoge luchtweerstand.	Verbetering roosterassortiment, aandacht voor koudebruggen en bedienbaarheid.	Bouwfysisch betere bouw. Probleemcategorie t.a.v. ventilatie.
1992	Kierdichting beter, dus alleen mechanische afzuiging.	Geen klepramen meer, betere en grotere roosters.	Oude NPR voor ventilatie nog in gebruik.
1996-2000	Nieuwe NEN 1087, in 2000 nieuwe NPR: minder afzuiging in de woonkamer, indien kleine verblijfsruimte.	Voldoende roosteroppervlak.	Afzuiging is het knelpunt bij ventilatie, waardoor soms sprake is van slechte binnenlucht.
Toekomst	Meer vertrekken met een eigen kanaal, toename balansventilatie.	Grotere roosters, om nachtventilatie en grotere capaciteit mogelijk te maken.	Hogere ventilatieeisen vanuit streven naar allergeenarme woningen.

nen en buiten bovenstaande volumestromen de helft. Anderzijds worden in de zomer meer ramen geopend. Ongeveer 29% sluit wel eens ramen vanwege geluidhinder van buiten en 7% schakelt het ventilatiesysteem helemaal uit (De Jong, 1988).

Goede doorspuikbaarheid kan een woning met slechte ventilatiemogelijkheden compensatie bieden. De doorspuikbaarheid hangt samen met het woningtype en de gevelindeling. De slaapverdieping van een eengezinswoning is meestal goed door te spuien, een flat minder goed, omdat de luchtstroming overdwars eerder hinder door tocht geeft.



Gebruiks-
problemen van
ramen en
roosters



Beoordeling

Bij de opname worden de bruikbaarheid en het werkelijke gebruik van het ventilatiesysteem geïnventariseerd. Aan de bewoner wordt gevraagd, hoe lang de afzuiging aanstaat en op welke stand en hoe de ventilatieopeningen in de winterperiode gebruikt worden: meestal dicht, alleen om te luchten of veel open. Onderscheid naar de kierdichting van de woning is nodig. Op basis van alle gegevens wordt een ventilatiescenario opgesteld. Dit scenario is basis voor de beoordeling van de bijdrage van de ventilatie aan de luchtkwaliteit.

In het algemeen is het slecht gesteld met de kwaliteit: bij kozijnvervanging zijn draai-kiepramen zonder tussenstandregeling toegepast, roosters zijn klein of ontbreken en soms zijn er in het geheel geen ventilatieopeningen meer. De kierdichting is in veel gevallen verbeterd, maar dit heeft een keerzijde: er moet bewuster gebruikgemaakt worden van ventilatieopeningen en soms zijn die er niet of zijn ze niet bruikbaar.

Bij het ombouwen van lokale verwarming naar cv is de schoorsteen vervallen. Daarmee is tevens een goede trekopening vervallen. De binnenmilieuproblemen nemen dan toe: vochtproblemen en veel fijn stof als mensen roken.

Waardering van de ventilatie

De ventilatie kan ingedeeld worden in vier kwaliteitsniveaus:

1. Goed. De afzuiging werkt goed of is collectief, er is goede toevoer via de

gevel, pieken kunnen in korte tijd worden afgevoerd en met rokers kan het ventilatievoud tijdelijk verhoogd worden; in het stookseizoen is het ventilatievoud 0,8 tot 1.

2. Normaal. Alles werkt volgens de norm en is goed ontworpen, met laag geluidsniveau, goed geplaatste openingen die inbraakveilig en fijn regelbaar zijn. Een ventilatievoud van 0,8 tot 1 is haalbaar.
3. Matig. Individueel regelbare afzuiging en zuinig gebruik, beperkt gebruik van ramen, het ventilatievoud is 0,5 tot 0,8.
4. Slecht. Geringe gevelventilatie, gering gebruik van afzuiging, het ventilatievoud is minder dan 0,5.

6.9 Verwarming, warm water en koken

Toestellen

De opname is gericht op hinder of gevaar van toestellen voor verwarming, warm water en koken. Zijn gesloten of open verbrandingstoestellen aanwezig? Hoeveel restverbrandingsproducten komen in de leefruimte?

Open toestellen zonder afvoer zijn: een afvoerloos kacheltje op gas of olie (huisbrandolie, petroleum, speciaal gereinigde brandstof), de afvoerloze keukegeiser, het gasfornuis en het (gas)kooktoestel. Open toestellen met afvoer zijn de schoorsteengebonden haard en keukenkachel, de open haard, een oudere cv-ketel, de badgeiser of gasboiler. Gesloten verbrandingstoestellen zijn gevelkachels of moderne combiketels. Bij de opname wordt geregistreerd waar het toestel staat en welke relatie deze plek heeft met de woon- en slaapruijnte.

Het type en de opstelplaats van verbrandingstoestellen geeft houvast bij het beoordelen van uitstoot of terugslag van rookgassen, met daarbij de vochtproductie en productie van stikstofoxidenverbindingen, het risico van koolmonoxidevergiftiging, geluidhinder en ook de opwarming van de opstelruimte door de toestel- en leidingafgifte.

Gebleken is dat de gesloten cv-opstelruimten, die werden toegepast in de jaren tachtig, niet gesloten genoeg zijn. Bij mechanische afzuiging kan door onderdruk in de woning lucht via de schoorsteen van een open cv-ketel aanzegogen worden. Wanneer deze luchtstroom een slechte schoorsteentrek veroorzaakt, kan een minder volledige verbranding met roetvorming en koolmonoxideontwikkeling optreden. Als de rookgassen via kieren in de deur van de gesloten opstellingsruimte de woning worden binnengezogen, kunnen gezondheidseffecten optreden.

Een voor het binnenmilieu gunstig neveneffect van open toestellen is de extra ventilatie via een goed opgewarmd kanaal. De haard in de woonkamer voorkomt problemen met een vochtige kruipruimte of met rokers. Een open toestel op zolder met een aparte beluchting maakt de zolder geschikt om



Bij het ombouwen naar cv vervalt de afzuigfunctie van het schoorsteenkanaal



Open toestel levert een bijdrage aan de ventilatie van de woning



Afvoerloos oliekachelletje is een bron van luchtvervuiling

wasgoed te drogen, dankzij de goede ventilatie en de hoge warmteafgifte van de oude ketel. Na het plaatsen van een gesloten HR-combiketel en het afdichten van de gaten wordt de zolder vochtig en koud en is deze zonder het gebruik van ramen niet meer geschikt om de was te drogen.

Het gasfornuis verbruikt per jaar 65 m³ tot 100 m³ aardgas en de vochtbelasting daarvan is gemiddeld 0,3 l/dag, minder dan 3% van de totale vochtproductie in huis. Het komt wel voor dat de oven giftig brandt door vervuilde branders. Het koken zelf geeft meer vocht en ook koolmonoxide, vluchtige organische verbindingen en fijn stof.

Uit gesloten toestellen ontsnappen geen afvoergassen, behalve wanneer afvoerpijpen niet goed verbonden of afgeplakt zijn en de rookgasventilator rookgassen de woningen inblaast.

Keukengeiser

Er zijn nog 1,1 miljoen geisers in gebruik, waarvan de helft bestaat uit afvoerloze keukengeisers. De overlast van de afvoerloze keukengeiser is groot: 250 m³ gas gemiddeld per jaar brengt bijna een liter vocht per dag in de woning, dat is ongeveer 10% van de totale vochtproductie. Ondanks de voordelen van dit toestel, namelijk goedkoop, energiezuinig, snel heet water en gering legionellarisico, hoort het gebruik ervan niet thuis in een gezonde woning. De uitstoot van vocht en NO_x is te groot, de vorming van koolmonoxide blijft een risico. In veel woningen wordt de vochtbalans danig verstoord door de afvoerloze geiser.

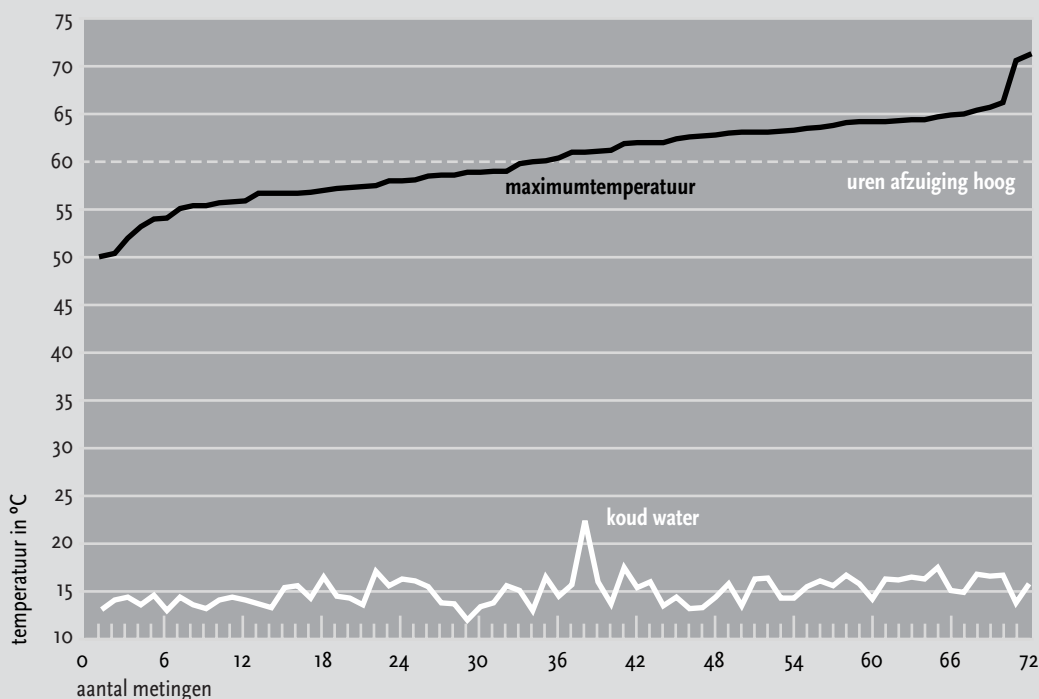
legionella in tapwatertoestellen

In verband met het beoordelen van het legionellarisico worden specifieke installatiekenmerken opgenomen:

- Wordt warm water geleverd door een doorstroomtoestel of een boiler?
- Koelt het doorstroomtoestel na gebruik weer af?
- Is de temperatuur van de keukenboiler of de doucheboiler boven 60°C? (zie grafiek 6.4)
- Blijft een deel van enige watervoorraad op een temperatuur tussen 25 en 55°C?
- Welke kranen of douches worden zelden gebruikt? (zie grafiek 6.3 op pagina 117)
- Kan het water weglopen uit de doucheslang?
- Ontstaat fijne nevel tijdens het douchen?
- Is een waterslagdemper toegepast of zijn er dode leidingstukken?
- Is de temperatuur van het koude water in de zomer of de winter verhoogd?

Het is niet duidelijk hoe ernstig het legionellarisico is. Over het aantal zieken en slachtoffers wordt volop discussie gevoerd. Er is sprake van verhoogd risico als in het systeem een groot buffervat met drinkwater voorkomt, dat niet langdurig op minstens 60°C verwarmd wordt, zoals dat veelal het geval is met een zonneboiler of warmtepompboiler. Door periodiek hoge temperaturen in het vat of de wisselaar zal de biofilm regelmatig worden afgebroken, maar bij de hoge temperatuur ontstaat ook meer kalkafzetting, wat bevorderlijk is voor de groei van biofilm en bacteriën. Niemand heeft ooit een legionellabesmetting via een zonneboiler aangetoond. Daar staat tegenover dat er geen degelijk onderzoek naar is gedaan. De naverwarming van een buffervat duurt meestal slechts enkele seconden en de temperatuur in de naverwarmer is relatief laag, te kort en te laag voor ontsmetting. Er is in veel woningen sprake van enig risico, omdat het warmwatertoestel van het doorstroomtype niet of nauwelijks 60°C haalt, waardoor in leidingen biofilm tot ontwikkeling komt en de bacterie zich kan nestelen. Er is nog geen draagvlak bij fabrikanten en de regelende overheid voor strengere regels ten aanzien van toestellen in individuele woningen, waarmee betere toestellen een kans zouden krijgen.

Tabel 6.4 Tapwatertemperatuur aan de keukenkraan bij doorstroomtoestellen zonder waakvlam



Enkele fabrikanten komen inmiddels wel met extra beveiligde zonneboilers op de markt.

Haard

Een traditionele schoorsteengebonden haard zal regelmatig terugslag van rookgassen geven, maar per saldo zorgt de haard voor een goed geventileerde woonkamer. Het risico van terugslag van rookgassen is bij een moederhaard groter dan bij een haard, immers de moederhaard wordt gekoeld door de radiatoren, zodat de schoorsteentrek afneemt. Bovendien heeft dit type haard een groot vermogen, zodat de schoorsteen veel meer afvoerlucht te verwerken krijgt.

Houtkachel

Een houtkachel en een open haard produceren bij de verbranding giftige stoffen en veroorzaken een grote uitstoot van fijn stof en organische koolwaterstoffen. Bij onderzoek onder schippers in Groningen is vastgesteld dat door stoken in een houtkachel gifstoffen ook in het binnenmilieu terechtkomen. Als een haard of houtkachel binnen te ruiken is, is van belasting van de binnenlucht sprake. Gezellige warmte heeft een keerzijde.

Bijverwarming

Een afvoerloos oliekachelkje wordt soms uren per dag als hoofdverwarming gebruikt, omdat het stralingswarmte geeft met een gezellig lichtschijnsel.

Vooral in woningen met blokverwarming en stadsverwarming, waar het verdeelsysteem van de warmtekosten een zwaar accent legt op de variabele kosten (terwijl soms meer dan de helft van de warmte niet-regelbaar wordt afgegeven), geeft deze bijverwarming een grote stookkostenbesparing. De folders roemen met 'turboverbranding' en 'gegarandeerd 100% rendement' de waarde van deze kacheltjes. Doordat deze kachels damp en rookgassen in de woonkamer brengen, is de belasting van het binnenmilieu hoog: meer dan 1,3 liter water per liter brandstof, roetdeeltjes, onverbrande koolwaterstoffen en koolmonoxide. De klachten zijn dan ook dat nylon vloerbedekking verteert, dat meubilair vet en vies wordt en dat bewoners ademhalingsklachten krijgen. Om de prikkeling te bestrijden (men denkt onterecht dat deze van te droge lucht komt) worden kaarsen gebrand en staat een waterpannetje op de kachel, om nog meer vocht te produceren. Kortom, verkeerde zuinigheid en slechte informatie over producten, die een bedreiging vormen voor de gezondheid.

Luchtverwarming

Luchtverwarming kan worden ingedeeld in:

- Verwarming van recirculatielucht, ventilatie via ramen.
- Verwarming van recirculatielucht, bijgemengd met verse lucht.
- Gebalanceerde ventilatie, bijmengen van recirculatielucht en naverwarming.

Tevens kunnen systemen ingedeeld worden naar directe luchtverhitters, waarbij de gasvlam direct de wisselaar met lucht verwarmt en indirecte luchtverwarmers, waarbij een cv-ketel of andere verwarmingsbron eerst water verwarmt, waarna een warmtewisselaar de lucht verwarmt.

Het marktaandeel van luchtverwarming is klein, maar kan toenemen als variant op gebalanceerde ventilatie met radiatorenverwarming. Een luchtverwarmingssysteem biedt in principe een goede luchtcirculatie. Toch zijn er in de praktijk regelmatig klachten.

In directe luchtverwarmers wordt de lucht te sterk verhit, waardoor stof en micro-organismen gaan schroeien en luchtwegirritaties kunnen optreden. Het filteren van de lucht neemt in de praktijk de kleine stofdeeltjes niet weg. Er is geluidsoverlast. Vaak ontstaat tocht en is de temperatuur niet gelijkmatig. Een deel van de problemen is goed te verhelpen, zoals geslaagde experimenten laten zien: met thermisch lichte bouwmassa, kleine ramen en zeer goede isolatie worden de luchthoeveelheden en de temperaturen verlaagd. De kanaalweerstand kan met grote kanalen verkleind worden. Een fijn filter vangt de pollen die een allergiepatiënt in de zomer zouden kunnen plagen.

Luchtverwarming verwarmt de lucht in korte tijd, maar het duurt lang voordat de wanden, vloeren en plafonds warm zijn. Om dat te compenseren, moet de luchttemperatuur hoger zijn. Het gevolg is een drogere woning.

Er bestaat geen norm of richtlijn, die beschrijft hoe schoon luchtkanalen

moeten zijn. Een visuele inspectie van luchttoevoerkanalen volstaat: als het metaal van de kanalen door de stoflaag niet meer zichtbaar is, zal meer dan 20 g/m³ stof zijn afgezet. Borstelschoon mag maximaal 4 g/m³ bevatten, volgens de Duitse standaard VDI 6022 voor utiliteitsgebouwen. Het goed schoonmaken van kanalen vereist zowel het gebruik van borstels als van reinigingsvloeistof (Björkroth, 2000).

Vloer- en wandverwarming

Te hete vloerverwarming kan vermoeidheid van de voeten veroorzaken. Vloer- en wandverwarming heeft overigens vooral positieve effecten op het binnenmilieu en wordt daarom behandeld in hoofdstuk 7.

Waardering van de apparatuur

1. Goed. Gesloten toestellen en legionellaveilige warmwatervoorziening.
2. Verhoogd risico. Niet alle ruimten warm te stoken, open toestellen en te lage temperatuur warmwaterbuffer.
3. Risico. Afvoerloze toestellen, grote drinkwaterbuffer niet langdurig op 60°C, vochtgevoelige slaapkamers niet droog te stoken.

6.10 Gebruik van de verwarming

Om de woning in de wintermaanden droog te kunnen stoken, moet overal in de woning genoeg worden verwarmd en geventileerd. Bij luchtverwarming staan grote delen van de woning luchtzijdig met elkaar in verbinding, zodat de kans op een droog milieu groot is. Bij centrale verwarming is de woonkamer meestal bepalend voor de verwarming. De overige kamers zijn kouder en blijven langdurig of altijd onverwarmd. Als warme vochtige lucht uit de woonkamer met open keuken naar de koude slaapverdieping trekt, koelt deze daar af en wordt per definitie vochtiger. Het gevolg kan zijn dat beddengoed te weinig opdroogt, dat er condens op koude muren, vloeren, plafonds of balken ontstaat, met als gevolg schimmelvorming en groei van de huisstofmijt. Nachtverlaging versterkt in een vochtgevoelige woning mijtengroei en schimmelvorming.

Uit onderzoek van de GGD Groningen blijkt dat van alle onderzochte woning-categorieën vooral woningen van na 1960 een groter risico van een vervuild binnenmilieu hebben (Duijm, 1998). Dat hangt samen met kieren die via ongewilde ventilatie bijdragen aan het totale ventilatievolume. Moderne kierdichte woningen of woningen die zijn nageïsoleerd moeten veel bewuster geventileerd worden, wat niet altijd kan en soms niet gebeurt. Een voordeel van zeer goed geïsoleerde woningen is dat de woning dankzij mensen, apparaten, verlichting en de zon op een redelijk hoge temperatuur blijft. Deze

‘temperatuur zonder verwarming’ (tzv, een nieuw begrip) levert een positieve bijdrage aan een droog binnenklimaat. Randvoorwaarde is dat slaapkamers niet te veel afkoelen doordat het raam te langdurig en te ver openstaat. Vanwege die tzv is het vocht risico in woningen met een slechte bezonning groter dan in goed bezonde woningen. Denk daarbij aan schaduw door bomen of gebouwen, aan kleine ramen, maar ook aan snelle afkoeling door het ontbreken van isolatie.

De ingehamerde energiebesparingsregels kunnen vanuit de gezichtshoek van gezond wonen beter naar de prullenmand verwezen worden, want: nachtverlaging verhoogt het vocht risico, droogstoken kan niet zonder tegelijk te verwarmen en een kwartier luchten per dag is niet genoeg. Alternatieve vuistregels zijn:

- Zuig vochtbronnen af.
- Zorg voor gelijkmatig verwarmen en ventileren.
- Hou vervuiling buiten, laat verse lucht binnen.
- Herstel de voorjaarsschoonmaak in ere.
- Laat bij huisstofmijtallergie het beddengoed dagelijks drogen, vervang matrassen en kussens periodiek of pas mijtendichte hoezen toe.

Waardering van het gebruik van de verwarming

1. Goed. Gelijkmatige temperatuur of droge woning.
2. Matig. Nachtverlaging geeft vocht pieken in vloerbedekking en meubilair.
3. Slecht. Vochtige slaapkamers kunnen niet verwarmd worden.

6.11 Baden, wassen en drogen

De inrichting en vloerafwerking van de badkamer moet uitglijden door natigheid voorkomen. Het gebruik van thermostaatkranen verkleint het risico van verbranden aan heet water.

De badkamer kan een belangrijke vochtbron zijn en schimmelproblemen veroorzaken, met sporenbelasting naar de omliggende kamers. Vocht kan uit de badkamer naar de overloop en andere kamers (de zolder) wegtrekken en daar overlast geven. De afvoervoorziening moet zo ver mogelijk verwijderd zijn van de toegangsdeur, zodat een lange luchtstroming met een goede circulatie ontstaat. Om dezelfde reden moet de toevoerlucht via een kier onder de deur of liever nog via een rooster in de deur naar de badkamer stromen. Een gesloten douchegordijn na het douchen is af te raden, omdat deze de circulatie belemmert. Een gesloten cabine moet na gebruik om dezelfde reden open blijven staan. Een wasdroger kan een vochtbron vormen, denk aan het uitblazen van met vocht verzadigde warme lucht uit de condensdroger. De droger kan ook stofoverlast geven, nadat alle vochtige stofjes gedroogd zijn en door luchtbeweging gaan rondzweven. Soms kan een afvoerslang van een droger



Lavet uit de jaren vijftig
is nagenoeg verleden tijd

niet naar buiten geleid worden, met als gevolg vochtbelasting. De chemische verontreiniging met wasmiddelen levert soms hinder op, hoewel de overlast meestal van direct contact met wasgoed komt, zowel in natte vorm als tijdens het dragen.

Tegelwerk tot het plafond voorkomt schimmelm groei. Het plafond zou met harde en gladde verf behandeld kunnen worden, liever niet met absorberende muurverf. Gladde verf en tegels zijn goed schoon te houden.

In veel woningen wordt wasgoed binnen aan een rekje gedroogd. Favoriete plaatsen zijn het trapgat, de badkamerdeur, een ongebruikte slaapkamer of de zolder. (Onzichtbare) schimmels en de huisstofmijt veroorzaken het gezondheidsrisico.

Waardering van baden, wassen en drogen

1. Goed. Badkamer kan vochtbelasting door douchen goed aan, wassen en drogen in afgescheiden ruimte, zodat het binnenmilieu niet wordt beïnvloed.
2. Matig. Badkamer blijft na gebruik langdurig vochtig, stofpieken door wasbehandeling.
3. Slecht. Schimmelvorming in badkamer en slaapkamers door douchen en wasbehandeling.

6.12 Gebruik in relatie tot woningkenmerken

Bewonersgedrag

De opname is vooral op fysieke woningkenmerken gericht. Bij binnenmilieu-problemen moet echter ook het woongedrag worden beoordeeld, om vast te stellen of sprake is van technische kenmerken of dat het bewonersgedrag van invloed is op het gezondheidsrisico: rookt men, kookt men langdurig, bakt men zelf brood, gebruikt men parfums in geurverstuivers of misschien een afvoerloos oliekacheltje? De meeste mensen passen hun woongedrag aan woningkenmerken aan door extra te ventileren bij vochtproblemen, door een raam open te zetten om kookluchtjes sneller af te voeren. Vaak kan men ondanks aangepast gedrag geen goed binnenmilieu creëren omdat er bijvoorbeeld optrekkend vocht is of vieze lucht uit de kruipruimte of een afvoerloze geiser. Men ventileert veel en toch blijft het vochtig. Men verwarmt genoeg, maar niet voldoende om schimmelvorming te voorkomen.

Aantal bewoners en huisdieren

Er is een verband tussen de kwaliteit van het binnenmilieu en de beschikbare

woninginhoud per persoon, de bezettingsgraad. Een slecht geventileerde woning hoeft bij gebruik door slechts een enkele bewoner geen gezondheidsrisico te geven. Inventariseer bij de opname ook huisdieren: behaard of met veren, waar ze overnachten en waar de bak voor uitwerpselen staat.

Emissies uit inrichtingsmaterialen

Uit vloerbedekking, meubels en gordijnstoffen komen stoffen vrij. De emissie heeft een piek gedurende de eerste weken na het aanbrengen van inrichtingsmaterialen. Soms treden nieuwe pieken maanden later op, bij hoge temperaturen of bij hoge vochtigheid. Over het algemeen is goed onderzoek gedaan naar de emissies van de producten zelf, echter niet naar combinaties van emissies. Zo begint steeds meer aandacht te ontstaan voor de emissiepiek van vinyl vloerbedekking op vers of vochtig beton. Ozon van buiten en van laserprinters of copiers in huis gaat gretig verbindingen aan met andere stoffen, waardoor bijvoorbeeld meer vluchtige organische verbindingen kunnen vrijkomen. Veel inrichtingsmaterialen zijn echter in staat om diverse ongezonde stoffen te absorberen of via chemische reacties te binden. Meubels vangen stikstofdioxide op. Gipsplaat is in staat bijna alle natuurlijke ozon uit de buitenlucht te binden (Knudsen, 2000).

Waardering gebruik van de woning

1. Geen invloed. Normale bewoning, geen grote of gevederde huisdieren.
2. Verhoogd risico. Intensieve bewoning in woning met risicoverhogende kenmerken.
3. Schadelijk. Hoge emissies door bewoning in woning die daarop niet bekend is.

6.13 Conclusies

In tabel 6.2 op pagina 132 wordt een score van gezondheidsrisico's gegeven, die gebaseerd is op de waardering in voorgaande paragrafen. De schaal loopt van -- naar ++, ofwel van veel gezondheidsrisico's via neutraal naar een positieve bijdrage aan gezond wonen. Alle minnen duiden op aandachtspunten voor verbetering. Per thema gaat het om de onderlinge verhouding. Een plus bij 'eengezinswoningen tot 1975' bij het thema 'Bouwjaarklasse en bouwwijze' moet gezien worden in relatie tot de min van 'eengezinswoningen na 1975'.

De woningopname geeft inzicht in de oorzaak van bewonersklachten, in ziekterisico en in gebreken, die richting geven aan het opstellen van verbeteringsplannen.

