

Gezondheidsraad

Een gezond binnenmilieu in de toekomst



Gezondheidsraad

Een gezond binnenmilieu in de toekomst



Aan de staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu

Onderwerp : Aanbieding signalement *Een gezond binnenmilieu in de toekomst*
Uw kenmerk : -
Ons kenmerk : U 7787/AW/pm/789-V
Bijlagen : 1
Datum : 18 juli 2013

Geachte staatssecretaris,

Hierbij bied ik u het signalement *Een gezond binnenmilieu in de toekomst* aan. Het is opgesteld door de Commissie Signalering gezondheid en milieu, die als taak heeft om regering en parlement te attenderen op belangrijke kwesties op het gebied van gezondheid en milieu, en kansen en bedreigingen in kaart te brengen. Het is beoordeeld door de Beraadsgroep Gezondheid en omgeving.

Een gezond binnenmilieu in Nederlandse gebouwen is een thema waarop de Nederlandse overheid al enkele decennia beleid voert. In dit signalement werpt de genoemde commissie een blik op de toekomst, waarbij het accent op woningen ligt. Ze vestigt de aandacht op verschillende ontwikkelingen die de komende jaren van belang zullen zijn voor de binnenmilieukwaliteit, zoals de toenemende thuisverzorging, kantoortransformatie en klimaatverandering.

Dit signalement is ook relevant voor andere beleidsterreinen waarvoor andere bewindslieden verantwoordelijk zijn. Daarom heb ik dit signalement vandaag tevens toegezonden aan de minister van Volksgezondheid, Welzijn en Sport en de minister voor Wonen en Rijksdienst.

Met vriendelijke groet,

prof. dr. H. Obertop
vicevoorzitter

Een gezond binnenmilieu in de toekomst

aan:

de staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu

de minister van Volksgezondheid, Welzijn en Sport

de minister voor Wonen en Rijksdienst

Nr. 2013/17, Den Haag, 18 juli 2013

De Gezondheidsraad, ingesteld in 1902, is een adviesorgaan met als taak de regering en het parlement ‘voor te lichten over de stand der wetenschap ten aanzien van vraagstukken op het gebied van de volksgezondheid en het gezondheids(zorg)onderzoek’ (art. 22 Gezondheidswet).

De Gezondheidsraad ontvangt de meeste adviesvragen van de bewindslieden van Volksgezondheid, Welzijn & Sport; Infrastructuur & Milieu; Sociale Zaken & Werkgelegenheid; Economische Zaken en Onderwijs, Cultuur & Wetenschap. De raad kan ook op eigen initiatief adviezen uitbrengen, en ontwikkelingen of trends signaleren die van belang zijn voor het overheidsbeleid.

De adviezen van de Gezondheidsraad zijn openbaar en worden als regel opgesteld door multidisciplinaire commissies van – op persoonlijke titel benoemde – Nederlandse en soms buitenlandse deskundigen.



De Gezondheidsraad is lid van het European Science Advisory Network for Health (EuSANH), een Europees netwerk van wetenschappelijke adviesorganen.



INAHTA

De Gezondheidsraad is lid van het International Network of Agencies for Health Technology Assessment (INAHTA), een internationaal samenwerkingsverband van organisaties die zich bezig houden met *health technology assessment*.

U kunt het signalement downloaden van www.gr.nl.

Deze publicatie kan als volgt worden aangehaald:

Gezondheidsraad. Een gezond binnenmilieu in de toekomst. Den Haag: Gezondheidsraad, 2013; publicatienr. 2013/17.