Tabel 6.2 Score van gezondheidsrisico's

B o u w j a a r k l a s s e e n b o u w w i j z e	
1. Gestapelde woningen tot 1965	--
2. Gestapelde woningen na 1965	-
3. Eengezinswoningen tot 1975	+
4. Eengezinswoningen na 1975	0
W o o n o m g e v i n g	
5. Geen hinder: schone lucht, weinig verkeer, goede sfeer in de buurt	+
6. Hinder: luchtvervuiling, geluidsoverlast, verval, onveilig	-
B u i t e n r u i m t e b i j d e w o n i n g	
7. Geen vervuilingsbronnen en voldoende recreatiemogelijkheden	++
8. Hinder vanwege huisdieren, sporenvorming of geringe gebruiksmogelijkheden	-
K r u i p r u i m t e e n s p o u w v o e t	
9. De kruipruimte is droog en schoon of de bodem en de vloer zijn goed afgedicht	+
10. De kruipruimte is vuil en de vloer niet kiedicht	--
11. De spouw is diep onder de vloer doorgezet, is schoon en watert goed af, plint niet vochtig of aangetast	+
12. De spouw stopt aan de onderkant van de vloer, metselwerk buitengevel is vochtgevoelig en er zijn vochtsporen binnen zichtbaar	-
V o c h t k e n m e r k e n	
13. Geen condens, geen schimmelsporen of vochtminnende diertjes, frisse lucht	+
14. Loszittend behang, condens bij koken of 's morgens vroeg, koudebruggen	-
15. Zichtbare vocht- en schimmelplekken, vochtig onder vloerbedekking	--
V e r k e e r s r u i m t e	
16. Gelijkvloers en zonder drempels	0
17. Trappen met gladde treden en draaiingen, drempels en/of kleedjes	-
W o n i n g i n r i c h t i n g	
18. Droge woning, warme vloer, gladde vloer met losse kleedjes, goed te reinigen	+
19. Koude slaapkamer, slecht reinigbaar en stoffig	-
20. Vochtige woning	--

K w a l i t e i t v a n d e v e n t i l a t i e

- | | |
|--|----|
| 21. Afzuiging werkt goed of is collectief, goede toevoer via de gevel. Pieken kunnen in korte tijd worden afgevoerd, in het stookseizoen is het ventilatievoud 0,8 tot 1 | ++ |
| 22. Ventilatie werkt volgens de normen en is goed ontworpen, met laag geluidsniveau en goedgeplaatste openingen die inbraakveilig en fijn regelbaar zijn. Een ventilatievoud van 0,8 tot 1 is haalbaar | + |
| 23. Individuele afzuiging en zuinig gebruik, beperkt gebruik ramen, het ventilatievoud is 0,5 tot 0,8 | - |
| 24. Gering gebruik van gevelventilatie, afzuiging en afzuigkap, het ventilatievoud is < 0,5 | -- |
-

V e r w a r m i n g , w a r m w a t e r e n k o k e n

- | | |
|--|----|
| 25. Gesloten toestellen en legionellaveilige tapwatervoorziening | ++ |
| 26. Niet alle ruimten warm te stoken, open toestellen en te lage temperatuur van warmwaterbuffer | - |
| 27. Afvoerloze toestellen, grote drinkwaterbuffer niet langdurig op 60°C, vochtgevoelige slaapkamers zijn niet droog te stoken | -- |
-

G e b r u i k v a n d e v e r w a r m i n g

- | | |
|---|----|
| 28. Gelijkmatische temperatuur en droge woning | + |
| 29. Nachterverlaging geeft vochtpieken in vloerbedekking en meubilair | - |
| 30. Vochtige slaapkamers kunnen niet verwarmd worden | -- |
-

B a d e n e n w a s s e n

- | | |
|--|----|
| 31. Badkamer kan vochtbelasting door douchen aan, was drogen apart | + |
| 32. Badkamer blijft lang vochtig, pieken door condenswasdroger | - |
| 33. Schimmelvorming in badkamer of slaapkamers | -- |
-

G e b r u i k i n r e l a t i e t o t w o n i n g k e n m e r k e n

- | | |
|---|----|
| 34. Normaal bewoond, geen grote of gevederde huisdieren | + |
| 35. Intensieve bewoning en risicoverhogende woningkenmerken | - |
| 36. Intensief gebruik en emissies in woning die daarop niet berekend is | -- |
-

Waardering -- *ernstige gezondheidsrisico's*
 - *aandacht vereist vanwege gezondheidsrisico*
 o *neutraal*
 + *positief effect op kwaliteit binnenmilieu*
 ++ *kwaliteitskenmerk van gezond wonen*

7 Verbetermogelijkheden

7.1 Inleiding

Hoofdstuk 7 bevat een inventarisatie van verbetermogelijkheden. Het accent ligt op het verminderen van gezondheidsrisico, niet op het verhogen van comfort of het verfraaien van de inrichting. Hier en daar wordt een indicatie gegeven van effecten of van de technische toepasbaarheid van een maatregel. De keuze van maatregelen is ingegeven door praktijkervaringen met advies over het binnenmilieu, over bouwkundige problemen en over energiebesparing. De verbetermogelijkheden worden beschreven aan de hand van de thema's, die de structuur vormen van hoofdstuk 6. Op deze manier ondersteunt dit hoofdstuk over maatregelen de opnametechniek, namelijk door bij de opname reeds aandacht te geven aan de vraag, of met verbetering ook werkelijk het beoogde effect wordt bereikt: verbeteren van de gezondheidskenmerken. Omdat in de voorgaande hoofdstukken veel informatie is gegeven over de woningenkenmerken, worden de maatregelen beknopt weergegeven.

De indeling volgt in grote lijnen de volgende thema's:

- woonomgeving
- buitenruimte bij de woning
- fundering en kruipruimte
- zichtbare vochtproblemen
- kwaliteit van de ventilatie
- verwarming en warm water
- kooktoestellen
- verkeersruimte
- gebruik van de verwarming
- baden, wassen en drogen
- woninginrichting
- gebruik van de woning.



Keuze van juiste soort begroening kan pollenbelasting verkleinen

7.2 Woonomgeving

Voorzover de woonomgeving overlast veroorzaakt en deze overlast is niet (via eigen maatregelen) te verminderen, kan men ernaar streven om de overlast te isoleren.

Verbeter bij geluidhinder de geluidsisolatie via isolatieglas, suskasten, gesloten gevels en gebalanceerde ventilatie. Haal bij gebalanceerde ventilatie de verse lucht van de schoonste zijde van de woning.

7.3 Buitenruimte bij de woning

De begroeiing in de omgeving kan periodiek veel overlast geven, vanwege rondstuivende pollen en schimmelsporen, maar ook vanwege stof en ziektekiemen van vogels of ongedierte.

Verwijder vogelnesten van kierend houten dakbeschot. Voorkom dat duiven een nestelplaats vinden op balkons. Vermijd sporendragende begroeiing in de tuin, of snoei dit regelmatig terug. Plaats de bak voor groente-, fruit- en tuinafval voldoende ver van de woning. Situeer een composthoop op zo groot mogelijke afstand van de gevel. Maai bloeiend gras niet ten tijde van weersomstandigheden die slecht zijn voor hooikoortspatiënten.

Muurbegroeiing verrijkt het biologisch klimaat, inclusief dat van ongedierte



7.4 Kruipruimte en spouwvoet

Het doel van maatregelen in de kruipruimte, en met name rond de oplegging van vloeren op de fundering, is het droog houden van de binnenmuur en de vloer en het verminderen van koudebruggen. Het droog houden van de onderzijde van muren is meestal technisch uitvoerbaar, het aanpakken van koudebruggen soms niet, vanwege de kosten en de complexiteit.

Met een strook grind of schelpen langs de gevel kan regenwater snel worden afgevoerd en vermindert het opspatten. Laat de zon toe op de gevel, zodat deze beter droogt en daardoor beter isoleert. Dit impliceert dat gevelbegroeiing of dichte struiken tegen een bezonde gevel alleen toelaatbaar zijn als de gevel droog is en geen koudebruggen heeft.

Controleer of open stootvoegen aanwezig zijn boven de funderingsbalk. Deze zijn onmisbaar om de afvoer van water uit de spouw te versnellen.

Als regenwater de kruipruimte in stroomt, dan zou drainage kunnen helpen. Controleer vooraf of de oorzaak niet een lekkende hemelwaterafvoer is.

Bedenk dat drainage dikwijls geen zin heeft. De aanvoer van capillair vocht uit diepere lagen kan zo groot zijn dat waterafvoer geen invloed heeft op de verdamping van water in de kruipruimte.

Het waterafstotend maken van de buitengevel voorkomt dat regenwater in de spouw komt. Dit bevordert het drogen van de gevel, die daardoor beter isoleert. De negatieve effecten van koudebruggen worden zo verminderd.

Zorg dat de kruipruimte schoon is en vrij van rottend hout of vuil. Een dampdichte afdekking van de kruipruimtebodembodem doet wonderen. Let op een kierdichte afwerking, waarop nooit water mag komen, of zorg bij het risico van wateroverlast dat water weer weg kan op lage punten in het foliedek.

Schelpen of kleikorrels isoleren de bodem en zorgen voor vermindering van capillair vochttransport. Door het temperatuurverschil in de grofkorrelige laag treedt condensatie op in de koude onderlaag. Het effect is een drogere kruipruimte. In plaats van schelpen of kleikorrels wordt ook wel piepschuim (EPS) gebruikt (losgestorte snippers verpakkingsmateriaal).

Maak de ventilatieopeningen van de kruipruimte schoon en maak eventueel extra openingen (twee per gevel, in iedere beuk minimaal één). Met vloerisolatie neemt de temperatuur en dus de maximale dampdruk van de kruipruimte af. Isoleer daarom cv-leidingen in de kruipruimte ook als maatregel tegen vochtoverlast. Als de dampdruk lager is dan in de woonruimte, zal minder vocht uit de kruipruimte naar de woonruimte diffunderen.

Zorg voor goede kierdichting van de vloer. Het kruipluik is door kieren en dampdoorlating (hout) vaak een zwakke schakel. Met dampdichte isolatie onder een poreuze vloer slaat men twee vliegen in één klap: isoleren van kou en van een vochtbron.

Plaats grote meubels eventueel los van de muur, om via betere luchtstromen de afkoeling en daarmee het risico van schimmelvorming te voorkomen.

7.5 Vochtkenmerken

De eerste maatregel is het opsporen van vochtbronnen. De aard van de bron geeft houvast bij het kiezen van maatregelen: isoleren van de bron, verkleinen van vochtproductie, afvoer dicht bij de bron, verbeteren ventilatie en ten slotte ook het verbeteren van de verwarming. Via warme lucht kan immers meer vocht per eenheid (volume of tijd) worden afgevoerd dan met onverwarmde lucht.

Zorg voor een structurele verbetering van het vochtprobleem, naast dagelijkse of ad hoc-maatregelen. Een ad hoc-maatregel is bijvoorbeeld het druppelvrij maken van de wanden na het douchen, met behulp van een rubberen strip. Bij vochtproblemen zou men natte handdoeken buiten kunnen hangen. De was zou altijd buiten of in een trommel met afvoer naar buiten gedroogd moeten worden.

Luchten en beddengoed drogen tegen de huisstofmijt

Aanwezige schimmels kunnen met regelmatig schoonmaken bestreden worden. Denk tegelijk aan structurele verbeteringen: betegel of schilder de badkamer om oppervlakken glad en goed reinigbaar te maken.

Pas vochtbufferend materiaal toe op wanden en plafonds van de woonkamer, de keuken en slaapkamers. In een veelgebruikte badkamer is de buffercapaciteit veelal onvoldoende, zodat het verstandiger is om in de badkamer gladde en dichte oppervlakken te kiezen.

Via goed verwarmen en ventileren kunnen gezondheidsrisico's door onzichtbare schimmels en de huisstofmijt worden verminderd. De technische voorzieningen moeten daartoe uiteraard aanwezig zijn.

Het uit vochtige gebouwen verwijderen van alle schimmelplekken en aangetaste materialen geeft een grote verbetering in gezondheidseffecten en luchtkwaliteit. In een proefproject was sprake van een geringe verandering in enkele gemeten medische parameters, maar een grote verandering in de gerapporteerde symptomen. Daarom wordt verondersteld dat een droge woning ook een reductie geeft van andere verontreinigingen die klachten geven, dan klachten veroorzaakt door schimmels (Ekstrand-Tobin, 2000). Er is een verband tussen de hoeveelheid verontreiniging in de lucht en in vloerbedekking, meubels of matrassen.

Het goed reinigen van de woning veronderstelt de volgende activiteiten (Cole, 2000):

- Vloerkleed. Tweemaal per jaar uitnemen en buiten reinigen, daarnaast tweemaal per week grondig zuigen met een krachtige stofzuiger en een dubbele stofzak met extra fijn stoffilter.
 - Meubilair. Tweemaal per jaar naar buiten en iedere twee weken grondig reinigen.
 - Verblijfplaats huisdieren. Dagelijks tot eenmaal per week reinigen.
 - Matrassen. Eens per twee weken zuigen.
 - Harde oppervlakken. Minstens eenmaal per week reinigen en desinfecteren.
- Deze schoonmaakwerkzaamheden hadden in het onderzoek van Cole een drastische afname van de luchtvervuiling tot gevolg:
- Halvering van inhaalbaar stof.
 - 61% minder rondzwevende schimmels en 40% minder bacteriën.
 - 25 tot 29% minder schimmels en bacteriën op harde oppervlakken (niet de vloer).
 - 40% minder stof in het kleed.
 - 49% minder vluchtige organische verbindingen (VOV).



7.6 Verkeersruimte



Een steile spiltrap is kenmerkend voor Nederlandse woningen

Voer een risicoanalyse uit naar de kans om uit te glijden over de natte vloer van de badkamer en de keuken. Breng een antisliplaag aan onder losse kledjes op gladde vloerbedekking. Maak een inventarisatie van de voorwerpen waaraan bewoners zich regelmatig stoten. Men kan deurtjes met scherpe punten wegnemen (open keukenkastjes) en een tafel eventueel wat verplaatsen. Breng vlakken met tegels aan voor het raam, in de zachte tuinaarde, om het gebruik van een trap bij het zemen van ramen veiliger te maken.

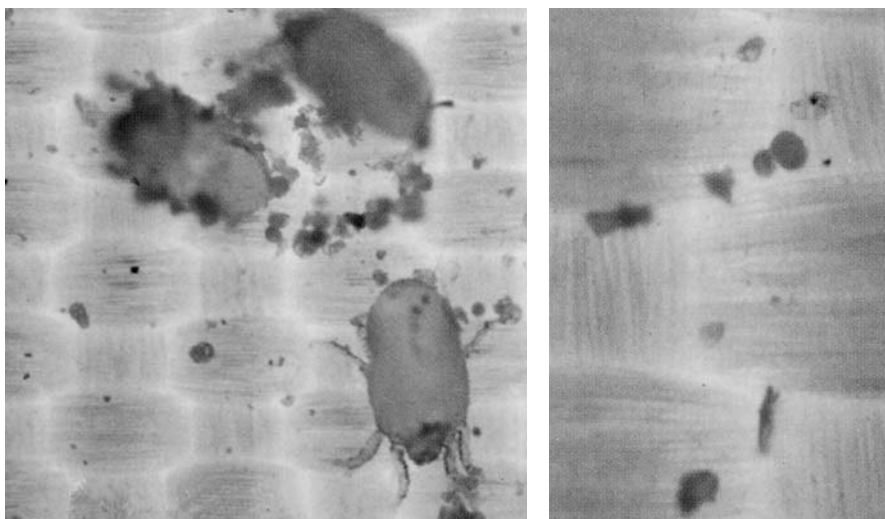
Breng de trapleuning weer aan, als deze vanwege een betere ruimtelijke werking verwijderd was. Zorg voor een stroeve afwerking van trap treden. Breng strips aan. Bedenk dat vloerbedekking op trappen met stootborden moeilijk stofvrij te houden is.

7.7 Woninginrichting

Er kan een interieur worden gecreëerd dat bijdraagt aan schone lucht en waarin een persoon met luchtwegklachten graag vertoeft. Een sfeervolle inrichting en verlichting kan gerealiseerd worden met niet stoffige, emissie-arme producten. Een gezellige inrichting is onderhevig aan mode. Ten behoeve van gezond wonen worden soms geurtjes en milieuvriendelijk ogende inrichtingsattributen aangeprezen. Een kaars branden verhoogt de sfeer. Er is uiteraard niets tegen een goed gevoel, in verwennerij en in het zoeken naar goed comfort. Vaak heeft een gezellige sfeer niets met lage gezondheidsrisico's te maken, maar met een lifestyle, met 'good feeling'. Kaarsen branden nu eenmaal met een giftige vlam en produceren fijn stof, om over de gezellige open haard maar te zwijgen.

Een nieuw opgeleverde woning moet eerst goed drogen alvorens wanden en vloeren worden bekleed en afgesloten. Bij nieuwe vloerbedekking en meubilair is het vaak verstandig om gedurende enkele maanden extra te ventileren. Als er emissies vrijkomen, dan vertonen deze een piek in de eerste drie maanden na het aanbrengen. Stook de woning bij afwezigheid een keer goed op, om het vrijkomen van emissies te versnellen. Emissie is ten dele temperatuurafhankelijk.

Kies voor een gladde afwerking van vloeren, wanden en plafonds, ook van



**Mijten en
uitwerpselen
op een mijten-
dichte hoes**
(foto Allergocover)

meubels. Vochtig afnemen is dan mogelijk en de afwerking is beter stofvrij en schimmelvrij te houden.

Een open en sobere inrichting, zonder stoffen gordijnen en met weinig spullen aan de muur is gemakkelijk stofvrij te houden. Zorg dat planten regelmatig tijdens een regenbuitje naar buiten kunnen. Let op schimmelvorming op vochtige potgrond. Verwijder rottende bladeren.

Zorg voor voldoende ventilatie onder het bed en het matras. Het in het matras opgenomen lichaamsvocht zou dagelijks geheel moeten drogen. De populaire bedkasten voor kinderen, met laden onder het ledikant en met een plank onder het matras, verhinderen het drogen van het matras, waardoor de huistofmijt beter gedijt. De geperforeerde planken zijn beter, maar de laden verhinderen een goede ventilatie. Door het matras tweemaal per week te luchten in de zon en (als dat kan) in de vrieskou, kan men de schade beperken.

Een beschermende maatregel is het toepassen van mijtendichte matras- en kussenhoezen. Omdat allergenen erdoor blijven gaan, heeft toepassing alleen zin bij nieuwe matrassen. Mijten kunnen niet door het dichte materiaal van de hoes en vinden dus in het matras geen nestelplaats.

Wekelijks grondig stofzuigen met een krachtige zuiger geeft een vermindering van 20 tot 80% van de allergenen. De jaarlijkse grote schoonmaak levert een bijdrage aan het opsporen van stofnesten, die buiten de wekelijkse beurt zijn gebleven.

Droog de was buiten of gebruik een droger met afvoer. Hou vocht en fijn stof van wasgoed buiten de deur. Hou het strijken op hoge temperatuur van beddengoed in ere: veel bacteriën en mijten worden alsnog gedood, als ze de lauwe wasbeurt hebben overleefd.

Schimmels haalt men bij voorkeur van oppervlakken door goed te boenen en niet met schimmeldodende chemicaliën. Met het verwijderen van schimmels dient de oorzaak voor het ontstaan ervan (oppervlaktecondensatie, lekkage, optrekkend vocht) te worden opgeheven (Morey, 2000).

7.8 Ventilatie

Onderhouds- en verbetermaatregelen kunnen van invloed zijn op de luchtcirculatie in de woning. Denk aan het vervangen van een open cv-ketel door een modern gesloten toestel, of het aanbrengen van spouwisolatie. Als door kierdichting de ongecontroleerde ventilatie afneemt, dient deze vermindering gecompenseerd te kunnen worden met regelbare ventilatievoorzieningen.

Zorg voor uitbreiding van ventilatiemogelijkheden bij het afsluiten van kanalen, na het vervangen van open door gesloten toestellen, bij maatregelen die de kierdichting verbeteren.

Houd rekening met rokers en allergiepatiënten bij het bepalen van de afzuigcapaciteiten: tijdens roken moet de ruimte met minimaal de dubbele hoeveelheid, als berekend volgens de norm NEN 1087, worden geventileerd.

Kies de juiste plaatsing van afzuigpunten ten opzichte van vocht en vuil. Ga na of het verplaatsen van een afzuigpunt in een schimmelende badkamer helpt om de circulatie via de doucheplek te verbeteren. De verbindingsslijn tussen de brede kier onder de deur (of het rooster in de deur) en het afvoerpunt moet zo lang mogelijk zijn en bij voorkeur via de natte doucheruimte lopen. Een douchecabine moet na gebruik open blijven, om de circulatie te verbeteren. Een badkamer aan de gevel biedt het voordeel dat royaal geventileerd kan worden. Er is ook een nadeel: bij winddruk op het badkamerraam, wordt vochtige lucht naar andere vertrekken geblazen. Een inpandige badkamer met een goedwerkende afzuiging kent dit risico nauwelijks.

Overweeg het filteren van de lucht als er huisdieren zijn. Een filterapparaat moet wel continu aanstaan.

De regelbaarheid en de bediening van het ventilatiesysteem moet aansluiten bij wensen van bewoners. Voorlichting alleen over verstandig ventileren is niet genoeg. Het systeem moet de bewoner automatisch helpen om het optimum tussen comfort, luchtkwaliteit en stookkosten te realiseren.

Goed geïsoleerde woningen houden de warmte lang vast. De warmtebronnen in huis leveren een relatief grote bijdrage aan de verwarming. Dit heeft overwegend voordelen, behalve bij warme perioden in de zomer. Dan kan het aantal dagen dat de temperatuur ondraaglijk heet is, toenemen ten opzichte van slecht geïsoleerde woningen. In Nederland zijn de nachten veelal koeler dan overdag en kan de woning met de nachtelijke buitenlucht goed gekoeld worden. Om nachtkoeling in goed geïsoleerde woningen mogelijk te maken, is een hoog ventilatievoud nodig. Daarvoor zijn spuivoorzieningen met insectenveilige en inbraakveilige schermen nodig. Denk aan een glasloos 'zomerraam' met een oppervlak van minstens een halve vierkante meter. De luchtcirculatie van de gevel door de woning kan ondersteund worden met roosters of klepramen in binnenwanden en een dakraam boven het trapgat. Ter ondersteuning van trek via afvoerkanalen kan het trappenhuis gebruikt worden.

In woningen dient een zekere permanente basisventilatie aanwezig te zijn, omdat een deel van de vervuilingsbronnen permanent emissies produceert. Daarbovenop zou men behoefteafhankelijk kunnen ventileren. Ervan uitgaande dat personen de belangrijkste vervuilingsbron vormen (vanwege vocht, transpiratiegeur, CO₂), zijn de volgende sturingsmechanismen denkbaar:

- Aanwezigheidsdetectie, dat wil zeggen beweging signaleren via een infrarood sensor en de ventilatie daarop schakelen).
- CO₂-meting en sturing op een maximale concentratie van bijvoorbeeld 700 of 800 ppm.
- Vochtighedsmeting en sturing op maximaal 65%; hoewel de bronnen met name in de badkamer en de keuken te vinden zijn, zouden de sensoren in de woonkamer en een slaapkamer geplaatst kunnen worden.

Aanwezigheidsdetectie is effectief in woningen met slechts één of twee bewoners. De CO₂ meting voldoet in drukbezette woningen. Vochtighedsmeting is in ons vochtige klimaat niet goed mogelijk, behalve in de badkamer en eventueel in de keuken. Bij vochtig warm weer zou maximaal geventileerd moeten worden, zonder noemenswaardig effect op de vochtigheid binnen.

Nieuw is de toepassing van smart sensoren: geïntegreerde schakelingen, waarbij met aanwezigheid, temperatuur, vocht (absoluut en relatief), CO₂ en eventueel een menging van VOV's (kooklucht of tabaksrook) tegelijk rekening kan worden gehouden, eventueel per individueel vertrek. Ook buitencondities kunnen worden meegenomen, om de juiste regelstand te bereiken van de ventilatie, de verwarming, de verlichting en van beveiligingen. Zelfs met windkracht en windrichting kan rekening worden gehouden. Sensoren in de vorm van microprocessoren worden steeds beter, intelligenter en goedkoper. Een voordeel is het ontbreken van bekabeling tussen 'master' en 'slave': alle functies zijn geïntegreerd in een zelfstandig regelend apparaat dat via een pc of straks een telefoon wordt ingesteld (Martin, 2000) en draadloos kan communiceren. In het kader van de 'Drie C's' controle/comfort/communicatie valt nog veel te verwachten.

Een probleem met behoefteafhankelijk ventileren is het conflict met de menselijke neus: geen enkele sensor is zo gevoelig voor geuren als de neus. We hebben de neiging om eerder in te grijpen dan de sensoren dat doen. Daarom is behoefteafhankelijk ventileren vooral nuttig in gebouwen waar de bewoner geen invloedsmogelijkheden meer heeft, zoals bij ouderenhuisvesting.

7.8.1 Filteren van lucht

Astmapatiënten, die gevoelig zijn voor honden- of kattenallergenen, krijgen het advies om de hond of kat de deur uit te doen. Dat is over het algemeen een emotionele gebeurtenis. Na het verwijderen van het huisdier blijven de allergenen nog lang in de woning. Een luchtreiniger is voor astmatische kin-

deren een goed alternatief voor het verwijderen van huisdieren. Onderzoek naar het gebruik van lokale luchtreinigers in woonkamers en slaapkamers en de invloed op klachten van ademhalingsorganen heeft aangetoond dat er een significante verbetering in de klachten optrad. Belangrijke hoeveelheden stof met katten- en hondenallergeen werden opgevangen, de meeste in de woonkamer (Holcatova, 2000). Vooral kinderen zouden baat hebben bij dit type saneringsmaatregel.

Luchtreinigers hebben geen effect op de huisstofmijtpopulatie en de allergenenproductie, maar wel op de concentratie van rondzwevende allergenen.

Meertrapsfiltratie kan een rendement van 90% bereiken. Tweetrapssystemen bereiken een rendement van 60 tot 80%. Het effect op pollenreductie is zeer gunstig (Holcatova, 2000). Luchtreinigers maken over het algemeen veel lawaai, terwijl ze continu moeten aanblijven. Uit onderzoek blijkt dat het aantal bacteriën door gebruik van een filter met 17% afnam en het aantal schimmels zelfs met 70%. In een vervuilde omgeving is het aantal negatieve ionen vaak te laag. Met een ingebouwde ionisator wordt het aantal negatieve ionen hersteld, hetgeen weldadig is voor astma- en allergiepatiënten.

De techniek is tot meer in staat: met actiefkoolfilters kan men ozon en vluchtige organische verbindingen verwijderen. Tabaksrook kan men uiteraard het beste vermijden door niet te roken. De tweede mogelijkheid is beter ventileren. Het is lastig om tabaksrook weg te filteren uit de lucht. Tabaksrook bestaat uit stofdeeltjes en gassen. De roker inhaleert vooral deeltjes. De rondzwevende rook bevindt zich vooral in de gasfase. Juist dit gas stinkt en veroorzaakt irritaties, terwijl het moeilijk weg te filteren is. Gas kan worden geabsorbeerd met speciaal daarvoor ontwikkelde gasabsorptiefilters (Muller, 2000).

7.8.2 Maatregelen ten behoeve van natuurlijke ventilatie

Ventilatiekanalen dienen minimaal eenmaal per tien jaar geveegd te worden. Natuurlijke kanalen trekken door een paar spinnenwebben veel minder. De keukenkanalen vervuilen het meest. Controleer of de juiste dakkappen zijn geplaatst. Zorg dat de kanalen lekdicht zijn en van glad materiaal. Vervang flexibele ribbelbuis eventueel door gladde bochten.

Verhoog de uitmonding van een natuurlijk kanaal en breng deze dicht bij de nok. Vergroot, indien nodig, de toevoeropening naar het afvoerkanaal. Kanalen zijn belangrijk voor een goede doorstroming. Dat werkt gunstiger dan een enkel open raam in een afgesloten ruimte. Om voldoende luchtuitwisseling met buiten te krijgen, zou in dat geval het raam ver open moeten staan, waardoor de gevelzone sterk afkoelt. Deze wijze van ventileren vergt daarom veel energie. Een goede circulatie met een trekkend kanaal geeft bij een kleine gevelopening reeds een goede doorstroming. Overweeg daarom om een ventilatiekanaal aan te brengen in woonkamer en met name in een slaapka-

Luchtdicht bekleden van een bouwkundig ventilatiekanaal

(illustratie ITHO)

mer waarin twee personen slapen. Een slecht werkend kanaal of een te geringe capaciteit in de keuken of de badkamer kan ondersteund worden door een extra kanaal, eventueel op een betere plek.

Kierdichting op plaatsen waar luchttoetreding tocht veroorzaakt is verstandig, zolang de luchttoevoer mogelijk blijft op plaatsen waar geen tocht hinder optreedt.