Preferred citation:

Health Council of the Netherlands. A healthy indoor environment in the future. The Hague: Health Council of the Netherlands, 2013; publication no. 2013/17.

auteursrecht voorbehouden

all rights reserved

ISBN: 978-90-5549-952-6

Inhoud

Samenvatting 7

Executive summary 10

1 Inleiding 13

1.1 Onderwerp 13

1.2 Vraagstelling 14

1.3 Commissie en werkwijze 14

1.4 Opbouw signalement 14

2 Ontwikkelingen in het binnenmilieu tot op heden 15

2.1 Hoe groot is de invloed van het binnenmilieu op de gezondheid? 15

2.2 Technische installaties in gebouwen 16

2.3 Bouwmaterialen en constructie 18

2.4 Stoffen uit producten in de woning 19

2.5 Beschouwing 20

3 Toekomstige ontwikkelingen in het binnenmilieu 23

3.1 Veranderende bevolkingssamenstelling 23

3.2 Veranderend gebruik van de woning 24

3.3 Aanpassing van gebouwen 26

3.4 Technologische veranderingen in huis 27

3.5	Veranderingen in het buitenmilieu	28
3.6	Overzicht	29
<hr/>		
4	Visie van de commissie	31
4.1	Relevante ontwikkelingen voor het toekomstig binnenmilieu	31
4.2	Blik op het werkveld	33
4.3	Tot slot	34
<hr/>		
	Literatuur	35
<hr/>		
	Bijlage	41
A	De commissie	42

Samenvatting

De kwaliteit van het binnenmilieu staat al sinds lange tijd in de belangstelling, omdat mensen een groot deel van de tijd binnen doorbrengen en het binnenmilieu invloed heeft op de gezondheid. De overheid heeft nadelige invloeden onder meer aangepakt door regelgeving in te voeren voor de samenstelling van bouwmaterialen en de isolatie en ventilatie van gebouwen. Ook heeft ze bijvoorbeeld voorlichting gegeven om het ventilatiegedrag van gebruikers en bewoners te verbeteren. Sommige problemen zijn desondanks hardnekkig gebleken, gebrekkige ventilatie in woningen bijvoorbeeld. Er zijn ook regelmatig nieuwe problemen opgedoken, zoals (neuro- en reproductietoxische) vlamvertragers die uit elektronica in het huisstof belandden.

De Gezondheidsraad vindt het aannemelijk dat er verdere gezondheidswinst te boeken valt via verbetering van de binnenmilieukwaliteit. Daarom heeft hij zich over het onderwerp gebogen, met een nadruk op woningen en een blik op de toekomst. Een commissie van de Raad, de Commissie Signalering gezondheid en milieu, heeft gezien welke ontwikkelingen voor de binnenmilieukwaliteit relevant kunnen zijn en daarom aandacht verdienen in het beleid. De commissie heeft daarbij in beschouwing genomen of de aanpak van het binnenmilieu, gezien de lessen uit het verleden en de verwachtingen voor de toekomst, aan verandering toe is.

Verleden en heden

In de afgelopen decennia speelden er diverse problemen in het binnenmilieu. Hier is veel (succesvol) beleid op gemaakt, waarmee echter niet alles is opgelost.

Sinds de oliecrisis van 1973 is de isolatie van huizen sterk verbeterd om energie te besparen. Daardoor is de ventilatie echter verslechterd. De ventilatie in woningen, maar ook in scholen en kinderdagverblijven, is nog steeds vaak onvoldoende. Meerdere factoren spelen hier een rol: regelgeving, woningontwerp, technologie, bewonersgedrag en onderhoud.

Met enige regelmaat stonden bouwmaterialen in de belangstelling. Asbest is een bekend voorbeeld. Dit is een erfenis uit het verleden die bij renovaties en saneringen nog regelmatig tot incidenten leidt. Deze incidenten leiden vaak tot veel onrust.

Producten in de woning kunnen ook leiden tot binnenmilieuverontreinigingen. Er is bijvoorbeeld discussie geweest over vlamvertragers en sensibiliserende stoffen. De kennis hieromtrent loopt vaak achter bij de ontwikkelingen in de markt.

Toekomstige ontwikkelingen

Zowel de ventilatie- als de stoffenproblematiek zal onverminderd relevant blijven. Daarnaast worden er nieuwe en andersoortige ontwikkelingen verwacht.

Allereerst vergrijst de bevolking. Ouderen zijn door verslechterde fysiologische processen en de aanwezigheid van ouderdomsziekten gevoeliger voor allerlei milieufactoren. Het is aannemelijk dat ze ook voor veel binnenmilieufactoren gevoeliger zijn. Het belang van een gezond binnenmilieu neemt hierdoor toe. Daarnaast zullen ouderen steeds vaker en langer thuis verzorgd worden. De thuissituatie van ouderen verdient een plek in de voorbereidingen van de zorgsector op deze trends.