Mechanische ondersteuning van natuurlijke kanalen is wenselijk. Strikte voorwaarde is dat de natuurlijke werking niet gehinderd wordt. Een ventilatie-wisselklep maakt het mogelijk om een afzuigkap aan te sluiten op een natuurlijk kanaal. Een kanaalventilator met lichtdraaiende motorwaaier geeft een geringe weerstand in een kanaal, bij uitstand, en kan voldoende trek geven door mechanische ondersteuning. Er is zo'n kanaalventilator op de markt verkrijgbaar. De eenvoudige badkamerventilatoren, die geschakeld worden op het lichtnet, kan men beter niet gebruiken, omdat deze buiten de (korte) gebruiksperiode te veel luchtweerstand geven en een te lage afzuigcapaciteit hebben (tot 35 m³ per uur).

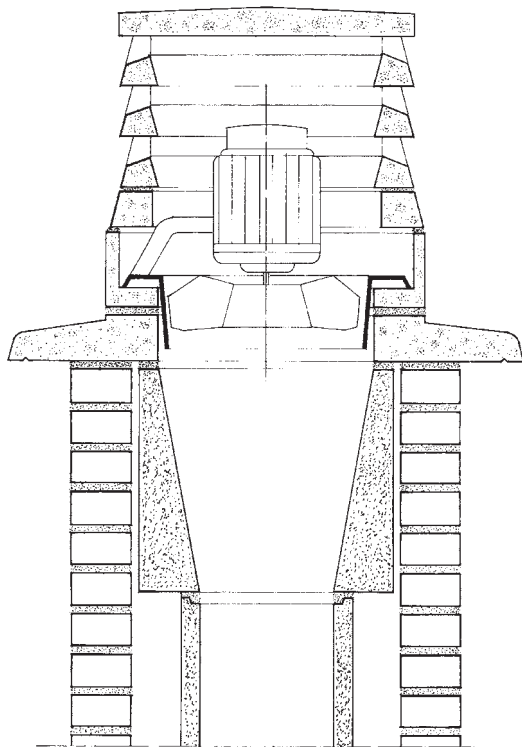
Inbraakveilige toevoeropeningen zijn een voorwaarde voor goede ventilatie. Het politiekeurmerk ondersteunt de keuze van veilig hang- en sluitwerk. Er zijn meer ingrijpende oplossingen mogelijk, zoals een stevig traliwerk, afsluitbare jaloezieën en stevig muggengaas. Creatieve en esthetisch vernieuwende oplossingen zijn wenselijk.

Ventilatievoorzieningen vereisen fijne regelstanden, in het bereik van 0 tot 25% van de toevoeropening, bijvoorbeeld via afsluitbare afstandhouders. Inmiddels zijn met de hand regelbare toevoerroosters en afvoerroosters beschikbaar. Via een koordbediening zijn twee instelstanden mogelijk: de normaalstand en een lage stand. Toepassing vindt nog nauwelijks plaats.

Het hulpenergiegebruik kan worden verminderd door kanalen en ventielen met grotere diameter toe te passen. De geluidsproductie vermindert door de lagere lichtsnelheid. Grotere kanalen vergen meer ruimte en dit veroorzaakt een conflict met inbouw mogelijkheden.

Verse lucht kan via een serre worden voorverwarmd. Er zijn experimentele toepassingen van luchtpijpenregisters in de bodem of van geventileerde zonnedaken, waarmee de verse lucht wordt voorverwarmd. Deze luchttoevoer voorzieningen moeten wel te reinigen zijn.

Na het schoonmaken van ventilatiesystemen is het bijna altijd noodzakelijk



om de ventielen weer in te regelen (Pasane, 2000).

Bij ombouw naar mechanische ventilatie kunnen delen van bestaande kanalen eventueel in gebruik blijven als natuurlijk afvoerkanaal. Er ontstaat hybride ventilatie: natuurlijk als het kan en mechanisch als het moet. Ook bij de combinatie van natuurlijke en balansventilatie kunnen de bestaande natuurlijke afvoerkanalen worden gebruikt. De kanalen moeten goed schoon zijn, omdat in de zomer terugstroming kan optreden. Hoewel dat vooral zal optreden in warme perioden, wanneer veel geventileerd kan worden, is het van belang om de verspreiding van microbiologisch stof uit de kanalen te vermijden.

7.8.3 Maatregelen ten behoeve van mechanische ventilatie

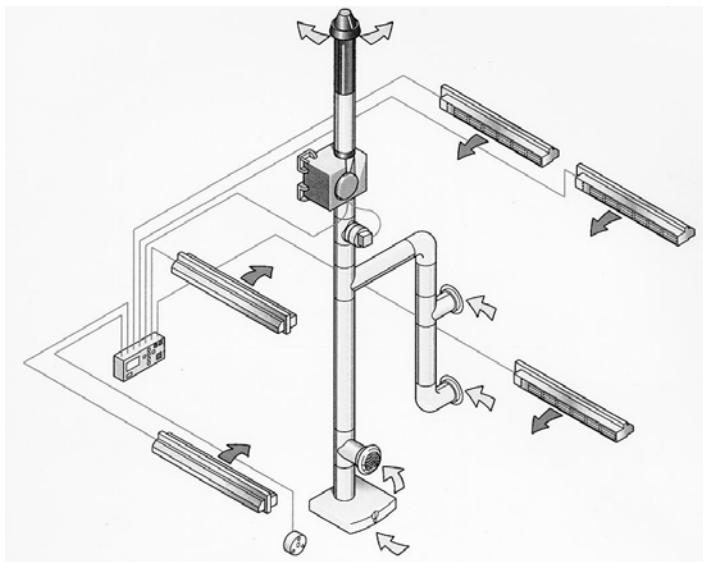
De ventilator, ventielen en roosters moeten eenmaal per vijf jaar worden gereinigd. In mechanische kanalen blijven stofnesten achter in hoeken, achter schroeven en over het algemeen aan de wand van de eerste meters kanaal na het afzuigpunt. Voor de schoonmaak zou een onderhoudscontract kunnen worden afgesloten, samen met andere bewoners. De verhuurder dient dit voor huurcomplexen te organiseren.

De dakkappen en kanalen kunnen op dat moment (zuigzijdig) op luchtlekken gecontroleerd worden. Een capaciteitsmeting en inregelen is bij de onderhoudsbeurt noodzakelijk. De ventilatorbox dient eenmaal per twaalf jaar vervangen te worden, of zoveel eerder als uit de capaciteitsmetingen blijkt. Als na inregelen de capaciteit minder dan 80% is, zou vervanging verplicht moeten zijn. Pas bij vervanging HR-ventilatoren toe, om het elektriciteitsgebruik grofweg te halveren. De turbocapaciteit van gelijkstroomventilatoren is technisch goed terug te regelen. Pas ook een hogere capaciteit in de laagstand toe. De piekstand moet hoger, tenzij een oplossing in combinatie met een afzuigkap wordt gestimuleerd. Er is een HR-afzuigkap op de markt die effectief afzuigt, maar geen HR-ventilator bevat.

De geluidsproductie van mechanische ventilatiesystemen is voor veel bewoners te hoog. Een geluiddemper op de box en in kanalen maakt de afzuiging gebruiksvriendelijker.

Een recente vernieuwing is de combinatie van mechanische afzuiging en toevoerroosters met constante luchtdoorlaat, onafhankelijk van de wind. Met een centraal regelorgaan wordt een optimale afstemming tussen afzuiging en toevoer per vertrek geregeld. De regeling is dermate energiebesparend dat een verlaging van de energieprestatiecoëfficiënt (EPC) is toegestaan.

De verbetermaatregelen voor de luchttoevoer, die zijn behandeld bij natuurlijke ventilatie, zijn ook van kracht voor het systeem met mechanische afzuiging en natuurlijke toevoer.



Automatische sturing van toe- en afvoer van ventilatielucht

(Alustra Vent-o-systeem)

Een andere benadering van energiebesparing is een warmtepompboiler op af te voeren ventilatielucht. Zo'n boiler vraagt een minimaal afzuigdebiet, om voldoende warmte uit de afvoerlucht te kunnen terugwinnen. Hierdoor is een minimumventilatie gewaarborgd.

Door andere fabrikanten is met succes de integratie van ventilatie met verwarmings- of tapwatertoestellen toegepast. De mechanische afzuiging kan ook geïntegreerd worden met de warmtepompboiler, waarmee in tegenstelling tot gebalanceerde ventilatie het hele jaar door warmteterugwinning wordt gerealiseerd.

Aanvullende maatregelen bij collectieve afzuiging:

- Controle ongeoorloofde afzuigkappen.
- Controle kanalen (zuigzijdig) op luchtlekken.
- Drukgergelde afzuiging in combinatie met regelbare ventielen in de woningen.
- Wasemkap als standaardvoorziening opnemen.

7.8.4 Maatregelen ten behoeve van gebalanceerde ventilatie

De ventilator en de ventielen dienen iedere drie tot vijf jaar gereinigd te worden, de kanalen eens per tien jaar. Er is ten opzichte van de huidige bouwpraktijk extra geluiddemping nodig om de gebruiksvriendelijkheid van het systeem te verhogen. Sommige HR-ventilatoren veroorzaken een bromgeluid in de laagstand. Regelbare ventielen voor inblazen en afzuigen maken individuele aanpassing mogelijk. Bij de aanleg van kanalen wordt nog steeds geen goede kierdichting bereikt. Het gebruik van parkerschroeven veroorzaakt snellere vervuiling en verhoging van weerstand, als vlokken vuil aan de schroeven hechten. Het reinigen van kanalen wordt door de uitstekende schroeven belemmerd.

Een uitstand op de mechanische afzuiging, en het bij uitstand beschikbaar zijn van vervangende natuurlijke ventilatiemogelijkheden, zouden proble-

men met zeer slechte binnenmilieus kunnen voorkomen. Het principe van natuurlijke ventilatie is favoriet bij bewoners die het mechanische systeem vanwege lawaai en te geringe capaciteit niet willen gebruiken. Dan moeten voldoende natuurlijke mogelijkheden overblijven. Mechanische ondersteuning blijft nodig.

Een bypass op een warmteterugwinapparaat zou een standaardvoorziening moeten zijn. Een bypass leidt de lucht langs de warmtewisselaar, in perioden waarin oververhitting moet worden voorkomen.

Over het algemeen is de capaciteit van de bestaande ventilatiesystemen laag en minder dan vereist. Kies daarom bij eventuele vervanging van oude systemen voor een hogere capaciteit en tevens voor HR-ventilatoren en minimaal drie regelstanden.

Hybride ventilatie

Hybride ventilatie wil zeggen: natuurlijk ventileren zolang dat kan, mechanisch zodra het moet. Een hybride ventilatiesysteem bestaat uit zowel natuurlijke als mechanische ventilatie. In het hieronder gepresenteerde ontwerp wordt uitgegaan van:

- a. Natuurlijke toevoervoorzieningen in de gevel.
- b. Twee natuurlijke afvoerkanalen.
- c. Balansventilatiesysteem (maakt voor de afvoer gebruik van de natuurlijke kanalen).

A. Natuurlijke toevoervoorzieningen in de gevel

De gevel wordt voorzien van inbraakveilige klepraampjes en roosters.

Het trapgat en de natuurlijke kanalen van keuken en badkamer worden in warme perioden gebruikt als trekpat. Het dakraam van de bovenetage dient goed bedienbaar te zijn en een grote opening te bieden, zonder verhoogd risico van inbraak en inregenen.

Zelfregelende roosters, die reeds bij lage drukverschillen reageren, voorkomen tocht en onnodig energieverlies. Zij bevorderen dat ook bij winderig weer aan beide zijden van een woning luchttoevoer mogelijk is.

B. Natuurlijke ventilatiekanalen

Natuurlijke kanalen zijn ontworpen met een lichtsnelheid van 1 m/s als uitgangspunt. Dat leidt bij 75 en 150 m³ per uur afvoer tot een kanaaldiameter van 160 en 230 mm. De kanalen moeten glad en rond zijn om weerstand te minimaliseren. De kanalen eindigen bovendaks in de nok met een eenvoudige kap en een vogelrooster.

C. Balansventilatiesysteem

In de woning zijn over het algemeen drie mechanische afvoersystemen in gebruik: het ventilatiesysteem, een afzuigkap boven het fornuis en een stofzuiger.

Deze functies kunnen worden gecombineerd in een multifunctionele unit: de mechanische afzuiging krijgt extra capaciteit, de afzuigkap in de keuken wordt een motorloze wasemkap en de stofzuiger wordt vervangen door een centraal stofzuigsysteem. Voor de stofzuiger is een aparte motor met een hoge drukopbouw nodig. Tijdens het stofzuigen wordt (automatisch) veel geventileerd. De oplossing draagt bij aan vermindering van de hoeveelheid respirabel stof.

De HR-balansventilatie-unit kan tweemaal de ventilatiehoeveelheid volgens het Bouwbesluit afzuigen. Het ventilatorvermogen is daarmee beter afgestemd op de piekafzuiging tijdens koken/baden en tijdens stofzuigen. Optimalisatie tussen benodigde hulpenergie tegenover bespaarde warmte onder wintercondities bepaalt de keuze van het type warmtewisselaar. Het rendement dient hoog te zijn, voor zo warm mogelijke verse lucht. Als het rendement lager dan 75% wordt gekozen, is naverwarmen van de verse lucht gewenst. Comfortklachten worden daarmee zoveel mogelijk voorkomen.

7.9 Verwarming, warm water en koken

Controleer rookgasafvoerkanalen op lekkage en de kans op terugslag. Controleer open toestellen op schone verbranding (geen gele of onrustige vlam). Het gebruik van de open haard of houtkachels verdient uit het oogpunt van emissiebeperking een schaars gebruik. Bij verbouwing of nieuwbouw zou het aanleggen ervan afgeraden kunnen worden. In alle ruimten zijn verwarmingsmogelijkheden nodig, om deze ruimte te kunnen droogstoken. Wand- en vloerverwarming is beter schoon te maken dan radiatoren of luchtkanalen. Lage temperatuurverwarming geeft comfort bij een relatief lagere luchttemperatuur. Daarbij is beter tochtvrij te ventileren: het temperatuurverschil met de koude buitenlucht is minder groot en de lucht hoeft minder ver opgewarmd te worden.

Afvoerloze toestellen zouden vanwege de emissie van vocht, stikstofoxiden en mogelijk ook koolmonoxide onmiddellijk vervangen moeten worden. Pas bij vervanging gesloten toestellen toe, maar corrigeer zo nodig voor de vermindering van de ventilatie, die het gevolg is van het laten vervallen van het schoorsteenkanaal.

Legionellapreventie kan op eenvoudige wijze worden geëffectueerd: bewaar-temperatuur voorraadtoestellen boven 60°C, bij doorstroomtoestellen temperatuur aan tappunt minimaal 58°C en een aparte wisselaar in zonneboilers en in laagtemperatuurwarmtepompboilers.

Integratie van meerdere functies in toestellen

In de markt zien we sprongsgewijs nieuwe ontwikkelingen, veroorzaakt door regelgeving of nieuwe materialen en technieken. Toen vloerisolatie verplicht

werd, kwamen EPS-broodjes op de markt. De combiketel kwam, toen de gevraagde vermogens voor verwarming en warm tapwater elkaar naderden. Een tegenovergestelde ontwikkeling is ook denkbaar, bijvoorbeeld het loskoppelen van de verwarming en de warm tapwatervoorziening. De verwarmingsvermogens voor nieuwe woningen dalen steeds verder: 5 kW tot 6 kW is over enkele jaren geen uitzondering meer. Het gevraagde tapwatercomfort en daaraan gekoppeld verwarmingsvermogen neemt juist toe. Bij doorstroomtoestellen is 24 kW tot 28 kW geen uitzondering. Deze ontwikkelingen bieden kansen voor nieuwe vormen van integratie:

- Warmtapwatertoestellen met verwarming als nevenproduct.
 - Elektriciteit met warmte als nevenproduct (micro-warmtekracht).
 - Warmtepompboiler met ventilatorbox.
 - Combivat: warmwaterbuffer met verschillende circuits en wisselaars.
- Zelfs de verlichting en verwarming zouden kunnen worden geïntegreerd in aardgaslampen met afvoerkanaal, die harder (mogen) branden naarmate het kouder (en donkerder) is.

De warmtepomp met een diversiteit aan warmtebronnen staat volop in de belangstelling. Het gebruik van de warmtepompboiler verdient nadere beschouwing, omdat deze een bijdrage kan leveren aan gezond en zuinig wonen. De warmtepompboiler onttrekt warmte uit de afgevoerde ventilatielucht en brengt deze over op een buffervoorraad warm tapwater. Bij de elektrisch aangedreven warmtepomp is een redelijk grote hoeveelheid lucht nodig (circa 175 m³ per uur), die in goede verhouding staat tot de ventilatiebehoefte van de meeste woningen. De warmtepompboiler is energiezuinig en levert veel tapwatercomfort. De buffervoorraad moet op een temperatuur boven 60°C worden gehouden, of periodiek veel heter, uit het oogpunt van het bestrijden van de legionellabacterie. De warmtepompboiler concurreert met balansventilatie en warmteterugwinning: beide halen warmte uit de afgezogen lucht. De warmtepompboiler concurreert met de zonneboiler, omdat beide optimaal opereren in het lagetemperatuurgebied. Er is echter een groot toepassingsgebied, waar de warmtepompboiler een eigen plaats kan veroveren: waar balansventilatie en/of de zonneboiler niet mogelijk of wenselijk is en waar alleen de tapwatervoorziening wordt verbeterd (vervangen geisers of elektrische boilers). Dat laatste doet zich voor in flats met een collectief mechanisch afzuigsysteem.

Bij een zeer geringe warmtevraag kan de warmtepompboiler ook de verwarming verzorgen of de toevoerlucht bij balansventilatie verwarmen. Bij grotere warmtebehoefte is bijverwarmen met gas te prefereren boven elektrische bijverwarming.

Bestaande elektrische boilers kunnen in principe omgebouwd worden tot een warmtepompboiler. De plaatskeuze is kritisch, vanwege geluidsoverlast (ventilator en compressiepomp), vanwege de leidinglengte en een goed verloop

van de ventilatiekanalen. Omdat goedkope nachtstroom wordt gebruikt, zal de ventilatie in de avond en een deel van de nacht dwingend op het vereiste niveau (van bijvoorbeeld 175 m³ per uur) worden geschakeld. Het afzuigdebiet en ook de stookkosten zullen daarbij geen probleem voor de bewoners vormen, wel eventuele geluidhinder.

Voor bewoners is belangrijk dat de ventilatiebehoefte de werking van het systeem bepaalt en niet de warmtapwaterbehoefte. De ventilatie moet probleemloos verhoogd kunnen worden naar piekstanden en de laagstand moet binnen de grenzen liggen, die bewoners wensen, maar die tegelijk voor het binnenmilieu verantwoord zijn. Hier kan een conflict liggen. Met name bij geluidsoverlast zal de bewoner niet accepteren dat het systeem omhoog schakelt vanwege de behoefte aan tapwater. Hier ligt een kans voor producenten van warmtepompboilers: behoefteafhankelijke en modulerende sturing van de ventilatie, met een door de bewoners ingesteld tapwatercomfort-niveau als tweede regelparameter.

Legionellatoets

Buiten de woningsector past men chloreren, goede filtratie, ozoniseren en bestralen met sterk ultraviolet licht toe. Ook zijn er apparaten op de markt, die via elektrische stroom in staat zijn om (alle) bacteriën te doden. Verhitten is als preventieve maatregel geschikt, als curatieve maatregel soms slecht uitvoerbaar, omdat het lastig is om alle niches langdurig tot een hoge temperatuur te verwarmen en goed door te spoelen. Doorspoelen moet langdurig: minimaal tien minuten, inclusief alle afgetakte leidingen, appendages enzovoort, om overal gedurende voldoende minuten een temperatuur van 60°C of hoger te bereiken. De warmwatervoorziening moet voldoende capaciteit hebben om alle geopende kranen lang genoeg van heet water te voorzien. Vaak blijkt dat door niet uitgeroide haarden het besmettingsniveau binnen enkele weken weer op het oude peil is.

Bestaande toestellen met een hoge risicofactor zouden omgebouwd kunnen worden, bijvoorbeeld door een aparte warmtewisselaar toe te passen (denk aan zonneboilers). Toevoegen van een extra vat dat op hoge temperatuur wordt gehouden is riskant, omdat dit tweede vat tijdens het gebruik leegraakt, waarna eventueel besmet water wordt getapt. Van belang is dat doorstroomtoestellen of warmtewisselaars een kleine waterinhoud hebben (drinkwaterzijdig) en na het tappen snel afkoelen naar een veilige temperatuur.

Koperen leidingen, appendages en boilers geven een geringer risico, maar koper toepassen vermindert de risico's onvoldoende.

Rubber onderdelen kan men vervangen, perlatorzeefjes kan men verwijderen. Men kan de douchekop en doucheslang na gebruik laten leeglopen. Filtratie via filters met minder dan 0,5 micrometer doorlaat houdt amoeben tegen, maar bacteriën niet.

Van al deze maatregelen blijft voor individuele systemen een beperkt aantal

als uitvoerbaar en veilig over:

- Opsporen en wegnemen van dode leidingen.
- Verhitten boven 60°C.
- Voorkomen dat water tot het tappunt afkoelt beneden 58°C.
- Verkorten van de afstand tussen het mengpunt van heet met koud water en het tappunt.
- Voorkomen dat koud water wordt opgewarmd boven 20°C, bijvoorbeeld door koudwaterleidingen te isoleren.
- Het toepassen van doorstroomtoestellen die afkoelen na gebruik.

Als deze maatregelen niet uitvoerbaar zijn, zou men voorzieningen wellicht moeten vervangen.

Na een periode van meer dan drie dagen afwezigheid, blijft het raadzaam om leidingen vóór het gebruik als douchewater en drinkwater eerst door te spoelen. Douchekoppen en douche- of badkranen dient men na gebruik leeg te laten lopen.

Bij toestelvervangning dient men zich van het legionellarisico bewust te zijn. Als men een nieuw toestel nodig heeft, kan men een toestel kiezen dat heet genoeg wordt, een doorstroomtoestel dat na gebruik afkoelt of een buffervat met een aparte tapspiraal.

Het toepassen van waterslagdempers kan men voorkomen, door leidingen goed te beugelen en door voor expansieruimte te zorgen.

Bij verbouwingen kan men voorkomen dat vuil in leidingen komt of dat bramen en oneffenheden in verbindingen ontstaan.

7.10 Gebruik van de verwarming

In de strijd tegen de huisstofmijt en tegen schimmels is een droog binnenklimaat van belang. Een egale temperatuur en goede ventilatie zijn voorwaarden voor een droog winterklimaat. Dit impliceert het beperken van de diepte van de nachtverlaging. Als men toch energie wil besparen, dan is het aan te bevelen om te wennen aan een gemiddeld lage binnentemperatuur. Effectief droogstoken in natte perioden of bij vochtoverlast (bij vochtproductie zoals douchen en koken) kan het best met tegelijk verwarmen en ventileren. Tweemaal daags een kwartier luchten is verstandig, maar vervangt het continu ventileren niet.

7.11 Baden, wassen en drogen

De badkamer is in veel woningen de ruimte waar als eerste schimmelgroei optreedt. Het is nuttig om de groei vóór te blijven en bij het verschijnen van

zwarte pikjes het oppervlak schoon te maken. Ruwe en vochtgevoelige oppervlakken kan men niet gemakkelijk schoonhouden. Daarom is een gladde afwerking in de badkamer van belang: tegelwerk tot aan het plafond en een dampdichte verf op het plafond. Hoewel vochtabsorberende materialen zich goed kunnen houden, is het risico van overbelasting van de materialen aanwezig: hout, dat goede vochtregulerende eigenschappen heeft (mits onbehandeld), kan gaan rotten. Stucwerk of verf kan sterk vervuilen. Vandaar dat de toepassing van gladde en harde materialen in de badkamer aanbevolen wordt.

Na douchen en baden zou men natte oppervlakken met een strip (trekker) kunnen afnemen, zodat na het douchen minder water verdampt hoeft te worden. Dit spaart bovendien veel energie, omdat voor verdamping van water veel warmte nodig is.

Een warme badkamer bevordert de goede werking van een natuurlijk afvoerkanaal, het temperatuurverschil verhoogt het schoorsteeneffect van een natuurlijk zuigend kanaal. In de badkamer geeft wand- of vloerverwarming een hoge behaaglijkheid en een droog interieur. De badkamer is een ideale plek voor de cv-ketel, omdat de warmteafgifte in deze kleine ruimte een behaaglijke temperatuurverhoging geeft en deze warmteafgifte bijdraagt aan een droge en schimmelvrije ruimte. Uiteraard moet een spatdichte versie, of een omkasting met passende elektrische aansluiting worden toegepast.

De wasdroogruiimte zou men bij voorkeur op het balkon of in een (overdekte) buitenruimte moeten kiezen. Vanwege het hoge energiegebruik en de vochtproductie zou wasgoed niet binnen gedroogd moeten worden. De wasdroger behoeft een aansluiting naar buiten, of eventueel op het ventilatiekanaal. Een condenswasdroger is een belangrijke vochtbron en men zou dit type wasdroger moeten vermijden.

7.12 Voldoende daglicht, goed kunstlicht

Voldoende daglicht, dat diep een vertrek binnenvalt, draagt bij aan goede gebruiksmogelijkheden en minder behoefte aan kunstlicht. Pas meer daglichtlampen toe. Dit zijn SL-lampen met een spectrum dat normaal daglicht benadert.

7.13 Isolatie van geluidsbronnen

Apparatuur in huis dient trillingvrij te worden opgehangen, bij voorkeur op plaatsen die geen hinder geven in de naastgelegen vertrekken. Bij woningverbetering is een hogere prioriteit voor geluidsisolatie noodzakelijk, om stress aan te pakken. In het project Ecolonia in Alphen aan den Rijn is goede erva-

ring opgedaan met het bouwen van een losstaande geluidsschacht in de woning, waarin alle geluidproducerende apparatuur is ondergebracht, inclusief de meterkast, de badkamer en de wc.

7.14 Aandachtspunten bij woningverbetering

Vanwege de vergrijzing van de bevolking en de wens, om ouderen zo lang mogelijk zelfstandig te laten wonen, dient men aandacht te geven aan het voorkomen van ongevallen. Ouderen, die een heup breken, komen regelmatig zwaar hulpbehoevend uit de genezingsperiode. Preventie van ongevallen verdient daarom grote aandacht. Breng de volgende voorzieningen aan:

- Handvatten in natte ruimten.
- Veilige voorzieningen om ramen te wassen.
- Glas niet in stootzone.
- Twee rookmelders en eventueel een automatische sprinklerinstallatie.
- Een periodieke veiligheidsinspectie.

Een stofvrije en allergeenarme woning

Als men onderhoudswerk droog en stofvrij uitvoert, heeft de woning in de eerste maanden na oplevering minder hoge stof- en emissiepieken. Daartoe moet het hemelwater bij onderhoudswerk grondig geweerd worden.

Om een woning stofvrij te houden, zouden bouwvakarbeiders in de afbouwfase regelmatig moeten stofzuigen. Men dient te voorkomen dat achter aftimmeringen, zoals plafonds, plinten en in de verlaag van wanden veel stof achterblijft. In plaats van plinten zou men een halfronde afwerklath kunnen toepassen, die beter stofvrij te houden is. Moeilijk te reinigen hoeken kan men vermijden door een trap zonder stootborden toe te passen, door keukenkasten tot het plafond door te zetten en door de inrichting van de keuken en de badkamer flexibel (eventueel verrijdbaar) te maken.

Bij het opleveren van stofvrije of allergeenarme woningen hoort het maken van afspraken met huurders over het gebruik. We denken dan aan:

- Een rookverbod.
- Een verbod op het houden van (allergeenproducerende) huisdieren.
- Het (verplicht) gebruiken van de centrale stofzuiger, die tot de vaste uitrusting van de woning behoort.
- Bij verhuizing een allergeentest in de woning en eventueel een grondige schoonmaakbeurt erna, om aan de volgende bewoners een stof- en allergeenarme woning te kunnen bieden.

Saneren van de woning ten behoeve van allergiepatiënten

Uit de vorige hoofdstukken zal duidelijk zijn dat het saneren van woningen voor allergiepatiënten meer inhoudt dan gedragsmaatregelen, een hoes om



Saneren nadat een stofallergie is vastgesteld



Interieur van een allergeenarme woning

het matras, de hond de deur uit en de harige vloerbedekking vervangen door gladde vloerbedekking. Tal van structurele kenmerken van de woningen moeten tegelijkertijd verbeterd worden. De volgende aandachtspunten hebben te maken met structurele woningkenmerken:

- Verminderen van de vochtigheid via bronbestrijding.
- Verbeteren van de ventilatie.
- Isoleren van plaatsen waar vocht een goed milieu voor de huisstofmijt creëert.
- Overal verwarming aanbrengen.

Een deel van de maatregelen blijft uiteraard in de invloedssfeer van de bewoners:

- Mijtendichte matras- en kussenhoezen.
- Regelmatig het beddengoed heet wassen en na het wassen de lakens strijken.
- Gladde en goed afneembare afwerklagen toepassen.
- Regelmatig stofzuigen met een krachtige stofzuiger, voorzien van een stoffilter.
- Vermijden van water en voedsel voor ongedierte (muizen, kakkerlakken, duiven).
- Huisdieren buiten de deur houden of de huisdieren minimaal wekelijks wassen.

7.15 Maatregelen in combinatie met energiebesparing

7.15.1 Inleiding

Met energiebesparingsadviezen voor bestaande woningen (EPA) worden de komende tien jaar vier miljoen woningen van voor 1998 onder de energetische loep genomen. Veel energiebesparende maatregelen zijn gericht op het luchtdicht maken van de schil en op vervanging of aanpassing van installaties. Dergelijke maatregelen hebben gevolgen voor de vochtthuishouding, de luchtkwaliteit en het geluidsniveau, en daarmee voor de gezondheid en het comfort. Om meer rekening te houden met neveneffecten van energiemaatregelen op het binnenmilieu en tevens om geen kansen op verbetering ongebruikt te laten, is een uitbreiding van de Basismethode EPA ontwikkeld in de vorm van een gezondheidstoets. De toets helpt om gezondheidsrisico's te inventariseren en vervolgens bij de planvorming maatregelen te kiezen, die de risico's verminderen.

De methode EPA+Gezondheidstoets is tot stand gekomen in een samenwerking tussen energiebedrijf REMU, de Nederlandse Woonbond, Allergoconsult, de Faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen en het Onderzoeksinstituut OTB van de TU te Delft. In de toets wordt rekening gehouden met vijf belangrijke gezondheidsfactoren die een relatie hebben met woningkenmerken. Dit zijn de huisstofmijt, schimmels, radon, legionella en overlast.

De gezondheidstoets is een hulpmiddel voor adviseurs om bij het opstellen van energiebesparingsvarianten maatregelen te kiezen die bestaande gezondheidsrisico's verminderen en nieuwe voorkomen. De gezondheidstoets levert dus geen binnenmilieu-advies op, maar verbetert de kwaliteit van het energiebesparingsplan. Energiebesparende maatregelen hoeven zeker niet schadelijk te zijn voor het binnenklimaat.

Energiebesparende maatregelen kunnen het binnenmilieu helpen verbeteren:

- Vochtige massieve muren kan men met buitenisolatie bestrijden.
- Met de plaatsing van een HR-combiketel kan de afvoerloze geiser vervallen.
- Vocht, maar ook radonemissie uit de kruipruimte, kan men tegengaan met vloerisolatie.
- Dubbel glas isoleert het verkeerslawaaï.
- Een warmwatertoestel kiezen dat het besmettingsrisico door legionella vermindert.
- Vervanging van de keukengeiser en van loden leidingen gaan goed samen.
- Bij plaatsen van dubbel glas kan men inbraakveilige ventilatieroosters opnemen.
- Afzuigboxen vervangen, HR-ventilatoren toepassen en tegelijk de capaciteit verhogen en de geluidsoverlast verminderen.

7.15.2 Opname

Bij de opname ten behoeve van een EPA worden de energiebesparingsmogelijkheden in kaart gebracht. Tegelijk kan men letten op indicatoren van belangrijke gezondheidsrisico's. De energiebesparingsadviseur let op de indicatoren van de huisstofmijt, van schimmels, radon, legionella, emissies en overlast. De indicatoren worden hieronder aangeduid.

Huisstofmijt

Het risico van hoge concentratie van huisstofmijt wordt getoetst aan nestelplaatsen en de mogelijkheid om de mijtenpopulatie in de winter uit te drogen. Aandacht is er vooral voor de vloerbedekking en de vochtigheid van slaapkamers. De opname biedt aanknopingspunten voor het kiezen van maatregelen: droge vloer, gladde vloerbedekking, regelmatig schoonmaken.

Schimmels

Schimmels kunnen door bewoners worden aangewezen. Men moet de oorzaak opsporen om de juiste maatregelen te kunnen treffen: goed te reinigen afwerklraag, condensatierisico verminderen met isolatie of verbeteren van het ventilatiesysteem.

Radon

Omdat radon niet te zien of te ruiken is, wordt dit risico indirect beoordeeld: kieren in de vloer, kieren en tegelijk slechte kruipruimteventilatie, veel radonhoudende materialen en weinig frisse lucht door de woning.

legionella

De woningeigenaar wordt gewaarschuwd als er risicoverhogende kenmerken wordenesignaleerd: het warmwatertoestel heeft een warmewaterbuffer van meer dan een halve liter en de temperatuur in (delen van) de buffer blijft niet steeds boven 60°C. Ook kan het voorkomen dat de koudwaterleiding opwarmt door verwarmingsleidingen of warme schachten.

Emissies en overlast

Als een adviseur ernstige overlast constateert, dan zou hij daarop kunnen wijzen, zonder zelf maatregelen voor te stellen. Dat geldt bij het ruiken van gaslucht of rioolstank of bij het risico van terugslag uit een schoorsteen. Bij de opname wordt afgevinkt welke problemen in het advies aandacht moeten hebben.

7.15.3 Maatregelen in het kader van het EPA-advies

De maatregelen die genomen kunnen worden om ziekterisico's te verminde-

ren zijn deels opgenomen in de Basismethode, omdat deze maatregelen bijdragen aan energiebesparing. Er zijn extra maatregelen opgenomen, die soms niet te maken hebben met energiebesparing, maar als zogenaamde flankerende maatregelen nodig zijn om een energiepakket op verantwoorde wijze te kunnen toepassen.

7.16 Beschrijving van een casus

7.16.1 Inleiding

Ter illustratie van het gebruik van de module EPA+Gezondheidstoets volgt een projectbeschrijving. De opnamegegevens komen aan de orde, het vinkenschema van gezondheidsrisico's is ingevuld en de keuze van een maatregelenpakket inclusief flankerende maatregelen wordt toegelicht.

7.16.2 Woningtypologie

Het woningcomplex bevat tachtig eengezinswoningen uit 1955 en wordt beheerd door een woningcorporatie. Drie woningen zijn opgenomen: twee kopwoningen en een tussenwoning. Een EPA wordt opgesteld voor een gemiddelde woning.

De woningen zijn ondiep, zijn opgebouwd met twee beuken en hebben een gesloten keuken(tje). De gevolgen van de naoorlogse schaarste zijn herkenbaar: geen dakoverstek, zachte steen en matig voegwerk, vloeren van holle baksteen, buitendeurdorpels van beton zonder koudebrugonderbreking. Lokale verwarming is vijftien jaar geleden omgebouwd naar cv. Bij de eerste na-isolatiebeurt zijn draai- en klepramen in de woonkamer aan de straatzijde weggenomen, zodat een grote dubbele ruit kon worden geplaatst.

Dit woningtype vraagt in het algemeen aandacht vanwege een gebrekkig voorzieningenniveau, vochtgevoeligheid en soms ook constructieve gebreken, zoals het doorhangen van dakplaten en gordingen. Ramen zijn vaak draai- of stolpramen, die niet inbraakveilig zijn en niet op een regenvrije kierstand zijn te zetten. Niet alle ramen hebben bovenklepjes. De luchtdoorlaat van later aangebrachte roosters is over het algemeen gering.

De bodem bevat zeeklei. Bij regen stroomt regenwater de kruipruimte binnen. Voor zover bekend is er geen sprake van optrekkend vocht. Omdat de woningen ondiep zijn en grote ramen hebben is de zonbijdrage gunstig. Door de slechte isolatie is de temperatuur zonder verwarming laag.

7.16.3 Vragen aan de bewoner

De bewoner wijst op muffe keukenkastjes en schimmels in de badkamer. Het

behang in de woonkamer en ook in de slaapkamers laat los.

Vanwege een allergisch kind is de zachte vloerbedekking in de woonkamer vervangen door een gladde afwerking. De dubbele ramen van de woonkamer geven condens in de winter. De enkele ramen op de verdieping geven altijd condens.

De bewoner wijst op zichtbare schimmel achter de bank in de woonkamer en in de badkamer. De woning is erg vochtig. Na succesvolle bewonersacties, gericht op de verhuurder, is een drainage in de kruipruimte aangebracht en is de geiser vervangen door een combiketel. De vochtproblemen zijn gebleven. Met name de woonkamer is niet behaaglijk. De vloer is koud, de meubels voelen klam aan.

7.16.4 Indelings- en gebruikskenmerken

In de vierkamerwoning wonen drie personen: ouders met een kind van dertien. De woning wordt dus niet intensief bewoond. Vader is overdag afwezig. Moeder probeert buiten schooltijd zoveel mogelijk thuis te zijn. De woning wordt intensief verwarmd en kan vanwege voldoende aanwezigheid goed gelucht en geventileerd worden.

Keuken

De keuken is gesloten en wordt natuurlijk afgezogen via een lang kanaal naar de nok. Een rooster ontbreekt, zodat het kanaal goed zal trekken, mits dit niet vervuild is.

Overlast van de keuken via de gang naar de woonkamer zal gering zijn. Overlast naar boven via de trap is groter. De afvoeren in het keukenkastje zijn onlangs afgedicht.

Badkamer

De badkamer ligt aan de buitengevel en bevat een raam. De douchehoek ligt tegen de koude buitengevel en wordt via een douchegordijn afgesloten. Het natuurlijke kanaal mondt uit in het dakvlak, waardoor de ventilatie afhankelijk is van de windrichting en regelmatig vocht vanuit de badkamer naar de slaapkamers wordt geblazen. Door de plaats van de kanaalopening is de luchtcirculatie slecht. De afwerking is schimmelgevoelig. De badkamer wordt nauwelijks verwarmd. Het aantal douchebeurten is twaalf per week, zodat de vochtbelasting gering is.

Was drogen

Voorheen werd de was buiten of op zolder gedroogd. De oude ketel gaf veel warmte. Sinds een half jaar wordt het kleine kamertje (boven de keuken) als wasdroog- en strijkkamer gebruikt, met ondersteuning van een wasdroger met afvoer.

7.16.5 Technische opname

Kruipruimte

Het zand van de kruipruimte is vochtig. Druppels water hangen onder aan de vloer en aan het houten kruipluik. De vloer is gemaakt van holle ceramische blokken, die veel vocht opzuigen en dampopen zijn. De mate van vochttransport zal afhangen van de afwerklaag op de vloer. Gezien het bouwjaar kan aan de dampdichtheid van deze laag getwijfeld worden. Op alle plaatsen waar geen dampwerende vloerbedekking wordt gebruikt, zal vocht via de vloer optrekken: in de keukenkastjes, in de gang en langs de plint. Een gunstig kenmerk is dat cv-leidingen niet door de kruipruimte lopen. De temperatuur zou dan hoger zijn, dus ook de dampdruk en de vochtbelasting. Doordat de vloer slecht isoleert, is de kruipruimtetemperatuur niettemin relatief hoog en daardoor de vochtbelasting (dampdruk) eveneens hoog.

Koudebruggen

De overgangen van de vloer naar de gevel bij de buitendeuren vormen een koudebrug. Het ongeïsoleerde dak rust op de stenen verdiepingvloer, welke bij de gevel versterkt is tot een betonnen latei. Deze vormt eveneens een koudebrug.

Spouwvoet

Door de verhuurder is al veel gedaan aan de vochtproblemen. Omdat schimmelvorming achter meubels geassocieerd werd met optrekkend vocht, is een speciaal spouwventilatiesysteem aangebracht: op ongeveer 40 cm boven vloerpeil en op een onderlinge afstand van ongeveer anderhalve meter zijn condenspotjes ingebracht, die aan het binnenspouwblad zijn vastgemetseld. In deze koude potjes condenseert vocht uit de muur, welke dan door inwerking van de wind verdampt en wordt afgevoerd. Deze condenspotjes veroorzaken iedere anderhalve meter een koudebrug.

Verwarming

De centrale verwarming maakt het mogelijk om de woning gelijkmatig warm te stoken. De bewoners doen dit overigens niet. De kenmerken van de woning zetten de bewoners aan om veel te ventileren en te luchten. Tegelijk verwarmen zou te hoge stookkosten veroorzaken. Door de koude kamers en de natte woning mag ervan uitgegaan worden dat meubels vochtig blijven en matrassen na een nachtje slapen slecht opdrogen. Dit vormt een goed leefklimaat voor de huisstofmijt. In de matrassen en zachte kussens van zitmeubilair is waarschijnlijk een hoge concentratie van allergenen aanwezig.

Luchttoevoer

Bij de na-isolatie van vijftien jaar geleden is het woonkamerraam aan de

straat voorzien van isolatieglas. Daarbij is een klep- en draairaam opgeofferd, mede omdat deze niet werd gebruikt. Door het vervallen van de schoorsteen was de woonkamer moeilijk te ventileren: dwarsventilatie was niet meer mogelijk. Opvallend is dat de straatgevel de meeste vochtproblemen geeft. De keuken kan tijdens koken via een klepraam goed geventileerd worden. De slaapkamers zijn voorzien van draairamen, die kieren en regelmatig openstaan. De luchttoevoer van de slaapkamers is over het algemeen goed, behalve bij koud en regenachtig weer. Bewoners, die de ramen tijdens het slapen gesloten houden, constateren een sterke condensvorming op de ruiten.

Legionellarisico

De combiketel levert warm water via een spiraal. Hoewel in de praktijk blijkt dat de taptemperatuur van 60°C in veel gevallen niet gehaald wordt, is het legionellarisico gering. Het aangroeien van biofilm in de leidingen vormt wel een verhoogd risico, met name omdat deze leidingen regelmatig lauw water bevatten.

Overlast

Er zijn geen opvallende bronnen van emissies of stof geconstateerd. Het gebruik van een slaapkamer(tje) als wasdroogruimte zou met een condensdroger wel een bron van vocht en stof zijn. Huisdieren kunnen in de vochtgevoelige en moeilijk te ventileren woonkamer snel hinder geven. De woningen zijn gevoelig voor geluidsoverlast. Bewoners klagen hier niet over.

Vinkenblad gezondheidsrisico in de case

Op basis van de opnamekenmerken in paragraaf 7.16.5 kunnen de volgende aandachtspunten voor het bestrijden van ziekterisico's worden aangekruist:

- huisstofmijt
 - vochtige vloer
 - vochtige slaapkamers
 - hoge RV in de winter
 - schimmels
 - zichtbare schimmels
 - ernstige koudebrug
 - vochtige woning
 - radon
 - kieren in vloer (in dit geval vanwege de dampopen vloer).
- Deze kenmerken zijn structureel voor het complex en niet-woninggebonden. De mate waarin de kenmerken problemen geven, hangt samen met bewonersgedrag. Kenmerken, die bij normaal bewonersgedrag een verhoogd risico geven, verdienen aandacht.

7.16.6 Maatregelen in de casus

Een energiebesparingspakket met aandacht voor maatregelen om ziekterisico's te verminderen, wordt in dit geval duidelijk gestuurd door de ziekterisico's:

- De aanpak van de vloer heeft hoge prioriteit, meer dan uit het oogpunt van kosten en baten bij energiebesparing blijkt.
- Schimmelvorming in de badkamer dient verminderd te worden.
- De slaapkamers zouden droger (warmer met betere ventilatie) moeten zijn. In de beschreven woning is een nieuwe combiketel geplaatst. Dit is niet in alle woningen het geval. In de gemiddelde woning wordt daarom het vervangen van de geiser en de ketel meegenomen.

De adviesvariant bevat de volgende energiebesparende maatregelen:

1. Isolatieglas slaapkamers, inclusief aanpassing ramen, toevoegen roosters.
2. Isolatieglas keuken.
3. Vloerisolatie.
4. Gesloten HR-combiketel op de plaats van de huidige ketel op zolder.
5. Spouwisolatie of gevelisolatie aan de binnenzijde.

Dakisolatie is een voor de hand liggende maatregel, maar wordt niet haalbaar geacht door de verhuurder. Bewoners zouden deze maatregel aan de binnenkant zelf moeten uitvoeren.

De gevelisolatie vergt een zorgvuldige afweging. De condenspotjes veroorzaken bij spouwvulling koudebruggen, met groot risico van condensvorming in de woonkamer. De condenspotjes zouden verwijderd moeten worden (wat zeer hoge kosten veroorzaakt) of het gedeelte in de spouw zou vernield moeten worden, zodat een doorlopende isolatielaag mogelijk is. De matige kwaliteit van het metselwerk vraagt om toepassing van PUR als spouwvulling. Het Bureau BKS zou vooraf kunnen adviseren wat verantwoord is. De vloerisolatie is een noodzakelijk onderdeel van de verbetering van de gevelisolatie.

Uit het oogpunt van een gezond binnenmilieu worden deze maatregelen aangepast en aangevuld. Uit de lijst van maatregelen worden de volgende gekozen:

6. Vloerisolatie dampdicht: reflecterende foliekussens of PUR.
 7. Controle en eventueel verhogen van de kruipruimteventilatie.
 8. Koudebruggen isoleren door de verhuurder: een strook zoldervloerisolatie in de dakpunt achter het knieschot aanbrengen.
 9. Ramen voorzien van inbraakveilige kierstand.
 10. Schoorsteen in de woonkamer bruikbaar maken als ventilatiekanaal.
 11. Keukengeiser vervangen door combiketel en warm water op 65°C afstellen.
 12. Badkamer schimmelwerend bewerken (tegelwerk of verf).
 13. Vaste afvoer voor wasdroger in de badkamer aanbrengen.
- Nadrukkelijk zijn enkele maatregelen niet opgenomen:
14. Leidingisolatie is uit het oogpunt van legionellarisico niet aan te bevelen,

het is beter de leidingen snel te laten afkoelen. Wel draagt een kleine leidingdiameter (12 mm) bij aan het verminderen van de wachttijd en het energieverlies.

15. Kierdichting van ramen op de verdieping wordt niet verbeterd.
16. De natuurlijke ventilatie wordt niet omgebouwd naar mechanische afzuiging.

Tot zover de projectbeschrijving. In het volgende hoofdstuk worden alle maatregelen geïntegreerd tot een concept voor gezonde woningen.

8 Naar gezonde woningen

8.1 Inleiding

Ten opzichte van de huidige bouwpraktijk betekent gezond wonen betere prestaties ten aanzien van veiligheid en binnenmilieu. Maatregelenpakketten voor gezonde woningen zijn over het algemeen goed te combineren met duurzaam bouwen maatregelen. Als bij duurzaam bouwen eenzijdig de nadruk ligt op energiebesparing en duurzaam materiaalgebruik, kunnen er wel conflicten optreden met gezond wonen.

In dit hoofdstuk wordt de gezonde woning als systeem, als integraal bouwwerk opgebouwd. Ervaringen zijn verwerkt uit twee projecten met allergeenarme woningen in Finland en ervaringen uit het voorbereidingstraject van allergeenarme woningen in Rotterdam. Het concept is echter meer dan een allergeenarme woonsituatie: het moet ook veilig en gebruiksvriendelijk zijn. De conceptbeschrijving dient als inspiratiebron voor woningverbeteringsprojecten en voor beheersbeleid.

Het binnenmilieu kan met bestaande kennis en techniek in vergaande mate verbeterd worden. Fisk (2000) constateert dat maatregelen in kantoren een enorm potentieel hebben: ingrijpende vermindering van het aantal gevallen van verkoudheid en griep, 10 tot 30% vermindering van symptomen van allergiepatiënten en 20 tot 50% vermindering van vage klachten. De besparing in de kosten van gezondheidszorg, maar tegelijk ook de toename van de productiviteit biedt een rendabele vergoeding voor de kosten van maatregelen. Kortom, zo stelt Fisk, investeren in een gezond binnenmilieu in kantoren loont. Deze constatering ondersteunt ook het belang van een goed binnenmilieu in woningen, waar de blootstelling veel groter is dan in kantoren.

Volgens het onderzoek Gezondheidsclassificatie van woningen (GCW) wordt het ideaal van een gezonde woning bereikt, voorzover dat technisch haalbaar is met de huidige stand der techniek, met de volgende kenmerken:

1. Ongevallen in en om huis zijn niet op ontwerp en uitvoering terug te voeren.
2. Er treedt geen sensibilisatie op voor allergenen die van woningen bekend zijn, met uitzondering van door de bewoners/gebruikers genomen huisdieren.
3. Er treedt geen hyperreactiviteit op voor irritantia die van woningen bekend zijn (geldt niet voor de roker zelf).
4. De kans op ontstaan van kwaadaardige nieuwvormingen bij bewoners/gebruikers vanwege straling en chemische invloeden die uit woningen bekend zijn, is gelijk aan de kans die het gemiddelde buitenklimaat oplevert.
5. Het aantal gehinderden van geluidsoverlast is in belevingsonderzoek maximaal 5% (zijnde de onderscheidingsgrens van de betreffende methode).
6. Bewoners vertonen geen infecties die aan woningkarakteristieken zijn gerelateerd.

7. Bewoners vertonen geen infecties, allergische, hyperreactieve of maligne aandoeningen die aan het stedenbouwkundige ontwerp zijn gerelateerd.

De vertaling van deze kwalitatieve kenmerken in een programma van eisen voor het ontwerpen van een gezonde woning is onder andere ten behoeve van het Rotterdamse project uitgewerkt. Over de vertaling naar materiaalkeuzen, naar constructieve oplossingen, naar installaties en naar gebruiksaspecten is men nog niet volledig uitgediscussieerd. Vele wegen leiden naar Rome. Voorbeelden van dergelijke discussies zijn:

- Zou, uit het oogpunt van emissievermindering uit de kruipruimte, kruipruimteloos bouwen niet beter zijn dan de traditionele methode met systeemvloeren?
- Is natuurlijke luchttoevoer voor bewoners met luchtwegklachten beter of misschien slechter dan mechanische toevoer via een balansventilatiesysteem?
- Zijn gladde en harde materialen te prefereren boven vochtbufferende materialen?

In dit hoofdstuk worden weinig antwoorden gegeven, maar wordt de discussie zo mogelijk verder aangewakkerd. Mede met het doel om verder te kijken dan het gebruikelijke, wordt een geheel andere woonvorm beschreven, met flexibele open ruimten en compacte voorzieningen.

8.2 Programma van eisen voor gezonde woningen

Door de GGD Rotterdam en Omstreken zijn eisen geformuleerd aan nieuw te bouwen allergeenarme woningen. Ze raken een veelheid aan woonkwaliteiten, die inspirerend zijn voor nieuwbouw en bestaande woningen. Het onderstaande programma van eisen is daarvan een bewerking, met aanvullingen vanwege een breder eisenpakket dan het weren van allergenen.

Een programma van eisen is de kwalitatieve beschrijving van de opdracht aan een architect. Deze dient de eisen te vertalen in een ontwerp met bestek voor een fysiek gebouw. Het programma van eisen is echter breder, omdat ook de stedenbouwkundige locatie en onderhouds- of beheersafspraken deel uitmaken van een totaalpakket om een gezonde woonsituatie te bereiken.

Openbare ruimte/woonomgeving

- Bij gronduitgifte regels stellen aan het type woningen dat moet worden gerealiseerd: intentieverklaring gezond bouwen en wonen laten tekenen.
- Locatie minimaal op 200 m afstand van snelwegen en 100 m van doorgaande wegen.
- Niet bouwen in de windrichting van stank- of chemische vervuilsbronnen.

- Bij woonlocaties op drassige grond voorzorgen tegen vochtige woning nemen.
- Boomverstuivers in groengebieden vlakbij de woningen vermijden.
- In de buurt relatief veel verhardingen en water toepassen.

Toegankelijkheid

- Rolstoelvriendelijke hoofdtoegangen.
- Intercomcontact tussen toegang, woonkamer en slaapkamer.
- Geen dorpels binnen de woning.
- Rechte steektrap, op traplift of kolomlift anticiperen.
- Goede (lage) bedieningsmogelijkheden van ventilatieopeningen en installaties.

Vallen

- Antisliptegels in natte ruimten.
- Handvatten in natte ruimten.
- Voorziening voor veilig ramen zemen.

Stoten

- Voldoende hoofdruimte bij keukenkastjes.
- Scherpe hoeken buiten looproutes.

Snijden

- Glas niet in stootzone, dus geen grote glasvlakken in deuren.
- Gelaagd glas toepassen waar breuk ongevallen kan veroorzaken.

Elektrische schokken

- Apart 12 V gelijkstroomnet.
- Waarschuingssticker bij fotonvoltaïsche zonnepanelen.

Ongevallen met kinderen

- Traphekje onder en boven aan de trap.
- Kindersluitingen op laden en deurtjes.
- Thermostaatkraan in bad en douche.
- Stopcontactplaatjes.
- Ovenruitbeschermer.

Brand

- Twee rookmelders.
- Niet-brandgevaarlijke materialen.
- Risicovolle apparatuur/toestellen veilig opstellen.

Beplanting

- Geen voorzieningen voor gevelbegroeiing aanbrengen.
-

- Nestgelegenheid tegen de gevel of onder de pannen voorkomen.
- Allergeenbewuste tuinaanleg en geen onderhoud in belaste hooikoorts-perioden.
- Afscheidingen met insectenbestuivers.
- Kamerplanten beperken en geen planten op slaapkamers.

Afvalverwerking

- Afvalcontainers op afstand van de woning, op verharde opstelplaats.
- Losse afvalbakken in de keuken.

Droog bouwen

- Kruipruimteloos bouwen.
- De begane-grondvloer minimaal 50 cm boven de hoogste grondwaterstand.
- Geen koudebruggen.
- Droge en dichte begane-grondvloer.
- Geen vochtige en vochtgevoelige bouwmaterialen.
- Bouw- en afwerkingsmaterialen die goed glad zijn en vochtig zijn af te nemen.
- Bouwmaterialen die ongevoelig zijn voor schimmels.
- Vloertegels in de keuken.
- Extra aandacht voor droogstoken tijdens de eerste twee stookseizoenen.
- Voldoende capaciteit verwarming en ventilatiesysteem.
- Op de begane grond vloerverwarming en bij voorkeur ook op de verdieping.

Beperken vochtproductie

- Gesloten keuken aan de gevel.
- Badkamer op warme plek, overweeg plaatsing cv-combiketel in de badkamer.
- Gesloten verbrandingstoestellen.
- Loze leiding ten behoeve van elektrisch koken.
- Waterbesparende douchekop (niet verstuvend).
- Douchecabine om natte oppervlakken te verkleinen.
- Wasmachineaansluiting in badkamer of op zolder.
- Afvoer voor wasdroger rechtstreeks naar buiten.

Ventilatie

- Voorzieningen met 150 tot 200% van capaciteit ten opzichte van het Bouwbesluit.
- Goed te reinigen (bereikbare) kanalen, ventielen, roosters toepassen.
- Natuurlijke afvoer voor extra capaciteit (hybride ventilatie) via in pandige uitzetramen of regelbare roosters en trekopening via trapgat en dakraam.
- In alle ruimten te openen ramen, goede en inbraakveilige verankering.
- Geen ramen in schuine dakvlakken, die bij wind en regen niet open kunnen.