Het gebruik van woningen kan ook veranderen. Thuiswerken en de zojuist genoemde thuisverzorging zijn relevante voorbeelden. De aard van deze nieuwe activiteiten verandert het milieu in huis en de verontreinigingen in dit milieu. Bovendien worden bewoners langer aan dit milieu blootgesteld. Een belangrijk aandachtspunt is de mogelijke aanwezigheid van medebewoners, naast de thuiswerkende of -verzorgde, waaronder gevoelige groepen als kinderen en inwonende senioren. Gebouwen kunnen ook van functie veranderen, bijvoorbeeld bij kantoortransformatie tot woningen. Transformaties zijn goede momenten om kwaliteitsverbeteringen in het binnenmilieu te realiseren. Het binnenmilieu blijft

nu echter, in zowel regelgeving als ontwerp en realisatie van transformaties, vaak onderbelicht.

Nieuwe stoffen, materialen en technologieën zullen hun intrede doen en het technologiegebruik zal naar verwachting toenemen. Het aantal ICT-toepassingen in de woning zal bijvoorbeeld groeien. De ontwikkelingen gaan vaak sneller dan de kennis over de gezondheidsgevolgen toeneemt en de regelgeving wordt aangepast. Dat volgt vaak pas als de nieuwe technologie al in gebruik is. De kans op verrassingen en nieuwe problemen is daardoor groot. Het is belangrijk om vooraf, tijdens de ontwikkeling van nieuwe technologieën en systemen, de interactie met het binnenmilieu zorgvuldig te beoordelen.

Daarnaast zijn veranderingen in het buitenmilieu van belang voor het binnenmilieu. Verstedelijking en verkeer hebben een aanzienlijke invloed op de luchtkwaliteit en omgevingsgeluid. Klimaatverandering is een belangrijke trend voor de toekomst. De hittebestendigheid en koelingcapaciteit van woningen en stedelijke gebieden zullen belangrijker worden. Naast warmte zijn effecten te verwachten op luchtkwaliteit en op wateroverlast. Hiervoor zijn aangrijpingspunten in het luchtkwaliteitsbeleid, de ruimtelijke inrichting en het woningontwerp.

Naar een meer geïntegreerde aanpak

In het verleden zijn binnenmilieuproblemen vaak reactief en ‘per probleem’ aangepakt. Dit heeft deels gewerkt. Echter, om meer te bereiken is meer grip nodig op de binnenmilieukwaliteit als geheel. De complexe mix van ontwikkelingen en beleidsvelden vereist een meer geïntegreerde en proactieve kijk op het binnenmilieu, op woningontwerp en op woninggebruik. Een onderwerp als ouderen(zorg) en binnenmilieu ligt bijvoorbeeld op het grensvlak van de werkvelden van de ministeries van Volksgezondheid, Welzijn en Sport, Infrastructuur en Milieu en Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties. Het voeren van een structureel binnenmilieubeleid met een vooruitziende blik biedt meer kansen op gezondheidswinst dan een ad-hoc aanpak. Een structurele monitoring van de effecten van nieuwe ontwikkelingen en technologie op het binnenmilieu en van de effecten van het binnenmilieubeleid is hierbij van groot belang. Omdat het werkveld zeer gefragmenteerd is, is het raadzaam om een regiefunctie expliciet bij een instantie te beleggen.

Executive summary

Health Council of the Netherlands. A healthy indoor environment in the future. The Hague: Health Council of the Netherlands, 2013; publication no. 2013/17

The quality of the indoor environment has been a matter of concern for some considerable time, because people spend a good deal of their time indoors, and the indoor environment affects their health. The government has tackled detrimental influences by means including the introduction of legislation on the composition of building materials, and the insulation and ventilation of buildings. It has also provided information to improve the ventilation habits of users and occupants. Some problems have nevertheless proven stubborn, inadequate ventilation in homes for example. New problems also crop up regularly, such as (neuro and reprotoxic) flame retardants from electronics that end up in household dust.

The Health Council of the Netherlands considers it plausible that further health gains might be made via improvement in the quality of the indoor environment. For this reason it has bent itself to this problem, with emphasis on homes and with an eye to the future. One of the Council's committees, the Health and Environment Surveillance Committee, considered which developments might be relevant to indoor environmental quality, and therefore deserve attention in policy. During this process, the committee assessed whether the approach to the indoor environment is due for a change, given the lessons from the past and the expectations for the future.

Past and present

Various problems have plagued the indoor environment in recent decades. Much (successful) policy was instigated for these; however it did not solve everything.

Since the 1973 oil crisis, the insulation in houses has been seriously improved to save energy. Due to this, unfortunately, the ventilation has worsened. The ventilation in homes, and also in schools and crèches, is often inadequate still. Many factors play a role here: legislation, house design, technology, maintenance and the behaviour of occupants.

Building materials have been the focus of attention with some regularity. Asbestos is a well-known example. This is a legacy from the past that still leads regularly to incidents during renovations and remediations. These incidents often cause much unrest.

Products in the home can also cause indoor environmental pollution. There has for example been discussion about flame retardants and allergenic substances. The knowledge about these often lags behind developments in the market.

Future developments

Both the ventilation and substance issues will remain as relevant as ever. Besides these, new and different developments are expected.

First of all, the population is aging. Elderly people are more sensitive to the various environmental factors due to worsening physiological processes and the presence of the diseases of the elderly. It is plausible that they are also more sensitive to many indoor environmental factors. The importance of a healthy indoor environment is thus increasing. Also, older people will be cared for at home more often and for longer. The home situation of the elderly deserves a place in the social service sector's preparations based on these trends.

The use of homes may also change. Working at home and the home care just mentioned are relevant examples. The nature of these new activities changes the home environment and the contamination in it. Moreover, occupants are exposed to this environment for longer. A key attention point is the possible presence of fellow occupants, besides those working at or being cared for at home, these including sensitive groups such as children and seniors living in. Buildings can also change function, for example when offices are transformed into homes. Transformations are good opportunities to realise improvements in the indoor

environment. However, in legislation as well as in design and realisation, the indoor environment still often remains neglected.

New substances, materials and technologies will make their appearance, and the use of technology is only expected to increase. The number of ICT applications in the home, for example, will increase. These developments often proceed more quickly than knowledge about health consequences grows or legislation is modified. These changes often only follow once the new technology is already in use. The risk of surprises and new problems is thus great. It is crucial to assess the interaction with the indoor environment in advance, during the development of new technologies and systems.

Also, changes in the outdoor environment are important to the indoor environment. Urbanisation and traffic have a significant effect on air quality and environmental noise. Climate change is an important trend for the future. The heat resistance and cooling capacity of homes and urban areas will become ever more relevant. Besides heat, effects on air quality and water nuisance are to be expected. There are points of approach for these problems in air quality policy, spatial layout and home design.

Towards a more integrated approach

In the past, indoor environmental problems were often tackled reactively and one by one. This worked to an extent. However, to achieve more, more grip on the indoor environment as a whole is needed. The complex mix of developments and policy fields demands a more integrated and proactive view of the indoor environment and of home design and use. A subject like elderly care and the indoor environment for example lies on the interface between the working fields of the Ministry of Health, Welfare and Sport, the Ministry of Infrastructure and the Environment, and the Ministry of the Interior and Kingdom Relations. The pursuit of a structural indoor environmental policy with a view to the future offers better chances of health gains than does an ad hoc approach. Structural monitoring of the effects of new developments and technology on the indoor environment, and of the effect of indoor environmental policy, is of great importance in this. Because the working field is highly fragmented, it is advisable to vest a directive function explicitly in an institution.