- Geluidarme en energiezuinige afzuigbox.
- Wasemkap of afzuigkap standaard aanwezig.
- Slimme regeling op basis van verontreiniging en behoefte.
- Mogelijkheid van filters tegen pollen (in ventilatieroosters).

Verwarming

- Geen voorziening voor kachel of open haard opnemen.
- Vloerverwarming of wandverwarming als hoofdverwarming.

Stofvrij houden

- Centraal stofzuigsysteem in afbouwfase reeds gebruiken.
- Emissiearme bouw- en inrichtingsmaterialen toepassen.
- Geen stofproducerende materialen toepassen.
- Bouwbehang achterwege laten.
- Afwerkingmaterialen kiezen, die ongevoelig zijn voor schimmels en goed zijn schoon te houden zijn.
- Vermijden van randen (plinten), richels en moeilijke hoeken.

Communicatie

- Sociale alarmering voor ouderen en alleenstaanden.
- Communicatie met bezoeker aan de buitendeur, op afstand bedienbare toegang.
- Veilig afsluitbare boodschappenruimte naast de voordeur.
- Op afstand afleesbare verbruiksmeting.
- Aanwezigheidssignalering en doorkoppling naar keuze naar voorzieningen.
- Op aanwezigheid schakelende verlichting bij buitendeuren en in verkeersruimte.

Beheerafspraken

- Woningtoewijzing aan specifieke groepen, zoals stofallergiepatiënten of ouderen met ademhalingsklachten.
 - Rookverbod in huis.
 - Verbod op het houden van huisdieren, zowel binnen de woning als buiten.
 - Schoonmaakonderhoudscontract van ventilatiesysteem verplicht stellen.
 - Bij verhuizing allergeentest in de woning en eventueel schoonmaakbeurt erna.
 - Geen was in huis drogen (behalve in gesloten droger).
 - Periodieke (vijfjaarlijkse) veiligheidsinspectie.
-

8.3 Uitdaging aan ontwerpers

8.3.1 Inleiding

De uitdaging is een gezonde woning ontwikkelen vanuit nieuwe aanknopingspunten, vrij van conventies en technische kortetermijnbelemmeringen. Een van die aanknopingspunten is een nieuwe benadering van flexibiliteit: concentratie van de grootste ruimtevragende functies slapen en koken en het integreren en comprimeren van utilitaire voorzieningen, luchtkanalen en dergelijke. Drie thema's worden geïntroduceerd: de integrale entree, de flexibele keuken en slaapmachines.

De schil van deze woning is zeer dik geïsoleerd, met $R_c = 4\text{--}5 \text{ m}^2\text{K/W}$. De beglazing heeft $U < 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$. De lagetemperatuurverwarming geeft goed comfort bij een lage luchttemperatuur. Er is een hybride ventilatiesysteem. De warmwatervoorziening is legionella-veilig.

De woning bevat geen plinten, randen en keukenkastjes. Vloeren, wanden, de plafonds en meubels zijn goed stofvrij te houden. De trap is recht en lui. Bergkasten zijn van zeer licht materiaal en los geplaatst of opgehangen. De flexibiliteit is doorgevoerd in alle functies: alles kan opzij gezet, gedemonteerd en gemakkelijk naar buiten worden gebracht, om te reinigen, te luchten of om in de vrieskou op natuurlijke wijze te worden gereinigd.

Wie in deze woning woont, kan zich omgeven met spullen, huisdieren, planten, gezellige rommel, naar eigen idee en conditie. Eigen voorkeur en comfortbehoefte bepaalt wat er binnengehaald wordt. Maar het kan er ook weer uit en het karkas kan voor de volgende bewoners allergeenvrij worden gemaakt.

8.3.2 De integrale entree

De entree wordt herontwikkeld. Er komt een integrale oplossing voor alle binnen-buiten relaties: van mensen, data, energie en water.

De entree bevat een voordeur in twee delen: smal voor mensen, groot voor de kinderwagen, een rolstoel of de verhuizing. Naast de deur bevindt zich een multifunctionele kast, met codeslot. In de kast kunnen leveranciers (van per telefoon of computer bestelde boodschappen) hun goederen afleveren, ook als niemand thuis is. Er is een gekoeld en een geventileerd compartiment. In dezelfde kast zijn van buitenaf alle utilitaire voorzieningen bereikbaar voor (veilig) aflezen of inspectie: gas, elektriciteit, water, telefoon, kabel, beveiliging). Deze voorzieningen komen uit de grond naar boven en worden via de kast naar binnen geleid.

De belangrijkste voorzieningen van de woning zijn opgenomen in deze utilitaire entree, die bovendien geluidstechnisch goed is afgeschermd van de rest van de woning. Tegen het plafond van de entree is de balansventilatie-unit



Slaapmachine als kunstobject

Siemens Home Delivery Box

aangebracht. Verse lucht wordt uit de buitengevel aangezogen, afgewerkte lucht gaat via een gevelkoker en een dakkoker naar een hoog afvoerpunt. De cv-combiketel is opgenomen in een kast in deze entree, dicht bij de keuken en de badkamer.

Alle voorzieningen voor communicatie, verlichting en toegangscontrole zijn in de buitendeur opgenomen. Als de bel geen reactie oplevert, kan een bericht in het antwoordapparaat worden ingesproken. In de luxe uitvoering legt een videocamera vast, wie aan de deur is geweest. De deur bestaat uit een sandwich met veel berguimte. De kern van de deur is isolatieglas, met $U < 1,2 \text{ m}^2\text{K/W}$.

In de entree bevindt zich een verticale lift voor een rolstoelgebruiker, of een ruimte om in de toekomst een lift te kunnen aanbrengen. De lift kan een vaste koker zijn, die geïntegreerd wordt in het toilet en de badkamer daarboven. De lift kan ook een verticale liftstoel zijn, in opzet gelijkwaardig aan een traplift, maar in dit plan gescheiden van de trap.

De flexibele keuken

De toe- en afvoervoorzieningen van de keuken zijn in een leidingkoker opgenomen, die eenvoudige wijzigingen toelaat. Het aanrecht en de apparatuur staan los of eventueel op wielen, om herindeling van de ruimte te vergemakkelijken. Ook het toilet is flexibel aan te sluiten. De rest van de ruimte is niet nader ingevuld.

8.3.3 Slaapmachines

De woning wordt uitgerust met twee tot vijf slaapmachines. Dit zijn moderne bedsteden, die individueel geconditioneerd worden. De luchtkwaliteit wordt op CO_2 geregeld. De temperaturen van de lucht en van het matras (elektrische deken, waterbed) worden afzonderlijk geregeld. Het matras bevat vochtsensoren. Overdag wordt automatisch geregeld dat het matras en beddengoed drogen door een combinatie van verwarmen en ventileren, tot een vochtigheid die de groei van de huisstofmijt voorkomt. Omdat de slaapmachines ingericht zijn voor alleen de slaapfunctie, kunnen de afmetingen beperkt blijven tot $2\text{x}2\text{x}2 \text{ m}$ (één persoon). Voor de slaapmachine is slechts een vierde

van de ruimte nodig. Een flexibele badkamercabine maar ook een bouwkundig gefixeerde badkamer hoort tot de mogelijkheden. De badkamer kan bijvoorbeeld deel uitmaken van de geluidsgeïsoleerde kern, waarin ook de entree is opgenomen. Slaapmachines kunnen in varianten ontwikkeld worden, voor een of twee personen of met stapelbedden. De cabines zijn stapelbaar, zodat binnen een hoogte van twee verdiepingen drie machines passen. De machines liggen bij voorkeur aan de gevel, om naar eigen voorkeur direct met buitenlucht te kunnen ventileren.

8.3.4 Infrastructuur

De woning bevat een uitgebreide infrastructuur voor data en utilitaire functies, waaronder een centraal stofzuigsysteem. Wonen, werken, recreëren, hobby, ontvangst van mensen, verzorging van hulpbehoevenden kan in grote open ruimten plaatsvinden. Bij behoefte aan privacy of stilte kunnen tijdelijke ruimten gebouwd worden van losse bouwelementen die klierdicht aan elkaar te bevestigen zijn en waarin elementen met een deur passen.

8.4 Slot

8.4.1 Conclusies

De kenmerken van woningen die ziekterisico met zich meebrengen, zijn bekend. Er zijn veel mogelijkheden gevonden om woningen gezond te maken.

Door combinaties van aandoeningen is meer dan 15% van de bevolking gevoelig voor een of meer allergische stoffen in de lucht. In bijna twee miljoen woningen woont iemand die gevoelig is voor rondzwevende allergenen. Bij tal van ziekten wordt een toename geconstateerd van circa 5% van de bevolking in twintig jaar.

De invloed van woningkenmerken op het ontstaan van astma of op het ondervinden van hinder kan worden verminderd. De belasting van het binnenmilieu door verbrandingsprocessen is geheel te vermijden. Geluidhinder van apparaten en vanwege burenlawaai vraagt aanhoudende zorg. Het gezondheidsrisico van radon en legionella is nog omstreden, maar verdient toch aandacht vanwege het hoge aantal geraamde slachtoffers per jaar voor beide gezondheidsrisico's: achthonderd doden en een veelvoud aan ziektegevallen.

De belasting door zwevend stof blijft toenemen. De toename van het aantal gevallen van astma onder vrouwen heeft mede met de inhaalslag van roken door vrouwen te maken. De kwaliteit van de ventilatie neemt af. De huidige generatie gebalanceerde ventilatiesystemen vertoont tekortkomingen, waar-

door overlast en slecht gebruik in de hand worden gewerkt. Aan de hand van gegevens over ongevallen kan worden opgemaakt dat trappen, drempels, gladde vloeren en obstakels aandacht verdienen bij het ontwerpen en inrichten van woningen. De trap veroorzaakt voor alle leeftijdsgroepen 40% van de woninggebonden ongevallen. Relatief veel ongelukken gebeuren in de keukens. Het verbrandingsrisico van heet water blijft een probleem. Kleine kinderen en ouderen vormen een grote risicogroep voor ongevallen thuis. Klussen veroorzaakt veel verwondingen bij mannen van 20 tot 45 jaar, vooral aan armen, handen en benen.

De regelgeving voor bestaande woningen verdient op enkele punten uitbreiding:

- Eisen aan de geluidsbelasting van apparatuur in de eigen woning.
- Een rookmelder in alle woningen.
- Balustrades en voorzieningen tegen doorvallen hoger.
- Een grotere capaciteit van ventilatievoorzieningen.

Het handhavingsbeleid van ventilatie-eisen schiet tekort. Er dienen meer mogelijkheden gegeven te worden om tekorten in bestaande woningen aan te pakken, zoals het ontbreken van isolatie, oude verwarmingsketels met laag rendement, kieren in vloeren boven vochtige kruipruimten, aanwezige condensvormende koudebruggen en schimmelproblemen.

De woningopname levert veel informatie op over potentiële gezondheidsrisico's. Het biedt inzicht in de oorzaak van bewonersklachten en in gebreken die richting geven aan het opstellen van verbeteringsplannen. Bij het opstellen van energiebesparingsadviezen voor bestaande woningen kan een gezondheidstoets helpen voorkomen dat eenzijdige plannen worden opgesteld met onvoldoende aandacht voor een gezond binnenmilieu.

Ten opzichte van de huidige bouwpraktijk betekent gezond wonen: betere prestaties ten aanzien van veiligheid en binnenmilieu. Maatregelenpakketten voor allergeenarme woningen zijn goed te combineren met eisen van duurzaam bouwen.

Het inventariseren van gezondheidsrisico's heeft geleid tot maatregelen om het risico te verminderen. Een aanzet tot een gezondheidstoets voor bestaande woningen is gegeven. Er ligt een programma van eisen voor gezonde woningen. Er zijn geen kant-en-klare oplossingen, wel uitdagingen om nieuwe visies op het wonen te ontwikkelen.

8.4.2 Aanbevelingen

1. Gezonde woningen moeten beschikbaar komen voor alle bewoners. Door woningen op basis van specifieke kenmerken aan specifieke doelgroepen, zoals lichamelijk gehandicapten, astma- of reumapatiënten toe te wijzen, kunnen bewoners gezonder wonen en langer zelfstandig in huis blijven.

2. Een gezondheidstoets is een bruikbaar instrument om de kwaliteit van de bestaande woningvoorraad te beoordelen. Op basis hiervan kan onderhoudsbeleid, toewijzingsbeleid en marketingbeleid worden ontwikkeld. Het verder ontwikkelen van gezondheidstoetsing verdient aandacht van beheerders en beleidsmakers.
3. Een kwaliteitsaanscherping in het Bouwbesluit ten aanzien van gezondheid wordt voorgesteld. Het toetsingskader moet nader worden omschreven, met meer aandacht voor ongevalveiligheid, voor de bruikbaarheid van ventilatievoorzieningen en voor geluidhinder.
4. In de volgende Kwalitatieve Woning Registratie van het ministerie van VROM verdienen gezondheidsaspecten meer aandacht.
5. De bestaande woningvoorraad verdient een eigen visie op onderhoud, verbetering en beheer. De eisen in het Bouwbesluit ten aanzien van gezondheid dienen aangescherpt te worden, met name op de onderdelen ventilatie, geluid, emissies van open verbrandingstoestellen en de vochthuishouding.
6. De samenwerking tussen medische en bouwtechnische disciplines en woningbeheerders kan verbeterd worden. Bouwkundigen kunnen het werkterrein van gemeentelijke gezondheidsdiensten verbreden. Medisch milieukundigen mogen zich meer met de bouw bemoeien.
7. De belangen van bewoners dienen verder ondersteund te worden, om kwaliteitsverbetering bij oplevering van nieuwe en gerenoveerde woningen te bevorderen. Onderzoek naar oorzaken van klachten levert een goede gespreksbasis bij binnenmilieuproblemen tussen huurders en verhuurders en voorkomt dat men naar de andere partij blijft verwijzen, zonder maatregelen te treffen.
8. Er is behoefte aan woningconsulenten die gezondheidsaspecten van woningen beoordelen en begeleiding geven bij het uitvoeren van maatregelen.
9. Steun van de rijksoverheid en met name van het Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport voor het uitvoeren van gezondheidstoetsing van woningen kan voorkomen dat bij woningverbetering en energiebesparing kansen op het verbeteren van het binnenmilieu worden gemist.

Literatuur

Adan, O.C.G., 1994, **On the Fungal Defacement of interior Finishes**, Eindhoven (TU Eindhoven).

Adan, O.C.G., J.E.F. van Dongen en W.F. de Gids, 2000, **Handboek Vocht en Ventilatie, Basis voor Ontwerp, Uitvoering en Beheer**, Rotterdam (ISSO, SBR).

Alary, M. en J.R. Joly, 1991, Risk factors for contamination of domestic hot water systems by legionellae, in **Applied and Environmental Microbiology** 57(8), pp. 2360-2367.

Bailey, M., 1990, legionella and water management, in: S. Gurwell, C. March, R. Venables (ed.), **Buildings and health, the Rosehaugh guide to the design, construction, use and management of buildings**, Londen (RIBA publications Ltd).

Bercken, F.H. van den, M. van Overveld en M.P.H. Scholten, 1994, **Beginselen van de Bouwvoorschriften, Studieboek woningwet en bouwbesluit**, 's-Gravenhage (Sdu).

Bernard, A., M. Blazy en M. Lemaire, 2000, Performance of demand controlled ventilation, Case study, France, in **Healthy Buildings 2000, Proceedings Vol. 2: Design and operation of HVAC systems**, pp. 693-698, Helsinki (SIY Indoor Air Information Oy).

Bischof, W., A. Koch, U. Gehring, B. Fahlbusch, J. Heinrich en H.E. Wichmann, 2000, Predictors of high endotoxin concentration in German homes, in **Healthy Buildings 2000, Proceedings Vol. 1: Exposure, human responses and building investigations**, pp. 251-256, Helsinki (SIY Indoor Air Information Oy).

Björkroth, M., B. Müller, G. Küchen en P.M. Bluysen, 2000, Pollution from ducts: What is the reason, how to measure and how to prevent?, in **Healthy Buildings 2000, Proceedings Vol. 2: Design and operation of HVAC systems**, pp. 163-168, Helsinki (SIY Indoor Air Information Oy).

Bluysen, P.M., M. Björkroth, M. Möller, E. de Oliveira Fernandes en C.A. Roulet, 2000, Why, when and how do HVAC systems pollute? Characterisation of HVAC related pollution, in **Healthy Buildings 2000, Proceedings Vol. 2: Design and operation of HVAC systems**, pp. 233-238, Helsinki (SIY Indoor Air Information Oy).

Boer, R. de, 1998, **Allergeen-arme woningen**, Purmerend (Rob de Boer Counseling).

Boer, R. de, en K. Kuller, 1997, Mattresses as a winter refuge for house-dust mite populations, in **Allergy** 52, pp. 299-305 (Munksgaard).

Bogaard, J. van den, M. Weterings en A. Wijnants, 1997, **Aanbevelingen Gezond Bouwen en Wonen vanuit het gezichtspunt van de GGD**, Rotterdam (GGD Rotterdam en omstreken).

Bogaard, J.H.M. van den, 1990, **Determinanten van gezondheid, Overzichtsstudie van de relatie tussen woonsituatie en gezondheidsbeleving**, GVO-rapport 13, Rotterdam, (GGD Rotterdam e.o.).

Boleij, J., B. Brunekreef, E. Lebrecht, D. Noy, H. van de Wiel en K. Biersteker, 1985, **Luchtverontreiniging in woningen**, Den Haag (Ministerie VROM).

Bollin, G.E., J.F. Plouffe, M.F. Para en Hackman, 1985, Aerosols containing legionella pneumophila generated by showerheads and hot-water faucets, in **Applied and Environmental Microbiology** 50(5), pp. 128-134.

Bouw- en Houtbond FNV en Chemiewinkel, Universiteit van Amsterdam, 1992, **Gezond bouwen aan een beter milieu. Deel 1: Milieu en arbeidsomstandigheden in de woningbouw. Deel 2: Praktijkids voor milieubewust en arbeidsvriendelijk bouwen**, Woerden (Bouw- en Houtbond FNV).

Bronswijk, J.E.M.H. van, 1981, **House dust biology for allergists, acarologists and mycologists**, Zeist (NIB Publishers).

Bronswijk, J.E.M.H. van, 1991, **Tapijt, luchtbehandeling en het zieke gebouw**, Intreerede Technische Universiteit, Eindhoven (TU Eindhoven).

Bronswijk, J.E.M.H. van, 1997, **Biologische agentia en het zieke gebouw**, Eindhoven (TUE).

Bronswijk, J.E.M.H. van, en G. Pauli, 1996, **An update on long-lasting mite avoidance. Dwelling construction, humidity management, cleaning**, Aken, (Gemeinschaft Umweltfreundlicher Teppichboden e.V).

Bronswijk, J.E.M.H. van, L.G.H. Koren, F.A.M. Horst, M.M.L.F. van Laere, I.P.M. Nillesen, C.E.E. Pernot en G. Schober, 1999, **Gezond en duurzaam bouwen**, Eindhoven (TU Eindhoven).

Brunekreef, B., D. Noy, B. Remijn, P. Fischer, D. Houthuys en J. Boleij, 1987, **Stikstofdioxyde en tabaksrook in de binnenlucht: persoonlijke blootstelling en effecten op de gezondheid**, Den Haag (Ministerie VROM).

Bruseker, U., 1998, **Raadpleging huurders over duurzaam beheer**, Amsterdam (Nederlandse Woonbond).

CBS, 1999, **Vademecum gezondheidsstatistiek Nederland**, Den Haag (SDU).

Chorny, K., 2000, Ways of producing healthy ionised air for improvement of indoor air quality, in **Healthy Buildings 2000, Proceedings Vol. 1: Exposure, human responses and building investigations**, pp. 125-130, Helsinki (SIY Indoor Air Information Oy).

Cole, E.C., P.D. Dulaney en K.E. Leese, 2000, Allergen control through routine cleaning of pollutant reservoirs in the home environment, in **Healthy Buildings 2000, Proceedings Vol. 4: Materials, design and construction**, pp. 435-436, Helsinki (SIY Indoor Air Information Oy).

Contact van de VAC's, 1997, **Kwaliteitswijzer VAC**, Utrecht (LCVAC).

Copius Peereboom, J.W., 1994, **Basisboek milieu en gezondheid**, Amsterdam (Boom).

Cox, S.S., J.C. Little en A.T. Hodgson, 2000, A new method to predict emission rates of volatile compounds from vinyl flooring, in **Healthy Buildings 2000, Proceedings Vol. 4: Materials, design and construction**, pp. 169-174, Helsinki (SIY Indoor Air Information Oy).

Dam, J.M., M.T. Appelo, P.J.J. Pennartz, E. Scherhorn en A.M. de Wit-Sauter (samenstellers) 1989, **Woonecologie tussen consumptie en existentie**, Wageningen (SHVW).

Deben, L., 1988, **Van onderkomen tot woning. Een studie over woonbeschaving in Nederland 1850-1969**, Amsterdam (Sociologisch Instituut UVA).

Dijkstra, L., D. Houthuys en I. Akkerman, 1988, **De ontwikkeling van de luchtwegen van kinderen, de gevolgen van blootstelling aan stikstofdioxide en tabaksrook binnenshuis**, Breda (Papieren Tijger).

Do Pico, G.A., 1986, Health effects of organic dusts in the farm environment, **American Journal of Ind Medicine**.

Dongen, J. van, 1996, **Gezonde woongebouwen, programmering van onderzoek en kennisoverdracht ten behoeve van de Beleidsgroep Gezonde Woongebouwen**, concept notitie, Delft (TNO).

Dongen, J. van, en A. Steenbekkers, 1993, **Gezondheidsproblemen en het binnenmilieu van woningen**, Leiden, (TNO).

Douwes, D., S.M. Bodmer-Sluis, J.W. Masséus, A. Poel en F. de Roo, 1993, **Wonen in een gezond binnenmilieu**, Den Haag (Ministerie van VROM).

Ekstrand-Tobin, A. en S. Lindgren, 2000, Indoor environment and allergic parameters before and after renovation of moisture damaged constructions, in **Healthy Buildings 2000, Proceedings Vol. 1: Exposure, human responses and building investigations**, pp. 227-232, Helsinki (SIY Indoor Air Information Oy).

EU 1994, **Basisdocument betreffende het fundamentele voorschrift nr. 3. Hygiëne, gezondheid en milieu**, Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen nr.C 62/73-105.

Farrar, D., P. Dingle en P. Franklin, 2000, Peak and long term nitrogen dioxide concentrations in Perth homes, in **Healthy Buildings 2000, Proceedings Vol. 1: Exposure, human responses and building investigations**, pp. 443-448, Helsinki (SIY Indoor Air Information Oy).

Fisk, W.J., 2000, Review of health and productivity gains from better IEQ, in **Healthy Buildings 2000, Proceedings Vol. 4: Materials, design and construction**, pp. 23-34, Helsinki (SIY Indoor Air Information Oy).

Flöckiger, B., M. Seifert, T. Koller, en C. Monn, 2000, Air quality measurements in a model kitchen using gas and electric stoves, in **Healthy Buildings 2000, Proceedings Vol. 1: Exposure, human responses and building investigations**, pp. 567-572, Helsinki (SIY Indoor Air Information Oy).

Garret, L., 1994, **The coming plague, newly emerging diseases in a world out of balance**, New York (Penguin books).

Gezondheidsraad, 1986, **Preventie van Legionelloses**, Den Haag (Gezondheidsraad).

Gezondheidsraad, 1992, **Allergie, CARA en allergenen in woningen**, Den Haag.

Gezondheidsraad, 1992, **Extreem laagfrequente elektromagnetische velden en gezondheid**, Den Haag.

Gezondheidsraad, 1993, **Optische straling. Gezondheidskundige advieswaar-**

den voor blootstelling aan elektromagnetische straling met golflengten tussen 100 nanometer en 1 millimeter, Den Haag.

GGD Rotterdam, 2000, **Realisatieplan Allergeenarme woningen**, Rotterdam (GGD Rotterdam en Omstreken).

Gorissen, W.H.M. en G.C.A. Brussaard-Schotman, 1996, **Cara bij schoolkinderen in Utrecht**, Utrecht (GGD Utrecht).

Graaf, E. van der, en R. de Meijer, 1995, Radon in het binnenmilieu, in: **Bouwen en milieu, handboek ter ondersteuning van milieuverantwoord beslissen**, Dicke en Haas (samenstellers), 1997, Amsterdam (Weka Uitgeverij).

Haan, H. de, en I. Haagsma, 1983, **Een onderwerp van voortdurende zorg. Het na-oorlogse bouwen in Nederland**, Utrecht (Kluwer).

Haas, F. de, N. van Twillert, D. Anink, M. Liebrechts en J. Persoon, **Duurzaam Woningbeheer (DUWON)**, Utrecht (Nationaal Dubo-Centrum).

Hasselaar, E. (samensteller), 1995, **Aanpak van vochtproblemen in woningen. Symptomen, oorzaken en maatregelen**, Amsterdam (Nederlandse Woonbond).

Hasselaar, E. 1993, **Lage temperatuur verwarming, schakel tussen rendement en comfort**, Amsterdam (Energie Noord-West).

Hasselaar, E. en S. Schuitemaker, 1995, **Onderzoek Binnenmilieu Spiegelbeeld Rotterdam**, Amsterdam (Nederlandse Woonbond).

Hasselaar, E., 1998, Inventarisatie woningkenmerken met invloed op de gezondheid, in: **En morgen gezond weer op, over de onderschatte relatie tussen gezondheid en wonen**, Delft (Onderzoeksinstituut OTB).

Hasselaar, E., 1999, Zuinig ventileren in gezonde woningen, artikel in **Verwarming en Ventilatie**, 56^e jaargang nr 11, pp. 933-939, Zoetermeer (VNI).

Haverinen, I., M. Vahteristo, J. Pekkanen, T. Husman, A. Nevalainen en D. Moschandreas, 2000, An empirical moisture damage index, in **Healthy Buildings 2000, Proceedings Vol. 3: Microbes, Moisture and building physics**, pp. 531-534, Helsinki (SIY Indoor Air Information Oy).

Heijs, W.J.M., 1992, **Een exploratieve analyse van wooncomfort**, Proefschrift, Helmond, (KUN).

Hoebe, C.J.P.A., J.J.M. Cluitmans, J.H.T. Wagenvoort, W.J. van Leeuwen en M.A.J. Bilkert-Mooiman, 1999, Koud leidingwater als bron van fatale nosocomiale pneumonieën door legionella pneumophila in een revalidatiekliniek, in **Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde** 143 (201), pp. 1041-1045.

Holcatova, I., A. Lajcikova en Z. Mathauserova, 2000, Using and evaluation of household air cleaners, in **Healthy Buildings 2000, Proceedings Vol. 2: Design and operation of HVAC systems**, pp. 73-78, Helsinki (SIY Indoor Air Information Oy).

Holdsworth, B. en A. Sealey, 1992, **Healthy buildings. A design primer for a living environment**, Harlow, (Longman Group UK Limited).

Hoogendijk, L. en J. Bus, 1993, **Gids Gezonder werken in de bouw**, Woerden (Bouw- en Houtbond FNV).

Horn, W., E. Roskamp, D. Ullrich en B. Seifert, 2000, Biocide emissions from indoor wall paints, in **Healthy Buildings 2000, Proceedings Vol. 4: Materials, design and construction**, pp. 397-402, Helsinki (SIY Indoor Air Information Oy).

Hult, M., 2000, A methodology to assess indoor environment in existing buildings, in **Healthy Buildings 2000, Proceedings Vol. 3: Microbes, Moisture and building physics**, pp. 521-526, Helsinki (SIY Indoor Air Information Oy).

Hunt, S.M., J. McEwan en S.P. McKenna, 1980, **Measuring health status**, Londen (Croom Helm).

ISSO, 1997, **NEN 1087 en NPR 1088, Ventilatie-norm en Praktijkrichtlijn**, Rotterdam (ISSO).