Inleiding

1.1 Onderwerp

De relatie tussen de kwaliteit van het binnenmilieu en de gezondheid staat in Nederland al enkele decennia in de belangstelling. In 1984 adviseerde de Gezondheidsraad al over het binnenhuisklimaat, ondermeer over de kwestie van afnemende ventilatie in de steeds beter geïsoleerde huizen.¹ Daarnaast zijn adviezen gepubliceerd over andere binnenmilieukwesties, zoals radon²⁻⁴, roken en passief roken⁵⁻⁷, vluchtige organische stoffen⁸ en allergenen⁹. In de beleidsontwikkelingen is van de bevindingen uit deze adviezen gebruikgemaakt.¹⁰⁻¹³ Recent nog heeft de raad een advies uitgebracht over de binnenmilieukwaliteit in basisscholen.¹⁴ Het binnenmilieu blijkt een complex speelveld te zijn van bronnen (materialen, technologie, buitenmilieu), gebouwen (woningontwerp, en -technologie) en gedrag (van gebruikers/bewoners). Het binnenmilieu was een van de speerpunten binnen de Nationale Aanpak Milieu en Gezondheid.

Veel problemen bleken echter hardnekkig. De verslechterende ventilatie ten gevolge van isolatiemaatregelen om energie te besparen, is hier een duidelijk voorbeeld van. Dit speelt al sinds de oliecrisis van 1973¹ en is ook vandaag de dag nog zeer actueel, getuige het Actieplan Kwaliteitsverbetering Ventilatievoorzieningen¹⁵ dat in 2012 werd gepresenteerd. Ook werden mogelijke bedreigingen voor de volksgezondheid gesignaleerd, wanneer nieuwe technologieën en materialen nieuwe stoffen in het huis brachten, bijvoorbeeld formaldehyde in spaanplaat en brandvertragers in elektronica.

Dit signalement werpt een blik op de toekomst. De commissie vestigt de aandacht op een aantal ontwikkelingen die voor de binnenmilieukwaliteit en de gezondheid in de komende jaren van belang zijn en daarom aandacht verdienen in het beleid. Deze ontwikkelingen liggen onder meer op het gebied van demografie en technologie. Daarnaast gaat de commissie na of de aanpak van binnenmilieuproblemen aan verandering toe is. De nadruk ligt daarbij op woningen. De conclusies zijn wellicht ook relevant voor andere verblijfsgebouwen, zoals kinderdagverblijven, scholen, en woon- en zorgcentra voor ouderen, al zijn er bij dergelijke gebouwen ook verschillen en andere factoren die voor het binnenmilieu van belang zijn.

1.2 Vraagstelling

In dit signalement worden de volgende vragen beantwoord:

- Hoe functioneert het werkveld* binnenmilieu tot op heden?
- Welke ontwikkelingen in het binnenmilieu worden in de nabije toekomst voor de volksgezondheid belangrijk?
- Welke betekenis hebben deze ontwikkelingen voor het werkveld en het beleid rond binnenmilieu en gezondheid?

1.3 Commissie en werkwijze

Dit signalement is opgesteld door de Commissie Signalering gezondheid en milieu. De taak en samenstelling van de commissie staan in bijlage A. Het signalement is in conceptvorm beoordeeld door de leden van de Beraadsgroep Gezondheid en omgeving, één van de vaste colleges van deskundigen van de Gezondheidsraad.

1.4 Opbouw signalement

Hoofdstuk 2 geeft een beknopt overzicht van het werkveld binnenmilieu tot op heden. Hoofdstuk 3 beschrijft de te verwachten ontwikkelingen die op het terrein van het binnenmilieu van belang zijn. In hoofdstuk 4, tot slot, schetst de commissie haar visie op die ontwikkelingen.

* Met 'werkveld' wordt onder meer bedoeld het beleid, het onderzoek en de praktijk op dit gebied.

Ontwikkelingen in het binnenmilieu tot op heden

Het binnenmilieu staat sinds lange tijd in de belangstelling binnen zowel de wetenschap als het beleid. Dit hoofdstuk zal ingaan op de ontwikkelingen op dit terrein tot op heden, die voor de volksgezondheid relevant zijn gebleken*.