Jaakkola, J.J.K., P.K. Verkasalo en N. Jaakola, 2000, Plastic interior materials and respiratory health in young children, in **Healthy Buildings 2000, Proceedings Vol. 1: Exposure, human responses and building investigations**, pp. 139-143, Helsinki (SIY Indoor Air Information Oy).

Janssen, N. en R. Slob, 1991, **Vochtige woningen en CARA: een onderzoek naar de relatie tussen CARA, vochtige woningen en huisstofmijntageen**, Amsterdam.

Jong, R.G. de, 1988, **Geluidhinder in Nederland, 10 jaar later**.

Joost, Th van, en L. Reijnders, 1992, **Milieu en huid, de huid als spiegel van het milieu**, Amsterdam (Boom).

Klunder, G. en F. Meijer, 2000, **Duurzaam bouwen van eengezinswoningen, Haalbaarheidsonderzoek Ecobuild concept**, Delft (DUP).

Klunder, G. en F. Meijer, 2000, **Duurzaam renoveren van Naoorlogse Portiek-woningen, Haalbaarheidsonderzoek Ecobuild concept**, Delft (DUP).

Knudsen, H.N., P.A. Nielsen, P. Clausen, C.K. Wilkins en P. Wolkoff, 2000, Sensory evaluation of the impact of ozone on emissions from building materials, in **Healthy Buildings 2000, Proceedings Vol. 4: Materials, design and construction**, pp. 217-222, Helsinki (SIY Indoor Air Information Oy).

Kolk, A.J. van de, 1998, **Chemische agentia in huis, meten en beoordelen**, Utrecht (Universiteit van Utrecht en Chemiewinkel).

Koren, L.G.H., 1995, **Allergen avoidance in the home environment: a laboratory evaluation of measures against mite, fungal and cat allergens**, Eindhoven (Technische Universiteit Eindhoven).

Kort, H.S.M., 1994, **A structured approach to allergen avoidance in dwellings, with special emphasis on the ecosystem of humid indoor walls and room partitions**, Proefschrift, Utrecht (Felinkwijk BV).

Kort, H.S.M., L.G.H. Koren, C.A.F.M. Bruijnzeel-Koomen, I.P.M. Nillesen en J.E.M.H. van Bronswijk, 1997, **Van Binnenmilieu-klachten tot Gezondheids-Classificatie van nieuwe en gerenoveerde woningen (GCW). Deel 1: van ziekten en klachten, naar bouwkundige kenmerken**, Eindhoven (TU Eindhoven).

Kurnitski, J. en P. Pasanen, 2000, Crawl space moisture and microbes, in **Healthy Buildings 2000, Proceedings Vol. 3: Microbes, Moisture and building physics**, pp. 205-210, Helsinki (SIY Indoor Air Information Oy).

Lammertink, M.A. en E.J.M. de Groot, 1985, **Analyse van 72 vochtonderzoeken**, Den Haag (Ministerie van VROM).

Landelijk Contact van de VAC'S, 1997, **Kwaliteitswijzer VAC**, Utrecht (LCVAC).

Lee, T.C., J.E. Stout, V.L. Yu, 1988, Factors predisposing to legionella pneumophila colonization in residential water systems, in **Archives of Environmental Health** 43(1), pp. 59-62.

Leslie, G.B. en F.W. Lunau (samenstellers), 1992, **Indoor air pollution, problems and priorities**, Cambridge (University Press).

Lucht, F. van der, G. Meijer, F. Duijm, J. Broer en R. Nijdam, 1995, **Binnenmilieu-Luchtweg Onderzoek**, Groningen (GGD-GSO).

Luxemburg, L.C.J. van, C.E.E. Pernot en P.G.S. Rutten, 1997, **Van binnenmilieuklachten tot gezondheidsklassificatie van nieuwe en te renoveren woningen (GCW). 2: Van gezondheidsrisico naar bouwbesluit-systematiek**, Eindhoven (Centrum Bouwonderzoek TNO-TUE).

Lynden-van Nes, A.M.T., 1999, **Effective mite allergen avoidance in households with asthmatic children, clinical, technical and behavioral aspects**, Eindhoven (Technische Universiteit Eindhoven).

Maessen, W.H., 1995, **Overlevingskansen van huisstofmijtenpopulaties**, afstudeerscriptie, Eindhoven (TU Eindhoven).

Mansi, A., L. Frusteri, M. Maroli, A. Salerno, A.A. Marcelloni, M. Muzi, M.P. Accattoli en G. Abbritti, 2000, A study on house dust mite infestation in temporary prefabricated homes after a recent earthquake in central Italy, in **Healthy Buildings 2000, Proceedings Vol. 1: Exposure, human responses and building investigations**, pp. 325-330, Helsinki (SIY Indoor Air Information Oy).

Mansson, L-G, 1995, **Evaluation and demonstration of Domestic Ventilation Systems-State of the art, IEA Annex 27**, Stockholm (Swedish Council for Building Research).

Marcus, T.A. en E.N. Morris, 1980, **Buildings, Climate and Energy**, Londen (Pitman Publishing).

Martin, H., 2000, Smart sensors replace expensive building control systems, in **Healthy Buildings 2000, Proceedings Vol. 2: Design and operation of HVAC systems**, pp. 687-692, Helsinki (SIY Indoor Air Information Oy).

Meyer, B., 1983, **Indoor air quality**, Londen (Addison-Wesley Publishing Company).

Miedema, H.M.E., J.H.M. Steenbekkers, Y.M. Mulder, J.E.F. van Dongen, W. Paschier-Vermeer, S. Heijnen, M.C. Rots en L.M. van Hertem, 1997, **Milieu en Gezondheid, overzicht van risico's, doelen en beleid**, Leiden (TNO Preventie en Gezondheid).

Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, 1999, **Nationale Maclijst 2000**, Den Haag (SdU).

Ministerie van VROM, 1993, Beleidsstandpunt radon, Den Haag (MVROM).

Ministerie van VROM, 2000, **Mensen, Wensen, Wonen. Wonen in de 21^e eeuw**, Den Haag (MVROM).

Ministerie VROM, **Bouwbesluit**, 1991, Den Haag (Sdu).

Molenbroek, J.F.M. en E.C.M. van de Weijgert, 1988, **Ontwerpen voor ouderen en gehandicapten**, Delft (TU Delft).

Morawska, L., 2000, Control of particles indoors, state of the art, in **Healthy Buildings 2000, Proceedings Vol. 2: Design and operation of HVAC systems**, pp. 9-20, Helsinki (SIY Indoor Air Information Oy).

Morey, P.R., 2000, Cleaning procedures for mold, in **Healthy Buildings 2000, Proceedings Vol. 3: Microbes, Moisture and building physics**, pp. 39-48, Helsinki (SIY Indoor Air Information Oy).

Muller, C. en R. Henriksson, 2000, Proper design and use of gas phase air filtration systems for the control of environmental tobacco smoke, in **Healthy Buildings 2000, Proceedings Vol. 2: Design and operation of HVAC systems**, pp. 89-94, Helsinki (SIY Indoor Air Information Oy).

Nielsen, K.F., P.A. Nielsen en G. Holm, 2000, Growth of moulds on building materials under different humidities, in **Healthy Buildings 2000, Proceedings Vol. 3: Microbes, Moisture and building physics**, pp. 283-288, Helsinki (SIY Indoor Air Information Oy).

NNI 1991, **NEN 2778, Vochtwering in gebouwen – bepalingsmethoden**, Delft (Nederlands Normalisatie Instituut).

NNI 1997, **NEN 1087, Ventilatie van gebouwen. Bepalingsmethoden voor nieuwbouw**, Delft (Nederlands Normalisatie Instituut).

NNI, 1991, **NEN 2690, Luchtdoorlatendheid van gebouwen - meetmethoden voor de specifieke lucht volumestroom tussen kruipruimte en woning**, Delft (Nederlands Normalisatie Instituut).

NWR, 1986, **Milieuaspecten van de woningbouw. Het binnenmilieu**. Woningraad Extra, Almere (NWR).

Nycolaas, J., 1974, **Volkshuisvesting. Een bijdrage tot de geschiedenis van woningbouw en woningbouwbeleid**, Nijmegen (SUN).

Offermann, F.J., A.T. Hodgson en J.P. Robertson, 2000, Contaminant emission rates from pvc-backed carpet tiles on damp concrete, in **Healthy Buildings 2000, Proceedings Vol. 4: Materials, design and construction**, pp. 379-384, Helsinki (SIY Indoor Air Information Oy).

Oomens, E.C., 1996, **Vochtmodel. Opzet tot een toetsingsmodel voor woningen van CARA-patiënten met het oog op huisstofmijtenoverlast**, Eindhoven (Technische Universiteit Eindhoven).

Op 't Veld, P.J.M. en W. F. de Gids, 1996, **Energie-efficiënt ventileren**, Waddinxveen (Bob Opleidingen Bouwcentrum).

Pasane, P. en M. Mattila, 2000, The effect of duct cleaning and rebalancing of the exhaust ventilation system on air changes in block of flats, in **Healthy Buildings 2000, Proceedings Vol. 2: Design and operation of HVAC systems**, pp. 203-204, Helsinki (SIY Indoor Air Information Oy).

Percival, S.L., J.T. Walker en P.R. Hunter, 2000, **Microbial aspects of biofilms in drinking water**, Boca Raton (CRC Press).

Poel, A. (projectleiding), 1999, **Handboek Basismethode EPA**, Utrecht (Novem).

Polak, B. en M. Weterings, 1998, **Duurzaam Renoveren in Amsterdam**, Amsterdam (AEneas/Stedelijke Woningdienst).

Pope, A.M. en D.P. Rall (samenstellers), 1995, **Environmental Medicine, integrating a missing element into medical education**, Washington DC.

Ranson, R., 1991, **Healthy Housing**, London (E & FN Spon).

Raw, G.J., S. Coward, C. Wiech, R. Hamilton, J. Lee, C. Joseph en T. Harrison, 2000, The risks of legionella in water systems in homes, **Healthy Buildings 2000, Proceedings Vol. 3: Microbes, Moisture and building physics**, pp. 403-408, Helsinki (SIY Indoor Air Information Oy).

Rietra, P.J.G.M., R. Adriaanse, O.G. Zanen-Lim, J. van der Lelie, H.C. Zanen, 1984, legionellapneumonie uit de kraan thuis, in **Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde** 128 (37), pp. 1765-1767.

Rijcken, B, 1990, **Bronchial responsiveness and COPD risk. an epidemiological study**, proefschrift, Groningen (RU-Groningen).

Rogers, J., A.B. Dowsett, P.J. Dennis, J.V. Lee, C.W. Keevil, 1994, Influence of temperature and plumbing material selection on biofilm formation and growth of legionella pneumophila in a model potable water system containing complex microbial flora, in **Applied and Environmental Microbiology** 60(5), pp. 1585-1592.

Rogmans, W.H.J., W.M.A.H. Thien en R.J. van Zonneveld (samenstellers), 1987, **Veilig op leeftijd, veiligheid voor ouderen in en om de woning**, Amsterdam (Stichting Consument en veiligheid).

Rueb, A.S., H.E.M. Vrolijk en E.E. de Wijkersloot-Vinke, 1994, **Huurrecht memo 1994/1995**, Deventer (Kluwer).

Ruwaard, D. en P.G.N. Kramers, 1997, **Volksgezondheid Toekomst Verkenning 1997 - De som der delen**, Den Haag (SDU).

Ruwaard, D., en P.G.N. Kramers (samenstellers), 1993, **Volksgezondheid Toekomst Verkenning. De gezondheidstoestand van de Nederlandse bevolking in de periode 1950-2010**, Den Haag (SDU).

Rijsbergen, O. van, en E. Hasselaar, 2000, **Toetslijst ventilatie**, Amsterdam (Nederlandse Woonbond)

Säteri, J. en H. Hahkala, 2000, **New target values for IAQ and climate in Finland**, Helsinki (Finnish Society of Indoor Air Quality and Climate).

Seuri, M., K. Lehtomäki en M. Reiman, 2000, Peak expiratory flow follow up of workers employed in damp buildings, in **Healthy Buildings 2000, Proceedings Vol. 1: Exposure, human responses and building investigations**, pp. 579-584, Helsinki (SIY Indoor Air Information Oy).

Sinnot, R., 1985, **Safety and security in building design**, Londen.

Sjoberg, A., 2000, Concrete floor as secondary emission source, in **Healthy Buildings 2000, Proceedings Vol. 4: Materials, design and construction**, pp. 417-422, Helsinki (SIY Indoor Air Information Oy).

Slob, R., T. Fast, A. Verhoeff en J. van Wijnen, 1996, **Handboek Binnenmilieu**, Amsterdam (GG&GD Amsterdam).

Snel, K., 1985, **Over sociale woningbouw, een selectie van uitspraken, cijfers, plannen en projecten ter gelegenheid van het 20-jarig bestaan van de Raad voor de Volkshuisvesting**, Zoetermeer (RAVO).

Stichting Consument en veiligheid, 1999, **Privé-ongevallen, een overzicht van sterfte en letsel door privé-ongevallen**, Amsterdam (Stichting Consument en Veiligheid).

Stokkom, E., 1999, **Alles over astma**, Leusden (Astma Fonds)

Stout, J.E., V.L. Yu, P. Muraca, 1987, Legionnaires' disease acquired within the homes of two patients. Link to the home water supply, in **Journal of the American Medical Association** 257(9), pp. 1215-1217, 257(19), p. 2595.

Stout, J.E., V.L. Yu, P. Muraca, J. Joly, N. Troup, L.S. Tompkins, 1992, Potable water as a cause of sporadic cases of community-acquired legionnaires' disease, in **New England Journal of Medicine** 326(3), pp. 151-155

Stronks, K. (Samensteller), 1999, **Sociaal Economische gezondheidsverschillen. Van verklaren naar verkleinen, deel 2**, Den Haag (Zorg Onderzoek Nederland).

Stumpel, A.R.J. en R. van den Doel, (samenstellers), 1989, **Medische milieukunde**, Utrecht (Bohn, Scheltema en Holkema).

Stuurgroep Experimenten Volkshuisvesting, 1997, **Handboek Politiekeurmerk Veilig Wonen**, Rotterdam (SEV).

Swedish National Board of Housing, Building and Planning, 1992, **Checking the performance of ventilation systems**, Karlskrona.

Tammes, E. en B.H. Vos, 1984, **Warmte- en vochttransport in bouwconstructies**, Deventer (Kluwer).

Teeuw, K.B., 1993, **Sick building syndrome, the role of airborne micro-organisms and endotoxin**, Utrecht (Universiteit van Utrecht).

Thuis, H. en M. Hady, 1998, **Binnenmilieu Onderzoek Utrecht**, Utrecht (GGD Utrecht).

Tiefenbrunner, F., 1993, Zum Vorkommen von Legionellen in Trinkwasserversorgungsanlagen von Ein- und Zweifamilienhäusern, in **Schriftenreihe des Vereins für Wasser-, Boden- und Lufthygiene** 91, pp. 131-147

Tison, D.L. en R.J. Seidler, 1983, legionella incidence and density in potable drinking water supplies, in **Applied and Environmental Microbiology** 45(1), pp. 337-339

Velden, P.N.C. van der, 1996, **Resultaten van een ziekteverzuimonderzoek bij een Nutsbedrijf over een periode van 30 maanden na plaatsing van Benzo-liet**, Tangram.

Visscher, H. en J. Pothuis, 1991, **Woontechnische eisen van het Bouwbesluit deel 2, in relatie tot de bestaande woningvoorraad**, Delft (TU Delft).

Voute, P.D, 1995, **CARA en bouwtechnische maatregelen in de woningbouw**, Amersfoort (DHV).

Wadden, R.A. en P.A. Scheff, 1983, **Indoor air pollution, characterization, prediction and control**, New York (John Wiley & Sons, Inc).

Walter, D. en H. Proctor, 1999, **Mites, Ecology, Evolution and Behaviour**, Sydney (University of New South Wales Press).

Weterings, M, 1999, lezing, Rotterdam (GGD Rotterdam en omstreken).

Whitrow, D., 1993, **House dust mites, how they affect asthma, eczema and other allergies**, Tedworth (Right Way books).

Wijk, M. (samensteller), 1998, **Handboek voor Toegankelijkheid**, Doetinchem (Elsevier).

Zamm, A.W. en R. Gannon, 1980, **Why your house may endanger your health**, New York (Simon and Schuster).

Bijlage 1 Begrippenlijst

Absolute vochtigheid of vochtigheid

De hoeveelheid vocht uitgedrukt in grammen per kg droge stof of per m³ droge lucht.

Accumulatie

Ophoping, opeenstapeling.

Afvalwarmte

Warmte die vrijkomt en niet nuttig wordt gebruikt.

Akoestiek

Geluidsleer, geluidsvoortplanting.

Boiler

Voorraadtoestel waarin tapwater wordt bewaard voor menselijke consumptie.

Bouwbesluit

Algemene Maatregel van Bestuur met algemene technische eisen aan gebouwen. Een AMvB is via artikel 2 van de Woningwet rechtsgeldig.

Condensatie (het tegenovergestelde van verdamping)

Onzichtbaar waterdamp gaat over in zichtbaar water. Dit gebeurt meestal bij een relatieve vochtigheid van 100%. Echter, door opzuiging in een materiaal kan er bij een lagere vochtigheid binnen een materiaal capillaire condensatie optreden dit vormt 'hygroscopisch vocht'.

Dampdruk

De waterdamp neemt een klein deel van de totale luchtdruk voor zijn rekening. De druk hangt nauw samen met de hoeveelheid waterdamp en de temperatuur. Het verband wordt in een formule als volgt uitgedrukt $p = R \cdot T \cdot c$ in Pa. Met andere woorden de dampdruk is gelijk aan de gasconstante R (462 Joule per kg maal Kelvin) maal de temperatuur T (gemeten in Kelvin) maal de concentratie c (gemeten in kg per kubieke meter lucht), uitgedrukt in pascal.

Diffusie van waterdamp

Waterdamp verplaatst zich naar plaatsen van een hoge naar een lagere dampdruk. De dampdruk is het resultaat van relatieve vochtigheid en temperatuur. Veel vochtproblemen ontstaan doordat in een koud vertrek of een gedeelte van een vertrek de dampdruk (of dampspanning) lager is dan in bijvoorbeeld de keuken of de woonkamer vocht achter het bed, in de klerenkast.

Duurzaam Bouwen (DuBo)

Bouwen volgens de uitgangspunten van duurzame ontwikkeling volgens het

Brundtland-rapport (Verenigde Naties, 1987). Onze milieulasten niet afwentelen op anderen. 'Een beter milieu begint bij jezelf'.

Energieprestatie

Genormeerde berekening van het energiegebruik van een gebouw afhankelijk van gebouwfunctie, constructies en installaties.

Gebruiksoppervlakte

Het in NEN 2580 gedefinieerde vloeroppervlak van ruimten in een gebouw.

Geiser

Een doorstroomtoestel voor het opwarmen van tapwater.

Hygrometer

Apparaat voor het meten van de (relatieve) vochtigheid van lucht.

Klimlijn

Denkbeeldige, vloeiend verlopende lijn die de voorkanten van de treden van een trap met elkaar verbindt.

Koudebrug

Een relatief klein deel van een constructie die een veel lagere isolatiekwaliteit heeft dan die constructie. Een koudebrug heeft een lage temperatuur aan het oppervlak binnen, waardoor de kans op condensvorming en dus schimmelvorming groot is. anders gezegd constructie met een plaatselijk lagere oppervlakte temperatuur dan de omliggende constructies.

Metabolisme

Stofwisseling van de mens, verbranden van voedsel.

NEN

Door de Stichting Nederlands Normalisatie Instituut uitgegeven norm. NEN bladen

- a. bijdrage tot brandvoortplanting NEN 6065 of NEN 1775
 - b. coëfficiënt voor koeling NEN 2917
 - c. doorbuiging in de eindtoestand NEN 6702
 - d. gebruiksoppervlakte NEN 2580
 - e. factor van de temperatuur van de binnenoppervlakte NEN 2778
 - f. funderingselement NEN 6740
 - g. hoofddraagconstructie NEN 6702
 - h. incidentele en momentane belastingscombinaties NEN 6702
 - i. isolatie-index voor contactgeluid NEN 5077
 - j. karakteristieke geluidsniveau NEN 5077
-

- k. karakteristieke geluidswering NEN 5077
- l. karakteristieke isolatie-index voor luchtgeluid NEN 5077
- m. lozingstoestel NEN 3215
- n. netto inhoud NEN 2580
- o. nominale belasting NEN 2757
- p. momentane belastingscombinaties NEN 6702
- q. rookproductie NEN 6066
- r. stookplaats NEN 6061
- s. uiterste grenstoestand NEN 6702
- t. vrije doorgang NEN 2580
- u. vrije hoogte NEN 2580
- v. vuurbelasting NEN 6090
- w. wateropname NEN 2778
- x. weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag NEN 6068
- y. weerstand tegen rookdoorgang NEN 6075.

Penant

Tussenmuurvlak.

Relatieve vochtigheid

De verhouding tussen de werkelijke hoeveelheid waterdamp vergeleken met wat bij die temperatuur maximaal in de vorm van damp aanwezig kan zijn.

R-waarde

De weerstandswaarde. Een index kan nader aangeven waar het precies om gaat bijv. c van constructie.

Schil

Uitwendige scheidingsconstructie, die de scheiding vormt tussen een ruimte en de buitenlucht, de grond of het water.

U-waarde

De reciproke waarde van de warmteweerstand (R-waarde) lucht-op-lucht van een constructie.

Ventilatiehuishouding

De afvoer van vocht, stof en voor de gezondheid schadelijke gassen in combinatie met toevoer van verse lucht.

Ventilatievoud

De hoeveelheid ventilatielucht van een ruimte, uitgedrukt naar de inhoud van de ruimte. Bij een ventilatievoud=1 wordt eenmaal per uur alle lucht in de ruimte ververs.

Verblijfsgebied

Ruimte, bestaande uit één of meer met elkaar in verbinding staande, op dezelfde bouwlaag gelegen verblijfsruimten of andere afzonderlijke ruimten, anders dan een toilet- of badruimte, technische ruimte of gemeenschappelijke verkeersruimte.

Verblijfsruimte

Een ruimte in een gebouw voor het verblijf van mensen.

Warmtapwater

Voor menselijke consumptie bereid warm water uit een kraan e.d..

Warmtepomp

Apparaat waarmee warmte uit de omgeving gehaald wordt.

Warmteweerstand (zie R-waarde)

Maat voor warmtestroom door een constructie tengevolge van temperatuurverschillen.

Woningwet

Stelsel van regels en bepalingen met betrekking tot gebouwen en andere bouwwerken.

Woonvocht

De waterdamp die door het wonen in de woning komt transpireren, ademen, koken, baden en wassen (was drogen). Waterdamp uit vochtige muren of de natte kruipruimte is dus geen woonvocht.

ZTA

Zon Toetreding Absoluut. Quotiënt van de opvallende zonne-energie aan de binnenzijde ten opzichte van de buiten opvallende hoeveelheid zonnestraling.

gevelventilatie

gebruik in
stookseizoen

1. dicht
2. meestal
dicht
3. luchten
4. veel open
5. altijd open

blad 2

		gebruik	
woonkamer	rooster/klepraam	doorlaat bruto cm ²	
	opp	afmet	
	draairaam		
keuken	rooster	cm ²	
	type	afmet	
	opp		
slaapkamer hoofd	draairaam		
	overig		
	rooster	cm ²	
slaapkamer 2	klepraam	afmet	
	draairaam		
	rooster	cm ²	
kamer 3	klepraam	afmet	
	draairaam		
	rooster		
kamer 4	klepraam		
	draairaam		
	rooster		
badkamer	raam	1. Te openen 2. Rooster 3. Geen raam	
zolder			
kierdichting		1. matig/slecht 2. verbeterd/redelijk 3. goed	
doorspuikbaarheid	woonzone + keuken	1. matig/slecht 2. redelijk 3. goed	
	slaapkamers	1. matig/slecht 2. redelijk 3. goed	
kruipruimte	vochtigheid	1. Droog 2. Condens leidingen 3. vochtig 4. nat opm	
	vloer en bedekking	1. poreus 2. Kieren 3. dicht 4. Dichte vloerbed/afdekfolie o.d.	
	isolatiekwaliteit	1. Ongeïsoleerd 2. Geïsoleerd 3. Weet niet	
	T/verw.leidingen	1. nee 2. Ja, geïsoleerd 3. ja, slecht geïsol. 4. hoge afgifte	
funderingvoet	bijzonderheden	1. natte voet 2. koudebrug 3. Verm. redelijk 4. goed 5. weet niet	
drinkwater koud		1. Lauw 2. Koel 3. Weet niet	
vloerbedekking	woonkamer	1. Glad 2. Glad+kleed 3. Harig kort 4. Harig lang opm.	
	slaapkamers	1. Glad 2. Glad+kleed 3. Harig kort 4. Harig lang opm.	
stofbronnen inrichting		1. schoon 2. vol spullen 3. Stoffig	

		blad 3					
vochtproblemen		1. muf	2. condens	3. verse schimmel	4. oude vlekken	5. droog	
was drogen	toestel	1. Rekje	2. Waslijnen	3. Droger afvoer	4. Condens-droger	5. Opm	
	plaats	1. Woonkr	2. Slaapverd	3. aparte kamer	4. Zolder/berging	5. Buiten	
personen	aantal mach./week dag						
	nacht						
roken		nee	ja, sigaretten/dag thuis				
douchegebruik	malen/week huishouden						
koken	aantal malen per week	x		gemiddeld aantal personen			
huisdieren	soort						
	waar slapen	1. Wk	2. Slkr	3. Buiten			
dweilen/liters water voor planten per week							
diverse bronnen	opm						
oordeel binnenklimaat		1. tocht en kou	2. redelijk behaaglijk		3. comfortabel		
oordeel ventilatie		1. benauwd	2. te weinig bij pieken		3. Redelijk	4. Goed	
veiligheid gevelopeningen	woonzone	1. Veilig	2. Alleen open indien thuis		3. Onveilig		
	slaapzone	1. Veilig	2. Alleen open indien thuis		3. Onveilig		
overige opmerkingen over de woning							
verwarming woonzone	overdag						
	nacht	nachtstand en temp. (zonder verwarming evt.)					
verwarming slaapkrs	overdag						
	nacht	temperatuur (zonder verwarming evt.)					
energiegebruik	gas						
	electra						
stookgedrag		1. zuinig	2. bewust		3. royaal		
		1. Intensief gebruik	2. Deel dag dicht		3. weinig thuis		
indruk energieverschil veel/weinig ventileren		1. in m ³ gas per jaar					
		2. in kWh electra					
		geen idee					
zelf aangebrachte verbeteringen		comfortverbetering					
		energiebesparing					
		gezondheid					

keuken

ventiel 1

ventiel 2

wasemkap

afzuigkap

wc

badkr

berg./overig

totaal

meting

RV woonkamer

T

CO2 binnen

CO2 buiten

monster huisstof

woonkamer

slaapkamer

profiel

buurt-
kwaliteit
woning-
kenmerken
ventilatie-
kenmerken
bronnen
gebruik

opmerkingen

Bijlage 3 Van binnenmilieu-klachten tot gezondheidsclassificatie

Van ziekten en klachten, naar bouwkundige kenmerken. Samenvatting TUE-BMGT Rapport: BMGT96.508 (Biomedische en Gezondheidstechnologie, Technische Universiteit Eindhoven).

Het onderzoek heeft als doel:

- Inventarisatie en analyse van gezondheidsrelevante binnenmilieuklachten in woningen, uitgevoerd tegen de achtergrond van de prevalentie en incidentie van volksziekten en de kwaliteitsgaranties van het Bouwbesluit.
- De aanzet tot een GezondheidsClassificatie voor nieuwe en gerenoveerde Woningen (hierna te noemen de GCW) die zowel voor woningcorporaties als gezondheidsdiensten bruikbaar is. De opdracht was hierbij in ieder geval ook het CARA-risico te betrekken.

Voor het vaststellen van het niveau van gezondheidsrisico's van woningen is uitgegaan van de volgende definitie: een gezonde woning draagt niet bij aan het risico voor ongevallen, ziekten, of als onacceptabel ervaren hinder bij de gebruikers, voorzover er sprake is van normaal bewonersgedrag en normaal gebruik van consumentenproducten.

De volgende volksgezondheidsproblemen zijn aan woningen gerelateerd: privé-ongevallen, longkanker, allergische en hyperreactieve aandoeningen waaronder CARA. Privé-ongevallen vallen in het Bouwbesluit onder (on)veiligheid, niet onder (on)gezondheid. Behalve genoemde volksziekten bestaat er nog een tiental andere ziekten (vaak infectieziekten) die in Nederland aan het wonen gekoppeld kunnen zijn, maar die minder frequent voorkomen. Deze ziekten kunnen later (na het uitvoeren van vervolgonderzoek) in de GCW worden opgenomen.

Om te toetsen of de meest gerapporteerde gezondheidsklachten over woningen inderdaad gebonden zijn aan de bovengenoemde volksgezondheidsproblematiek zijn aan deze specifieke ziekten gerelateerde binnenmilieuklachten-clusters samengesteld uit de klachtenrapportages van een aantal GGD's, woningcorporaties en thuiszorg-organisaties, alsmede van een gemeentelijke dienst voor Bouw- en Woningtoezicht en een binnenmilieubedrijf, en is hun relatieve frequentie van voorkomen bepaald. Gezien de geografische diversiteit binnen Nederland in blootstellingsniveaus aan verontreinigingen is materiaal verzameld uit zowel het westen, oosten en zuiden van het land.

Alle bovengenoemde volksziekten en één soort hinder (geluidsoverlast) bleken voldoende abundant voor opname in de GCW. Voor privé-ongevallen is deze classificatie gebaseerd op de veiligheidsrichtlijnen in het Bouwbesluit. Op het gebied van het terugdringen van longkanker zijn anti-radon maatregelen opgenomen in het Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen. Aan de allergische en hyperreactieve aandoeningen werd eerder bouwkundig minder aandacht besteed. Deze aandoeningen vormen in dit verslag het hoofdpunt.

Bij deze aanzet tot de GCW is er vanuit gegaan dat het ventilatieniveau dat voldoende is om groei en ontwikkeling van huisstofmijten tegen te gaan, ook de ontwikkeling van schimmels, voorraadmijten, stofluizen en zilvervisjes voorkomt en de binnenshuis optredende normale emissies van irriterende stoffen in voldoende mate afvoert. Bij een nadere uitwerking van de GCW kan dit gemodelleerd en gemeten worden.

Uit eerder uitgevoerd onderzoek aan huisstofmijten zijn de blootstellingsdeterminanten van sterk verontreinigde gebouwen bekend: geografische locatie, bouwlocatie, woningtype en woningleeftijd, bouwwijze en materiaalgebruik, installaties, inrichting en gebruik. Een mogelijke oplossing is geïllustreerd aan een anti-astma-bouwproject in Denemarken. Gezondheidsklachten op basis van een allergie voor huisstofmijten bleken hier te zijn opgelost met bouwkundige maatregelen die de blootstelling aan mijten verminderden. Deze maatregelen betroffen voornamelijk een vermindering van de hoeveelheid voor mijten beschikbaar vocht.

In het tweede deel van het onderzoek is gezocht naar specifieke 'oorzaakdeterminanten' die zijn gekoppeld aan de eerder genoemde blootstellingsdeterminanten'. Het betreft gebouwkenmerken volgens de Bouwbesluit-systematiek met, voorzover dat in dit eerste beperkte onderzoek mogelijk is, gespecificeerde prestatieniveaus voor luchtverversing, thermische en akoestische isolatie, reinigbaarheid, toetreding en verspreiding van plaagdieren.

Het binnenmilieu in een woning is de resultante van een dynamisch proces. Om deze complexe materie te doorgronden zijn computersimulaties uitgevoerd. De resultaten van deze simulaties geven inzicht in de invloed van de thermische isolatie van de gebouwschil, het ventilatievoud in een ruimte, de vochtproductie in een vertrek en de gekozen binnenluchttemperatuur op de vochtcondities aan een wand of plafond en op de vloer van een vertrek.

De nagebootste situaties geven geen gedetailleerd beeld van de werkelijkheid, maar de resultaten geven betrouwbare trends aan. Voor het uitvoeren van integrale berekeningen die de thermische en hygrische aspecten volledig incorporeren, ontbreken op dit moment de bruikbare rekenmodellen. Validerende metingen zijn in een vervolgonderzoek noodzakelijk.

De aan een hoog niveau van gezondheid gerelateerde prestatie-eisen voor de woning kunnen strijdig zijn met de prestatie-eisen voor bruikbaarheid en energiezuinigheid. Een vervolgonderzoek zal nodig zijn om op dit gebied tot zinvolle technische innovaties te kunnen komen.

Voor de geconstrueerde GCW dienen comfortaspecten (afwezigheid van dwingend voorgeschreven gedrag) als leidraad. Het Bouwbesluit garandeert immers reeds de bereikbaarheid van het onderling overeengekomen minimale gezondheidsniveau van een woning. Gekozen is voor een drie-sterren-systeem, waarbij een *-woning het Bouwbesluitniveau voor nieuwe woningen aangeeft. In ***-woningen is geluidsoverlast in epidemiologisch belevingsonderzoek niet meer aan te tonen, voldoet het huidige normale

(schoonmaak)onderhoud en de normale keuzevrijheid voor inrichting en gebruik aan een minimalisatie van het CARA- en longkankerrisico en is de kans op ongevallen verder beperkt. Het **-niveau zit hiertussen.

De sterrenclassificatie kan tijdens de levensduur van een woning stijgen of dalen afhankelijk van maatschappelijke en volksgezondheidsontwikkelingen, veranderingen in het Bouwbesluit (default *-niveau), de bewoningsdichtheid en het consumentengedrag.

Onder de bestaande woningvoorraad komen zowel *, **- als ***-woningen voor, afhankelijk van de combinatie van daadwerkelijk gehaalde niveaus van energiezuinigheid, gezondheid en veiligheid in bouwkundige (Bouwbesluit) zin. Ongeveer eenderde van de woningen waarover gezondheidsklachten waren geuit en waarbij de bouwkundige oorzaak was opgespoord, voldeed niet aan de eisen die het Bouwbesluit stelt voor bestaande woningen.

De classificatie-aanzet voor gezonde woningen

Comfortclassificatie voor gezondheid:

gebruikersvoorschriften ter maximale bescherming van de gezondheid

Grote keuzevrijheid van de bewoners zonder dat extra gezondheidsrisico ontstaat:

- normale inrichting, vrij te kiezen (a);
- normaal huiselijk schoonmaakonderhoud (a);
- normaal gebruik van ventilatie- en verwarmingsvoorzieningen (a).

Gebouwenkenmerken:

ventilatie, thermische isolatie, emissies, veiligheid, etc.

- relatieve luchtvochtigheid < 45% op oppervlakken van vloer, wanden en plafonds in alle ruimten gedurende drie achtereenvolgende wintermaanden;
- ventilatie minimaal $2 \text{ dm}^3/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$ in alle ruimten (minimaal $14.10\text{-}3 \text{ m}^3/\text{s}$) met 100% buitenlucht;
- lage emissie bouw- en afwerkingsmaterialen (Bouwbesluitkwaliteit);
- voldoende preventie van ongevallen (Bouwbesluitkwaliteit);
- reinigbare afwerkmaterialen en installaties;
- afwerkmaterialen niet schimmelgevoelig (klasse A);
- geen toegang voor plaagdieren, grootte van openingen < 1 mm;
- specifieke luchtvolumestroom verblijfsgebied - kruipruimte $10.10\text{-}6 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$;
- f-factor > 0,85;
- geluidbelasting in verblijfsgebieden < 30 dB(A);
- karakteristiek installatiegeluidniveau < 25 dB(A);
- karakteristieke isolatie-index voor luchtgeluid > +10 dB;
- isolatieindex voor contactgeluid > +15 dB.

Comfortclassificatie voor gezondheid:

Ter beperking van extra gezondheidsrisico is de keuzevrijheid van de bewoners enigszins beperkt, terwijl ook extra huishoudelijke werkzaamheden noodzakelijk zijn:

- maximaal gebruik van aanwezige voorzieningen voor ventilatie en verwarming;
- inrichting vrij te kiezen, maar een jaarlijkse controle van het mijtenallergeengehalte door de bewoners is noodzakelijk waarna speciaal schoonmaakonderhoud tijdens de grote voorjaarsschoonmaak nodig kan zijn;
- stof- en allergeendichte hoezen rondom matrassen noodzakelijk wanneer de jaarlijkse controle een te hoog gehalte aan mijtenallergeen aangeeft.

Nauwelijks keuzevrijheid voor de bewoners en veel extra huishoudelijk werk ter voorkoming van extra gezondheidsrisico:

- maximaal gebruik van aanwezige voorzieningen voor ventilatie en verwarming;
- inrichten met zo min mogelijk textiel: geen tapijten, kleden, matten op de grond, geen met textiel bekleed meubilair, slaapbanken of boxspring-bedden;
- stof- en allergeendichte hoezen noodzakelijk rondom alle matrassen;
- frequent speciaal schoonmaakonderhoud voor woning-textiel en kleding die niet regelmatig gewassen (kan) worden.

Gebouwkenmerken:

- relatieve luchtvochtigheid $< 55\%$ op oppervlakken van vloer, wanden en plafonds in alle ruimten gedurende drie achtereenvolgende wintermaanden;
- ventilatie minimaal $1,4 \text{ dm}^3/(\text{s.m}^2)$ in de verblijfsgebieden (minimaal $14.10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$) met 100% buitenlucht;
- lage emissie bouw- en afwerkingsmaterialen (Bouwbesluitkwaliteit);
- voldoende preventie van ongevallen (Bouwbesluitkwaliteit);
- reinigbare afwerkmaterialen en installaties;
- afwerkmaterialen weinig schimmelgevoelig (klasse B);
- geringe toegang voor plaagdieren, grootte van openingen $< 5 \text{ mm}$;
- specifieke luchtvolumestroom verblijfsgebied - kruipruimte $10.10^{-6} \text{ m}^3/(\text{m}^2.\text{s})$;
- $0,75 < f\text{-factor} < 0,85$;
- geluidbelasting in verblijfsgebieden $< 30 \text{ dB(A)}$;
- karakteristiek installatiegeluidniveau $< 25 \text{ dB(A)}$;
- karakteristieke isolatie-index voor luchtgeluid $> +5 \text{ dB}$;
- isolatie-index voor contactgeluid $> +10 \text{ dB}$.

Voldoet aan Bouwbesluit-eisen voor nieuwe woningen voor bovengenoemde aspecten, waaronder:

- ventilatie minimaal $0,9 \text{ dm}^3/(\text{s.m}^2)$ in de verblijfsgebieden met 50% buitenlucht;
- voldoende preventie van ongevallen (Bouwbesluitkwaliteit);
- lage emissie bouw- en afwerkingsmaterialen (Bouwbesluitkwaliteit);
- voldoende preventie van ongevallen (Bouwbesluitkwaliteit);
- mogelijke toegang voor plaagdieren, grootte van openingen $< 10 \text{ mm}$;
- specifieke luchtvolumestroom verblijfsgebied - kruipruimte $20.10^{-6} \text{ m}^3/(\text{m}^2.\text{s})$;
- $0,65 < f\text{-factor} < 0,75$;
- geluidbelasting in verblijfsgebieden $< 35 \text{ dB(A)}$;
- karakteristiek installatiegeluidniveau $< 30 \text{ dB(A)}$;
- karakteristieke isolatie-index voor luchtgeluid $> 0 \text{ dB}$;
- isolatieindex voor contactgeluid $> 0 \text{ dB}$.

(a) Het samenstellen en uitreiken van een woonhandleiding is aan te bevelen om 'normaal' te specificeren.

Bijlage 4 Gezondheidsaspecten van het Bouwbesluit

Een nieuwe versie van het Bouwbesluit is in voorbereiding, die een samenvoeging is van het Bouwbesluit fase 1 (de vigerende tekst, Staatsblad 1991, 680, gewijzigd bij Staatsblad 1994, 829, Staatsblad 1995, 295, Staatsblad 1996, 444 en Staatsblad 1997, 3), enkele wijzigingen voor utiliteitsgebouwen en (voornamelijk) vormaanpassingen (Staatsblad 619, van 17 november 1998). De inhoud van het vigerende Bouwbesluit blijft dus van kracht met kleine inhoudelijke wijzigingen per 1 januari 1999 (bijvoorbeeld inbraakwerende voorzieningen).

In het onderstaande zijn tekstgedeelten van het Bouwbesluit als basis gebruikt voor commentaar op gezondheidsaspecten. Daarbij is gelet op de relatie met ongevallen, brand, binnenluchtkwaliteit, drinkwaterkwaliteit, geluidhinder en stress. Per artikel zijn verschillen in eisen voor nieuwbouw (standaardtekst) en bestaande woningen (*cursief*) weergegeven. De nummering komt overeen met de paragrafen van het Bouwbesluit. In het onderstaande zijn alleen de relevante passages opgenomen.

2.2 Technische voorschriften omtrent het bouwen van woningen en woongebouwen

2.2.1 Voorschriften uit het oogpunt van veiligheid

Paragraaf 1 Constructieve veiligheid

De sterkte van de bouwconstructie levert in Nederland geen of nauwelijks gezondheidsrisico op. Ook de brandwerendheid met betrekking tot bezwijken van de constructie lijkt in de praktijk nauwelijks risico te geven (brandwerendheid vluchtroute 30 minuten nieuwbouw, 20 minuten in *bestaande woningen*, in stand blijven hoofdconstructie afhankelijk van de gebouwhoogte 60 tot 120 minuten, in de *bestaande bouw* boven 7 m 30 minuten, boven 13 m 60 minuten). Zie ook par. 3.

Paragraaf 2 Gebruiksveiligheid

Vloerafscheiding

De hoogte van balustrades of balkonhekken en de uitvalbeveiliging van ramen voldoet in bestaande woningen soms niet aan de eisen. Met name de veiligheid bij het ramen wassen laat regelmatig te wensen over. De ramen grenzend aan portieken en trapgaten zijn vaak aan de binnenzijde moeilijk te wassen. Eisen: hoogte balustrade 100 (90) cm, schildhoogte 70 (60) cm.

Artikel 2.3 Overbrugging van hoogteverschillen

De steile helling van trappen en ook het aantal draaiingen (tot het maximum van de spiltrap) leiden samen met de afwerking en de geringe voetruimte tot

jaarlijks veel ernstige ongelukken. Uit oogpunt van levensloopbestendigheid en veilig wonen dienen strengere eisen aan trappen te worden gesteld.

Artikel 2.4 Trap en 2.5 Hellingbaan

Vanwege grote aantallen ongevallen geven we de eisen weer voor trappen in woningen.

Tabel B 4.1 Afmetingen van een trap

	eisen aan nieuwe woningen	eisen aan bestaande woningen
Minimum breedte van de trap	0,8 m	0,7 m
Minimum vrije hoogte boven de trap	2,1 m	1,9 m
Maximum hoogte van de trap	4 m	-
Minimum aantrede ter plaatse van de klimlijn, gemeten loodrecht op de voorkant van de trede	0,185 m	0,13 m
Maximum afmeting van een optrede	0,21 m	0,22 m
Minimum breedte van het tredevlak, gemeten loodrecht op de voorkant van dat vlak	0,05 m	-
Minimum breedte van het tredevlak ter plaatse van de klimlijn, gemeten loodrecht op de voorkant van dat vlak	0,23 m	-
Minimum afstand van de klimlijn tot de zijanten van de trap	0,3 m	-

Artikel 2.6 Elektriciteits- en noodstroomvoorziening en 2.7 Verlichting

Het Bouwbesluit stelt eisen aan noodverlichting van vluchtwegen, installatieruimten en liften. Verlichting kan daarnaast ook bijdragen aan sociale controle en ongevalveiligheid op parkeerterreinen en toegangspaden en, op slecht trottoir of wegdek en bij obstakels. Gevelverlichting heeft een gunstige invloed op inbraakwerendheid, omdat (gelegenheids)dieven zich er belemmerd door voelen.

Artikel 2.8 Gasvoorziening en aansluitingen voor gas

Ondanks strenge veiligheidseisen komen brand of ontploffing door verouderde of beschadigde gasleidingssystemen en de daarop aangesloten apparaten nog steeds voor.

Het wegvallen van de (ongevraagde en gratis) veiligheidsinspectie van energiedistributiebedrijven is nog niet gecompenseerd door andere maatregelen of grotere voorzichtigheid, waardoor dit risico eerder is toegenomen dan afgenomen. Het verlengen van onderhoudsperiodieken van cv-ketels is uit oogpunt van uitval en klachten (curieus) een gunstige ontwikkeling. Gesloten ketels kunnen beter met rust gelaten worden. Een goed vinger-aan-de-pols

beleid blijft echter belangrijk, ook bij grote verhuurders, die het onderhoud uitbesteed hebben en kennis en controle zien verdwijnen, waardoor een goed veiligheidsbeleid in het gedrang komt.

Artikel 2.10 Beweegbare constructieonderdelen

Vluchtroutes worden regelmatig geblokkeerd door huisraad of inbraakwerende voorzieningen, waardoor deuren, ramen en vluchtluken niet meer bereikbaar zijn of open kunnen.

Paragraaf 3 Brandveiligheid

Het kiezen van voorzieningen om de kans op het ontstaan van brand en rookontwikkeling te verkleinen is dermate ingewikkeld, dat toetsing van bouwaanvragen door de Brandweer welkom is. De risico's kunnen hoog zijn in gebouwen die zonder toezicht of plantoetsing zijn aangepast. De eisen voor bestaande woningen en nieuwbouw verschillen weinig.

Artikel 2.11 Beperking van het ontstaan van een brandgevaarlijke situatie

Het toepassen van onbrandbaar materiaal bij hete stookplaatsen (waar de straling meer dan 2 kW/m^2 is of de materiaaltemperatuur boven 90°C stijgt) is voor nieuwe en bestaande woningen gelijk.

Opstelruimten van cv-ketels worden veel gebruikt als bergruimte of garderobe, met name als deze vlakbij de entree zijn gesitueerd. Daardoor ontstaan soms brandgevaarlijke situaties.

Artikel 2.12 en 2.13 Beperking van ontwikkeling en uitbreiding van brand

Een brandcompartiment wordt begrensd met een brandwerende afscheiding welke het vuur een uur tegenhoudt, of een half uur als vluchten niet wordt belemmerd of de vuurbelasting ten hoogste 500 MJ/m^2 is. Bij het maken van brandscheidingen in meergezinswoningen spelen praktische bezwaren een rol: gesloten branddeuren zijn een hindernis en worden met een wig opengehouden.

Een eengezinswoning is meestal een enkel brandcompartiment. De meeste branden en de meeste ongevallen met vuur of hete voorwerpen vinden plaats in de keuken.

Artikel 2.15 Beperking van het ontstaan en de verspreiding van rook

Het ziekterisico door rookontwikkeling is naar aard, omvang en frequentie groter dan door vuur. Daarom worden eisen gesteld aan de rookproductie van materialen en constructies, en aan het voorkomen van rookverspreiding. De weerstand tegen rookdoorgang uit een rookcompartiment is, bepaald volgens NEN 6075, ten minste 30 minuten. In een eventueel aanwezige inwendige scheidingsconstructie van zo'n rookcompartiment mogen alleen zelfsluitende ramen, deuren of luiken worden toegepast. Individuele woningen vormen

als geheel een rookcompartiment en een brandcompartiment.

In iedere woning hoort een rookmelder (of twee) gemonteerd te zijn, welke niet gevoed wordt door batterijen, maar aangesloten is op het elektriciteitsnet. Een signaal zou automatisch naar externen doorgemeld moeten worden, vooral in woningen bewoond door ouderen of een alleenstaande.

Paragraaf 4 Sociale veiligheid

Artikel 2.22 Toegang van een woongebouw

In dit nieuwe artikel wordt een afsluitbare deur in de collectieve entree van een woongebouw vereist, alsmede een bellenbord met belverbinding naar de woning (zowel in *bestaande als nieuwe woningen*).

Conclusie

De voorschriften uit oogpunt van veiligheid verdienen aandacht op:

- Rookmelders in individuele woningen.
- Veiliger (recht, grote aantrede) trappen, die met een traplift eenvoudig uitgebreid kunnen worden.
- Hogere balustrades in bestaande woningen, beter voorzieningen tegen doorvallen of uitvallen.
- Goede voorzieningen om ramen te wassen.

2.2.2 Voorschriften uit het oogpunt van gezondheid

Paragraaf 1 Bescherming tegen schadelijke of hinderlijke invloeden

Artikel 2.24 Bescherming tegen geluid van buiten (*geen eisen voor bestaande woningen*)

Een belangrijke verworvenheid is de verbetering van de geluidsisolatie. Veel oude woningen kampen met geluid van buiten en van burens (naast, boven en beneden). Bij na-isolatie en glasisolatie neemt de geluidhinder van buiten af, maar tegelijk kan de sociale overlast toenemen, omdat burengeluid daarna als meer storend wordt ervaren. Geluidsoverlast en dientengevolge burenruzies en toename van stress vormen een bedreiging van de gezondheid.

Het geluidsniveau in een verblijfsruimte mag ten gevolge van lawaai buiten maximaal 35 dB(A) zijn. Een hogere isolatiekwaliteit wordt voorgestaan, maar deze eis past kennelijk nog niet binnen 'algemeen aanvaarde' maatstaven.

Artikel 2.25 Bescherming tegen geluid van installaties (*geen eisen voor bestaande woningen*)

Het geluidsniveau van een toilet met waterspoeling, warmwatertoestel, installatie voor het verhogen van de waterdruk, kraan, mechanisch ventilatiesysteem of lift is voor de eigen woning niet aan eisen gebonden. Deze tekortkoming heeft belangrijke neveneffecten: klachten over waterslag, over de mechanische afzuiging, de ketel met ventilator, de warmtepompboiler. Water-

slagproblemen nemen toe door éénhendelkranen en door toename van apparatuur met motorgestuurde kleppen, zoals vaatwasmachines. Het Bouwbesluit stelt wel eisen aan de overlast naar of vanuit een naastliggende woning. Het karakteristieke geluidsniveau van installaties mag ten hoogste 30 dB(A) zijn. Dit niveau is wel (goed) hoorbaar, maar niet “belastend”.

Artikel 2.26 en 2.27 Geluidswering tussen ruimten, beperking van galm (geen eisen voor bestaande woningen)

De karakteristieke isolatie-index voor luchtgeluid en de isolatie-index voor contactgeluid tussen een besloten ruimte van een woning en een verblijfsgebied van een aangrenzende woning zijn ten minste gelijk aan 0 dB; tussen besloten ruimten van verschillende woningen is de eis -5 dB.

De isolatie voor luchtgeluid en voor contactgeluid binnen de woning zijn ten minste gelijk aan -20 dB, behalve indien de verblijfsruimten op dezelfde bouwlaag liggen, met elkaar in open verbinding staan of onderling een te openen raam of deur hebben. Deze eis is afgezwakt ten opzichte van de vorige versie van het Bouwbesluit, waarin tussen woningen een geluidsisolatie van 0 dB werd geëist. Aan het geluid van installaties in de eigen woning zijn helemaal geen eisen geformuleerd. Hoewel 36% last heeft van de afzuigkap, beweert een fabrikant van deze apparaten dat een afzuigkap geluid moet maken, om bewoners het idee te geven dat ze voldoende ventileren (mededeling aan de schrijver, 1999).

Artikel 2.28 Wering van vocht van buiten

De wering van vocht is in het Bouwbesluit en ook in de Woningwet goed geregeld. Toch heeft 15 tot 20% van de woningen ernstige vochtoverlast.

Een uitwendige scheidingsconstructie moet waterdicht zijn, tenzij er een verblijfsruimte van de burens aan grenst. Door de vloer van de kruipruimte mag volgens NEN 2690 ten hoogste 20 liter lucht/s/m² vloeroppervlak naar binnen treden. Bij een oppervlak van 45 m² is dit ruim 3 m³ lucht per uur. Problemen in huis door een vochtige kruipruimte zullen met deze geringe doorlaat voorkomen worden. *Er worden geen eisen gesteld aan bestaande woningen. In bestaande woningen kan vanwege emissie uit de kruipruimte ernstige overlast optreden. Zodra deze overlast leidt tot vochtplekken en/of schimmelvorming op minstens een kwart vierkante meter binnenoppervlak, dan kan de huurcommissie na een bezwaarschrift van de huurder bepalen dat een huurverhoging niet geoorloofd is, zolang deze ernstige hinder van het woongenot voortduurt. De overlast kan echter ook zonder vocht en schimmels groot zijn, denk aan groei van de huisstofmijt in klamme vloerbedekking, binnenlucht met onzichtbare schimmelsporen, overlast door stank.*

De aanpak van de kruipruimte wordt belemmerd door technische problemen, zoals slechte toegankelijkheid, wateroverlast of te weinig bewegingsruimte.

Artikel 2.29 Wering van vocht van binnen (geen eisen voor bestaande woningen)

Om koudebruggen te kunnen typeren is een factor f ingevoerd. De f moet, bepaald volgens NEN 2778, ten minste 0,65 zijn; dit voorschrift geldt ook voor de aansluiting van de begane grondvloer en de kruipruimte. De f is niet van toepassing op deuren, ramen en kozijnen. *In bestaande woningen komen koudebruggen ter plaatse van de oplegging van de vloer veel voor. Soms laat behang los, vaak ontstaan schimmelsporen.*

De wateropname van de wand van een toiletruimte en badruimte mag gemiddeld niet meer zijn dan 1 cl per m^2 per seconde en op geen enkele plaats groter dan 20 cl per m^2 per seconde (tengevolge van een douche pakweg 1 liter totaal). Deze eis leidt in het algemeen tot het betegelen van minimaal de voorgeschreven oppervlakken).

Paragraaf 2 Bescherming tegen schadelijke of hinderlijke stoffen

Artikel 2.30 Afvoer van afvalwater en fecaliën

Een woning of woongebouw heeft een lucht- en waterdichte riolering voor de afvoer van afvalwater en fecaliën, die kan worden aangesloten op het openbaar riool. Als water wordt opgevangen in biezenvijvers in de nabijheid van de woning, moet dus nog steeds een rioolaansluiting beschikbaar zijn. Het toepassen van vloekassen en open reinigingssystemen vlakbij de woning veroorzaakt extra ziekterisico, omdat de kans toeneemt dat schadelijke organismen in de voedselketen terugkeren of omdat via zoönosen besmettingen worden overgebracht.

Artikel 2.31 Afvoer van hemelwater (geen eisen voor bestaande woningen)

Een aansluiting op het openbaar riool moet beschikbaar zijn. De regels lijken in conflict met het opvangen en hergebruiken van regenwater voor toiletspoeling, maar zijn dat niet, omdat hierbij de aansluiting op het riool blijft bestaan. In droge gebieden is het wenselijk om regenwater in grindputten op te vangen, ten behoeve van opname in de bodem in de buurt van de woning.

Artikel 2.32 Luchtverversing

Een verblijfsgebied, verblijfs-, toilet- en badruimte van een woning of woongebouw, heeft, ter beperking van het ontstaan van een voor de gezondheid nadelige kwaliteit van de binnenlucht, een voorziening voor luchtverversing. Bij het bepalen van de capaciteit van de voorziening voor luchtverversing is voor een woning uitgegaan van elk afzonderlijk verblijfsgebied en voor een woongebouw van het totaal aan gemeenschappelijke verblijfsgebieden dat op de voorziening is aangewezen. De eisen zijn beschreven in NEN 1087.

De voorziening voor luchtverversing van een verblijfsgebied heeft een capaciteit van ten minste 0,9 l/s per m^2 vloeroppervlakte van dat gebied (*in bestaande woningen is sprake van verblijfsruimten en een capaciteit van 1 l/s m^2*).