2.1 Hoe groot is de invloed van het binnenmilieu op de gezondheid?

Mensen in geïndustrialiseerde landen brengen ruim 85% van hun tijd binnen door; op het werk, op school, maar met name in de eigen woning (circa 65% van de tijd).^{19,20} Een goede kwaliteit van het binnenmilieu is daarom wenselijk, met het oog op zowel het comfort van bewoners als de volksgezondheid. Problemen met het binnenmilieu kunnen ook tot ongerustheid leiden. De GGD'en hebben de klachten van burgers over milieu en gezondheid geïnventariseerd over de periode 2004-2010. Ze kwamen tot de conclusie dat ongeveer tweederde van de klachten betrekking had op het binnenmilieu.²¹⁻²³ De burgers gaven onder andere aan dat ze bezorgd waren over de binnenmilieukwaliteit en dat ze ademhalingsproblemen en hinder ondervonden. Belangrijke oorzaken die genoemd werden, zijn schimmels, vocht, ongedierte, gebrekkige ventilatie en stank.

* Voor een aantal internationale overzichten, zie: ¹⁶⁻¹⁸.

Het RIVM schat de totale ziektelast die samenhangt met de binnenmilieu-kwaliteit op 24.500 DALY's* per jaar (in Nederland in 2004). Dit komt overeen met de ziektelast door geluid van weg-, vlieg- en railverkeer**.25 Passief roken is een belangrijke factor, evenals radon (vooral uit bouwmaterialen) en vocht. De geschatte ziektelast is in het RIVM-onderzoek respectievelijk ongeveer 15.000, 6.000 en 3.000 DALY's per jaar. De analyse hangt wel sterk af van de factoren die erin worden betrokken. Het Europese EnVIE-project komt bijvoorbeeld uit op een totale ziektelast die driemaal zo hoog is, omdat hier ook de invloed van factoren uit het buitenmilieu – zoals luchtverontreiniging door verkeer – op het binnenmilieu wordt meegenomen. In de EnVIE-studie blijken verbrandingsproducten (vooral fijn stof uit de buitenlucht), biologische agentia (helpt van buiten, helpt door vochtproblemen binnenshuis), vluchtige organische stoffen en ziektekiemen belangrijk te zijn voor Nederland.26 Passief roken en radon uit bouwmaterialen zijn in de EnVIE-berekeningen niet meegenomen. Het gebruik van de ziektelast in DALY's als maat voor het belang van de diverse binnenmilieufactoren heeft zijn beperkingen. Die zijn gelegen in bijvoorbeeld de weging van de ernst van verschillende gezondheidseffecten, terwijl ook de samenloop van factoren lastig te verwerken is. Daarnaast zijn veel binnenmilieufactoren nog niet in DALY's te kwantificeren. In welke mate deelonderwerpen en specifieke stoffen precies bijdragen aan de ziektelast is daarom onzeker. Het is dan ook lastig om harde uitspraken te doen over de ziektelast die aan het binnenmilieu te wijten valt. Niettemin verdient het onderwerp vanuit het oogpunt van de gezondheid aandacht.

2.2 Technische installaties in gebouwen

Sinds de oliecrisis van 1973 is de isolatie van huizen sterk verbeterd om energie te besparen. Huizen zijn steeds 'dichter' geworden en de ventilatie is daardoor afgenomen.¹ Gecombineerd met de toepassing van nieuwe en een breder spectrum aan stoffen in de woning leidde de verslechterde ventilatie tot grotere gezondheidsrisico's. Het advies van de Gezondheidsraad over het binnenhuis-klimaat uit 1984 stelt de productie van koolstofdioxide en vooral lichaamsgeuren door mensen als 'onvermijdelijke bronnen' centraal voor het bepalen van een ventilatienorm (minstens 25 m³/uur per persoon). Hinder werd hiermee een belangrijk eindpunt, maar andere gezondheidsaspecten speelden ook mee. De

* DALY staat voor Disability-Adjusted Life Years, een maat voor de ziektelast: verloren levensjaren en levensjaren geleefd met ziekte, gewogen naar de ernst hiervan.

** Fijn stof is de milieufactor met veruit de hoogste gezondheidslast; een vijfmaal zo hoog aantal DALY's. Geluid staat op plaats twee.²⁴

overige bronnen van verontreiniging werden als ‘vermijdbare bronnen’ beschouwd. Ze moesten door middel van preventief beleid (o.a. productnormen) dusdanig ingeperkt worden dat zelfs bij een ventilatie van 5 m³/uur per persoon per vertrek de kwaliteit van het binnenmilieu nog gewaarborgd bleef. De Gezondheidsraad adviseerde in 1984 daarnaast om bewoners voor te lichten over het belang van ventileren.