De voorziening voor luchtverversing van een verblijfsruimte heeft in bestaande en nieuwe woningen een capaciteit van ten minste 0,7 l/s per m² vloeroppervlakte van die ruimte; de capaciteit is ten minste 7 l/s (25 m³ per uur).

De capaciteit van de voorziening voor luchtverversing is ten minste 21 l/s (75 m³ per uur), indien in het verblijfsgebied of de verblijfsruimte zich een opstelplaats bevindt voor een kooktoestel of voor een warmwatertoestel, welke toestellen een nominale belasting van ten hoogste 15 kW hebben (zowel bestaande als nieuwe woningen).

De voorziening voor luchtverversing heeft, bepaald volgens NEN 1087, een capaciteit van ten minste 7 l/s (25 m³ per uur) voor een toiletruimte en 14 l/s voor een badkamer (al dan niet met toiletruimte samengevoegd). De plaats van een afvoer van binnenlucht op het eigen perceel mag niet belemmerd worden door een toevoeropening of andersom (alleen last van eigen kookluchtjes).

Een spuivoorziening is geen voorziening voor luchtverversing.

Een opening van de voorziening voor luchtverversing ligt (loodrecht gemeten) op een afstand van ten minste 2 m van de perceelsgrens of tot het hart van een openbaar gebied. Ten minste 50% van de ventilatiecapaciteit naar een verblijfsgebied vindt rechtstreeks van buiten plaats; (voor bestaande woningen zijn deze eisen niet gesteld, maar eerdere normen gingen uit van verse lucht voor de slaapkamers en het was toelaatbaar om alle ventilatielucht voor de woonkamer via de slaapkamers te betrekken).

De ventilatieafvoer van keuken, toilet- of badruimte is rechtstreeks naar buiten.

Ventilatie-eisen van bestaande woningen

De eis van 0,9 l/s per m² lijkt soepeler dan in NEN 1087 van 1991 werd omschreven, maar deze eis komt globaal op hetzelfde neer, als men veronderstelt dat een verblijfsgebied ongeveer 10% groter is dan vroeger een verblijfsruimte. De eis van 75 m³ per uur afzuiging voor een woonkamer met open keuken kan in een lagere afzuiging resulteren dan in 1992. Daaraan ligt de volgende redenering ten grondslag.

Stel in een eengezinswoning is de begane grond een verblijfsgebied, met een oppervlak van $5,10 \times 8,50 = 43,35$ m² en na aftrek van de toiletruimte 42 m². De ventilatie-eis is $42 \times 0,9 = 37,8$ l/s of 136 m³ per uur. De rechtstreekse afvoer in de woonkamer/keuken naar buiten mag beperkt blijven tot 75 m³ per uur, de overige afvoer mag via de binnendeur via de slaapkamers naar buiten. De helft van de toevoer moet verse lucht zijn: 68 m³/uur via de buitengevel of via een bijkeuken. De andere helft mag gerecirculeerd worden uit de slaapverdieping. Ten opzichte van de voorheen gestelde eis dat 150 m³ per uur uit de keuken kon worden afgezogen, lijkt de versoepeling (naar 136 m³/uur) gering. Echter, de getallen kloppen alleen op papier. In de praktijk komt het volgende voor: de bouwer trekt een afvoerpijpje vanuit de wc door naar de woonkamer (een meter kanaal met een afzuigventiel in een hoek waar nie-

mand een aanrecht zal plaatsen), zuigt 75 m³ per uur af en voldoet vanwege een klepraam en een rooster aan de eisen. Het gevolg kan zijn dat kooklucht te lang in de ruimte blijft hangen. Kookvocht verspreidt zich voordat ze wordt afgezogen.

Een tweede voorbeeld betreft overlast door kooklucht bij gebalanceerde ventilatie. Omdat een gevelventilatieopening niet vereist en in de keukens soms niet beschikbaar is en tevens de afzuighoeveelheden gering zijn, blijft kooklucht erg lang hangen, soms langer dan een etmaal.

Minimaal 55% van een woning moet verblijfsgebied zijn. Door het verblijfsgebied kleiner dan 100% te kiezen, worden ventilatie-eisen automatisch lager. Dit kan ertoe leiden dat minder roosters of te openen ramen (mogen) worden gekozen, of een kleinere afzuigunit. De opdrachtgever voldoet formeel aan de eisen, maar levert een woning op waarvan de ventilatievoorziening onvoldoende is.

Spuien

Ramen of deuren moeten open kunnen om te spuien: 6 l/s per m² vloeroppervlakte in een verblijfsgebied. In een verblijfsruimte en in bestaande woningen is de spuicapaciteit minimaal 3 l/s per m² vloeroppervlakte. In een bestaande slaapkamer van 11 m² is de spuivoorziening dus minimaal 330 cm² (bijvoorbeeld een klepraampje boven een deur 4 cm open).

Artikel 2.33 Luchtverversing van overige ruimten

Een meterruimte, een liftkooi, een liftschacht, een ruimte met een netto-inhoud van meer dan 3 m³ voor het opslaan van afval en een gemeenschappelijke verkeersruimte van een woongebouw hebben een voorziening voor luchtverversing. Deze opening voor luchtverversing mag niet afsluitbaar zijn. De capaciteit is ten minste:

- a. 2 l/s per m³ netto-inhoud van een meterruimte, met een minimum van 2 l/s (mag uit de ruimte waarin de meterkast staat).
- b. 6 l/s per m² vloeroppervlakte van een liftkooi (toe- en afvoer van en naar buiten).
- c. 0,1 m³/s voor een ruimte voor het opslaan van afval (360 m³ per uur van en naar buiten).
- d. 0,7 l/s per m² vrije vloeroppervlakte van een besloten gemeenschappelijke verkeersruimte, gemeten over de ten minste vereiste breedte van die ruimte.

Artikel 2.34 Verbrandingslucht en rook

Een woning of woongebouw met een opstelplaats voor een verbrandingstoestel (tot maximaal 15 kW vermogen), niet zijnde een kooktoestel of een warmwatertoestel, heeft een voorziening voor de toevoer van verbrandingslucht en nabij die opstelplaats een voorziening voor de afvoer van rook.

Er worden eisen gesteld aan het voorkomen van tocht en koudeval door de luchttoevoer (zie tabel B4.2).

Tabel B4.2 Benodigde verbrandingslucht per kW nominale belasting in l/s bij verschillende typen brandstof

	nieuwe woningen	bestaande woningen
Div. gas in open toestel zonder trekonderbreker, met ingebouwde ventilator	0,38	0,38
Div. gas in open toestel met trekonderbreker	0,78	0,65
Aardgas (open blokkenvuur)	3,35	2,7
Olie	0,32	-
Kolen (gesloten vuur)	0,52	-
Vaste brandstof (open vuur, rekenwaarde voor de belasting 15 kW)	2,8	-

Artikel 2.35 Beperking van de toepassing van schadelijke materialen (niet in bestaande woningen)

Artikel 2.36 Beperking van uit de grond afkomstige schadelijke stoffen of straling

Bij ministeriële regeling zijn, ter beperking van de van een voor de gezondheid onaanvaardbare mate van vergiftige of hinderlijke stoffen (vocht, bodemvervuiling) of van ioniserende stoffen (radongas), voorschriften gegeven omtrent het toepassen van materialen in een constructieonderdeel. Voor nieuwbouw gelden eisen aan de lucht- en dampdichtheid van een vloer. *Geen eisen voor bestaande woningen.*

Paragraaf 3 Wering van schadelijk of hinderlijk gedierte

Artikel 2.37 Bescherming tegen ratten en muizen

De buitenschil heeft ter wering van ratten en muizen uitsluitend onafsluitbare openingen die niet breder zijn dan 0,01 m (*ook in bestaande woningen*). Dit geldt in nieuwe woningen ook voor de buitenschil tot 60 cm onder maaiveld. De eis geldt niet voor de uitmondingen van een voorziening voor luchtverversing, voor de afvoer van rook of de be- en ontluchting van de riolering. Aan de wering van insecten stelt het Bouwbesluit geen eisen.

Paragraaf 4 Watervoorziening

Artikel 2.38, 2.39 en 2.40 Drinkwatervoorziening, Aansluitingen voor drinkwater, Warmwatervoorziening

Iedere woning heeft een voorziening voor drinkwater en voor warm water, die voldoet aan artikel 5, eerste lid, onderdeel 2, van de Model-aansluitvoor-

waarden voor drinkwater van de Vereniging van Exploitanten van Waterleidingbedrijven in Nederland. Hiermee wordt indirect ook het legionellarisico behandeld, met als uitgangspunt dat de leverancier van water medeverantwoordelijk is voor veilig drinkwater. Het legionellarisico wordt daarnaast geregeld in de Waterleidingwet. Het legionella-risico van individuele woningen wordt over het algemeen veronachtzaamd. Er is geen onderscheid tussen bestaande en nieuwe woningen. Zie ook onder legionella.

Paragraaf 5 Daglichttoetreding

Artikel 2.41 Daglicht

Een verblijfsgebied heeft in verband met voldoende daglicht en uitzicht naar buiten, bepaald volgens NEN 2057, een daglichtoppervlakte bij nieuwbouw van ten minste 10% van de vloeroppervlakte van het verblijfsgebied; met per verblijfsruimte ten minste 0,5 m² (*geldt ook voor bestaande woningen*); het oppervlak mag daarbij zijn gerealiseerd via een inwendige scheidingsconstructie indien die constructie niet de scheiding vormt met een aangrenzend verblijfsgebied of met een toilet-, bad- of technische ruimte of de bergruimte. Ramen binnen twee meter van de perceelsgrens tellen alleen mee als deze grenzen aan (vrij) openbaar gebied en buiten een belemmeringshoek van 25 graden vallen.

2.2.3 Voorschriften uit het oogpunt van bruikbaarheid

Paragraaf 1 Toegankelijkheid

Artikel 2.43 en 2.44 Bereikbaarheid

Rolstoelgebruikers worden geacht een enkele trede van 20 cm (22 cm) te kunnen overbruggen. Bij grotere afstanden is een hellingbaan of een lift vereist.

Artikel 2.45 Vrije doorgang (*niet geëist in bestaande woningen*)

Een toegang (deur) heeft afmetingen van minimaal 0,85 x 2,10 m. Een verkeersruimte is ten minste 0,85 m breed, een gemeenschappelijke verkeersruimte ten minste 1,1 m.

In een woning of een woongebouw is ter plaatse van de toegang en een lift een vrije vloeroppervlakte van 1,5 x 1,5 m, opdat rolstoelgebruikers kunnen keren.

Paragraaf 2 Ruimten en opstelplaatsen

In deze paragraaf worden minimale maten en oppervlakken gegeven. Alleen wanneer er belangrijke raakvlakken met gezondheid zijn, wordt aan een eis aandacht besteed.

Artikel 2.46 Verblijfsgebied

Ten minste 55% van de gebruiksoppervlakte van een woning ligt, opdat daarin de voor het wonen kenmerkende activiteiten kunnen plaatsvinden, in één

of meer verblijfsgebieden. De eis beperkt (gelukkig) de mogelijkheid om ventilatievoorzieningen van toepassing te verklaren op een klein deel van een woning, tot 55% van het gebruiksoppervlakte. Het minimum verblijfsgebied is 24 m² voor het totaal en 5 m² per afzonderlijk gebied. De breedte is minimaal 1,8 m, de hoogte minimaal 2,4 m (2,1 m). Ten minste één ruimte heeft een vloeroppervlakte van:

- a. ten minste 3,3 m x 3,3 m, (7,5 m², min. breedte 2,4 m) indien de gebruiksoppervlakte van de woning kleiner is dan 50 m², of
- b. ten minste 3,6 m x 3,6 m, indien de gebruiksoppervlakte van de woning ten minste 50 m² is.

Dit gegeven leidt tot de volgende minima voor luchtverversing:

- kleinste verblijfsgebied in een kleine woning 10,9 x 0,9 = 9,8 l/s.
- kleinste verblijfsgebied in een normale woning 13 x 0,9 = 11,7 l/s.
- kleinste totale verblijfsgebied 24 m²: minimaal 78 m³ per uur (21,6 + 14,3 = 35,9 l/s of 129 m³ per uur).

Artikel 2.48 Toiletruimte en 2.49 Badruimte

De toiletruimte moet aangesloten zijn op de riolering en de drinkwatervoorziening, de badruimte hoeft dat niet. Tevens worden minimale afmetingen gegeven, ook voor rolstoelgebruik.

Artikel 2.50 De meterkast hoeft niet meer in de woning te zijn gesitueerd

Artikel 2.51 Buitenruimte (niet in bestaande woningen)

De buitenruimte heeft een vrije vloeroppervlakte van ten minste 5% van de gebruiksoppervlakte van de woning of van de woningen die aangewezen zijn op de gemeenschappelijke buitenruimte, met een minimum van 3 m² per woning; de breedte van die vloeroppervlakte is ten minste 1,3 m.

Artikel 2.57 Opstelplaats voor een stooktoestel

Een woning heeft, ten minste één opstelplaats voor een stooktoestel; tenzij er blok- of wijk- of stadsverwarming is. De opstelplaats ligt niet in een besloten ruimte waardoor een vluchtweg voert; de opstelplaats ligt, indien deze is bestemd voor open verbrandingsapparatuur, ook niet in een toilet- of badruimte.

Artikel 2.58 Opstelplaats voor een warmwatertoestel (niet in bestaande woningen)

Een woning heeft ten minste één opstelplaats voor een warmwatertoestel.

2.2.4 Voorschriften uit het oogpunt van energiezuinigheid (niet in bestaande woningen)

Paragraaf 1 Beperking van warmteverlies

Artikel 2.63 Thermische isolatie

De schil van een woning moet geïsoleerd worden tot minimaal $R=2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$. Kozijnen, deuren moeten voldoen aan een warmtedoorgangscoefficiënt van $4,2 \text{ m}^2\text{K/W}$.

Artikel 2.64 Beperking van luchtdoorlatendheid

De luchtvolumestroom van de schil is, ter beperking van warmteverlies door tocht, bepaald volgens NEN 2686, ten hoogste $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$.

Artikel 2.65 Energieprestatie

Een woning, niet gelegen in een woongebouw, of een woongebouw heeft, ter verdere besparing van energie, bepaald volgens NEN 5128, een energieprestatiecoëfficiënt van ten hoogste 1,0 (per 1-1-2000).

Begripsbepalingen Bouwbesluit

1. Voor de toepassing van het Bouwbesluit wordt verstaan onder:
 - a. bouwconstructie: constructie van een bouwwerk of onderdeel van die constructie, welke constructie of welk onderdeel is bestemd om belasting te dragen;
 - b. gemeenschappelijke ruimte: ruimte, behorende tot een gebouw, waarop woningen, logiesverblijven of gebouwen als bedoeld in het vierde lid, zijn aangewezen;
 - c. integraal toegankelijke toiletruimte: toiletruimte die mede is bestemd voor een rolstoelgebruiker;
 - d. integraal toegankelijke badruimte: badruimte die mede is bestemd voor een rolstoelgebruiker;
 - e. klimlijn: denkbeeldige, vloeiend verlopende lijn die de voorkanten van de treden van een trap met elkaar verbindt;
 - f. loopafstand: afstand, gemeten langs een denkbeeldige, kortst realiseerbare vloeiend verlopende lijn tussen twee punten, waarover op een afstand van ten minste $0,3 \text{ m}$ van constructieonderdelen kan worden gelopen;
 - g. NEN: door de Stichting Nederlands Normalisatie Instituut uitgegeven norm;
 - h. richtlijn bouwproducten: richtlijn van de Raad van de Europese Gemeenschappen van 21 december 1988 betreffende de onderlinge aanpassing van de wettelijke en bestuursrechtelijke bepalingen der Lidstaten inzake voor de bouw bestemde producten (89/106/EEG, PbEG L 40);
-

- i. inwendige scheidingsconstructie: constructie die de scheiding vormt tussen twee voor mensen toegankelijke besloten ruimten van een gebouw, waaronder begrepen de op die constructie aansluitende delen van andere constructies, voor zover die delen van invloed zijn op het voldoen van die scheidingsconstructie aan een bij of krachtens dit besluit gegeven voorschrift;
 - j. meetniveau: het aansluitende terrein, gemeten ter plaatse van de toegang van het gebouw;
 - k. uitwendige scheidingsconstructie: constructie die de scheiding vormt tussen een voor mensen toegankelijke besloten ruimte van een gebouw en de buitenlucht, de grond of het water, waaronder begrepen de op die constructie aansluitende delen van andere constructies, voorzover die delen van invloed zijn op het voldoen van die scheidingsconstructie aan een bij of krachtens dit besluit gegeven voorschrift;
 - l. technische ruimte: besloten ruimte voor het plaatsen van de apparatuur, noodzakelijk voor het functioneren van een gebouw, waaronder in elk geval begrepen een meterruimte, een liftmachineruimte en een stookruimte;
 - m. toegankelijkheidssector: gedeelte van een gebouw dat mede is bestemd voor gebruik door rolstoelgebruikers;
 - o. veiligheidstrappenhuis: vluchttrappenhuis waardoor een vluchtweg voert, welk trappenhuis in de vluchtrichting uitsluitend kan worden bereikt vanuit een niet-besloten ruimte;
 - p. verblijfsgebied: ruimte, bestaande uit één of meer met elkaar in verbinding staande, op dezelfde bouwlaag gelegen verblijfsruimten of andere afzonderlijke ruimten, anders dan een toilet- of badruimte, technische ruimte of gemeenschappelijke verkeersruimte;
 - q. verblijfsruimte: ruimte voor het verblijven van mensen, dan wel ruimte waarin de voor een niet tot bewoning bestemd gebouw kenmerkende activiteiten plaatsvinden;
 - r. verkeersruimte: ruimte van een bouwwerk voor het bereiken van een andere, van het bouwwerk deel uitmakende ruimte;
 - s. vluchtmogelijkheid: van rook gevrijwaarde route, uitsluitend voerend over één of meer vloeren, trappen of hellingbanen, langs welke route het aansluitende terrein rechtstreeks kan worden bereikt zonder dat deuren worden gepasseerd die met een sleutel moeten worden geopend;
 - t. vluchttrappenhuis: trappenhuis waardoor een vluchtmogelijkheid voert;
 - u. vluchtweg: van brand gevrijwaarde vluchtmogelijkheid die uitsluitend door één of meer verkeersruimten voert;
 - v. vrije vloeroppervlakte: vloeroppervlakte waarboven zich een vrije hoogte bevindt van ten minste 2,1 m.
2. Voor de toepassing van de bij of krachtens dit besluit gegeven voorschrift-

ten wordt doorverwezen naar NEN-bladen, waarin een deel van de begrippen is opgenomen.

- a. bijdrage tot brandvoortplanting: NEN 6065 of NEN 1775;
 - b. coëfficiënt voor koeling: NEN 2917;
 - c. doorbuiging in de eindtoestand: NEN 6702;
 - d. gebruiksoppervlakte: NEN 2580;
 - e. factor van de temperatuur van de binnenoppervlakte: NEN 2778;
 - f. funderingselement: NEN 6740;
 - g. hoofddraagconstructie: NEN 6702;
 - h. incidentele en momentane belastingscombinaties: NEN 6702;
 - i. isolatie-index voor contactgeluid: NEN 5077;
 - j. karakteristieke geluidsniveau: NEN 5077;
 - k. karakteristieke geluidswering: NEN 5077;
 - l. karakteristieke isolatie-index voor luchtgeluid: NEN 5077;
 - m. lozingstoestel: NEN 3215;
 - n. netto inhoud: NEN 2580;
 - o. nominale belasting: NEN 2757;
 - p. momentane belastingscombinaties: NEN 6702;
 - q. rookproductie: NEN 6066;
 - r. stookplaats: NEN 6061;
 - s. uiterste grenstoestand: NEN 6702;
 - t. vrije doorgang: NEN 2580;
 - u. vrije hoogte: NEN 2580;
 - v. vuurbelasting: NEN 6090;
 - w. wateropname: NEN 2778;
 - x. weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag: NEN 6068;
 - y. weerstand tegen rookdoorgang: NEN 6075.
3. Voor de toepassing van de voorschriften wordt voorts verstaan onder:
- b. geluidsgevoelig gebouw: niet tot bewoning bestemd gebouw waarvoor een ten hoogste toegelaten geluidsbelasting van de gevel geldt.
4. Voor de toepassing van de voorschriften wordt voorts verstaan onder woongebouw: gebouw of gedeelte van een gebouw, in welk gebouw of welk gedeelte twee of meer woningen liggen die zijn te bereiken door één of meer gemeenschappelijke verkeersruimten.
-

Bijlage 5 Incidenties van privé-ongevallen in de woning

B5.1 Jaarlijks aantal spoedeisende hulpbehandelingen ten gevolge van ongevallen tijdens huishoudelijk werk

Vallen of stoten tegen een bed	460
Vallen of stoten tegen een overig object	1.500
Struikelen	660
Uitglijden	560
Verstappen of verzwikken	600
Val van gelijk niveau, niet gespecificeerd	1.400
Val van huishoudtrap	900
Val van vaste trap	710
Val van hoogte, overig	1.000
Snijden aan glas	3.400
Snijden aan een mes	3.600
Snijden aan blikverpakking	1.100
Snijden aan servies, kaasschaaf, keukenapparaat	1.470
Snijden aan overig object	1.800
Beknelling	520
Geraakt door een bewegend object	1.600
Splinter in hand of vinger	220
Brandwond door heet water	710
Brandwond door overige hete vloeistof of damp	290
Chemische stof in oog	170
Etcetera	

Totaal aantal ongevallen 27.000

Van de slachtoffers is 67% vrouw. De incidentie van bovengenoemde privé-ongevallen is het hoogst in de leeftijdsgroep van 20-24 jaar.

Bron: Privé-ongevallen, een overzicht van sterfte en letsel door privé-ongevallen, Stichting Consument en veiligheid, 1999, Amsterdam.

B5.2 Jaarlijks aantal spoedeisende hulpbehandelingen ten gevolge van ongevallen tijdens doe-het-zelven en tuinieren

Vallen of stoten tegen een object	120
Verstappen of verzwikken	500
Val op gelijk niveau, overig	960
Val van een ladder	920
Val van een dak	200
Val van hoogte	820
Snijden aan glas	600
Snijden aan een mes	4.400
Snijden aan aangedreven gereedschap	3.200
Idem tuin- en handgereedschap	5.100
Geraakt door hamer	1.500
Bewegend object, overig	3.200
Gruis, splinter of stof in het oog	3.560
Brandwonden	700
Etcetera	

Alle ongevallen 35.000

Per jaar melden zich ongeveer 26.000 klussers in het ziekenhuis, vooral mannen tussen 20-60 jaar. Bij acuut letsel moeten vooral de arm en de hand met vingers het ontgelden. Ook het hoofd blijkt kwetsbaar (21%). Hierbij valt vooral het oogletsel op (21%) door lijm, thinner, gruis, splinters en stof. Bij letselschade aan gehoor en longen zijn de gevolgen vaak blijvend.

Het aantal ongevallen met meubels is ongeveer even groot als met tuinieren: 35.000 per jaar. Vallen van stoelen, tafels, het bed en vallen of stoten tegen kasten en meubels vertegenwoordigen bijna alle behandeling.

Bron: Letsel Informatie Systeem 1992-1996, Consument en Veiligheid

B5.3 Ongevallen met objecten en constructies in en om het huis

Ongevallen met sanitair en badkamerinrichting	2.440
Beknelling tussen de deur	11.000
Vallen of stoten tegen een deur	5.700
Geraakt door een deur, overig met een deur	2.150
Vallen of stoten tegen, struikelen over drempel	3.050
Vallen of stoten tegen verwarmingsapparaten, overig	2.660
Verbranden aan verwarmingsapparatuur	200
Vallen, stoten, verzwikken, tegen trap of treden	4.000
Val van vaste trap	35.000
Val van huishoudtrap	2.000
Vallen of stoten tegen muur	4.300
Val van muur, overige ongevallen muur	2.250
Ongevallen door vallen van een dak	790
Totaal	85.000

Kinderen van 1 tot en met 4 jaar hebben de meeste ongevallen met objecten in huizen, gevolgd door de leeftijdsgroep tot en met 24 jaar en vanaf 75 jaar. Ruim een kwart heeft een fractuur (arm 40%, been 33%). Van deze ongevallen moet 7% opgenomen worden in het ziekenhuis, evenveel als van alle ongevallen gemiddeld.

Bron: Letsel Informatie Systeem 1992-1996,
Consument en Veiligheid

B5.4 Brandwonden

Heet water	2.300
Hete thee of koffie	1.300
Heet vet, olie jus, damp, vloeistof, overig	1.830
Kooktoestel	430
Kachel of verwarmingsplaat	300
Uitlaat	330
Ander heet voorwerp	1.100
Vuur en vlammen	1.700
Explosieven en vuurwerk	860

Totaal	13.000
---------------	---------------

De spoedeisende hulpbehandelingen ten gevolge van een brandwond belopen in totaal 13.000 per jaar. Deze brandwonden betreffen alle brandwonden, niet alleen brandwonden opgelopen in de woning.

Een hoge incidentie zien we bij kinderen tot en met 4 jaar. Tweederde van de brandwonden ontstaan in en om het huis en ruim een kwart daarvan in de keuken. In meer dan de helft betreft het een brandwond aan de arm of de hand.

Bron: Letsel Informatie Systeem 1992-1996,
Consument en Veiligheid

Duurzaam Bouwen en Beheren

1. Klunder, G., **Duurzame renovatie van woningen: analyse van de meerkosten en de milieuwinst**
1999/182 blz./ISBN 90-407-1873-3/f50,-/€22,68
2. Priemus, H., E. van Bueren, K. Blaauw, E. Hasselaar, G. Klunder en M. Veentjer, **Institutionele belemmeringen voor factor 20 bij besluitvorming over duurzaam bouwen**
1999/46 blz./ISBN 90-407-1956-X/f20,-/€9,07
3. Klunder, G., en F. Meijer (red.), **Duurzaam renoveren van naoorlogse portiekwoningen. Haalbaarheidsonderzoek Eco-build-concept**
2000/84 blz./ISBN 90-407-2032-0/f25,-/€11,34
4. Klunder, G. en F. Meijer, **Duurzaam bouwen van eengezinswoningen. Haalbaarheidsonderzoek Ecobuild-concept**
2000/95 blz./ISBN 90-407-2031-2/f27,50/€12,47
5. Hasselaar, E. **Hoe gezond is de Nederlandse woning?**
2001/212 blz./ISBN 90-407-2257-9/f59,50 /€27,-

De gezondheidssituatie in woningen is de laatste eeuw sterk verbeterd: meer licht en lucht, veilig drinkwater, badgelegenheid en betere isolatie. Toch groeit de laatste jaren de zorg om het binnenmilieu. Op grote schaal komen vochtproblemen en slechte ventilatie voor, huisstofmijt en schimmels veroorzaken overlast voor bewoners met allergie of luchtwegaandoeningen en de geluidsoverlast neemt toe door het gebruik van steeds meer apparaten in huis. Ook legionella houdt de gemoederen bezig.

In dit boek worden de gezondheidsrisico's in huis besproken, met aandacht voor de oorzaken en hoe deze kunnen worden opgespoord. Daartoe is de woningvoorraad ingedeeld in een aantal categorieën en per categorie worden kenmerkende problemen behandeld. Eisen aan gezonde woningen worden gegeven, zodat bij beheer, onderhoud en verbetering rekening kan worden gehouden met gezond wonen.

Het boek is geschreven vanuit een bouwtechnische invalshoek, maar is leesbaar voor iedereen die interesse heeft in gezond wonen, zoals woningeigenaren, architecten en consumenten voor allergeenarm wonen.

ISBN 90-407-2257-9



9 799040 722577



ONDERZOEK SINSTITUUT OTB
TECHNISCHE UNIVERSITEIT DELFT

DUP SCIENCE