Gebrekkige of slecht onderhouden ventilatie en airconditioning hebben al langer de aandacht. In de jaren '80-'90 stond het ‘Sick Building Syndrome’ bijvoorbeeld in de belangstelling. Kantoorwerknemers meldde hoofdpijn, luchtwegirritaties en andere gezondheidsklachten. Oorzaken werden gezocht in slechte ventilatie, schimmels, vluchtige organische stoffen en sociale en psychologische aspecten zoals stress.²⁷⁻²⁹

Inmiddels zijn er ventilatienormen voor nieuwbouw in het Bouwbesluit opgenomen. Echter, in veel Nederlandse woningen, scholen en kinderdagverblijven is de ventilatie nog onvoldoende.^{14,30} Net als in het verleden werken energiebesparing en verbetering van de binnenmilieukwaliteit elkaar vaak nog tegen. Het RIVM merkt bijvoorbeeld op dat bij de besteding van de stimuleringsgelden voor woningen en scholen aan energiebesparende maatregelen het risico bestaat dat te weinig rekening wordt gehouden met negatieve effecten op het binnenklimaat.³⁰

Recent speelden discussies rond mechanische- en balansventilatie. De nieuwbouwwijk Vathorst in Amersfoort is een bekend voorbeeld, waar veel klachten ontstonden in balansgeventileerde woningen. De ventilatie bleek vaak niet goed te werken, niet goed gebruikt te worden en geluidshinder te veroorzaken.³⁰⁻³²

Naast de ventilatiegraad hebben diverse andere aspecten van klimaatbeheersing in gebouwen – zoals temperatuur (thermisch comfort), geluid, licht, vochtigheidsgraad en luchtstroming – invloed op het bewonerscomfort en op stress.³³⁻³⁵ Het is plausibel dat langdurige fysieke stress gezondheidseffecten heeft, zoals hart- en vaatziekten. Geluidhinder heeft bijvoorbeeld invloed op de slaapkwaliteit en op hoge bloeddruk en hartziekten.³⁶ De kwaliteit van de belichting is een ander voorbeeld. Voldoende en goede belichting is van belang voor het dagritme en de slaapkwaliteit, concentratie en stemming.^{37,38} Voor het welbevinden van bewoners zijn al deze aspecten van belang.

Verwarmings- en kookapparatuur kan blootstelling aan verbrandingsproducten opleveren. In het verleden was koolmonoxidevergiftiging als gevolg van ‘slechte trek in de schoorsteen wanneer op windstille, koude najaarsdagen de kachels werden aangemaakt in de nog koude woningen’ een bekend probleem.¹ Koolmonoxide komt tegenwoordig vooral uit afvoerloze geisers en cv-ketels en eist ook vandaag de dag nog slachtoffers. Jaarlijks vallen gemiddeld 11 doden en

zijn er 150 ziekenhuisopnamen door koolmonoxidevergiftiging.³⁹ Afvoerloze apparatuur wordt al enige tijd uitgefaseerd en het aantal van deze installaties is afgenomen.⁴⁰ Er is echter nog veel van dergelijke apparatuur in woningen aanwezig en op de klusser die zelf een geiser installeert, is weinig grip. Aandacht hiervoor blijft wenselijk. Gaskooktoestellen produceren stikstofdioxide; de concentraties hiervan in Nederlandse huizen zijn hoog, omdat veel op gas gekookt wordt. Stikstofdioxide heeft mogelijk nadelige effecten op de luchtwegen.^{1,41} Verbranding van vaste brandstoffen, zoals hout in een open haard of houtkachel, kan zorgen voor hogere concentraties fijn stof en koolmonoxide. Na de intrede van centrale verwarming is de open haard minder gebruikelijk geworden in Nederland*. Wel komen er nieuwe, soms afvoerloze, verbranders bij die werken op bijvoorbeeld gas, vloeistof (zoals ethanol) of een gel (zoals ethanol in cellulose).

2.3 Bouwmaterialen en constructie

Bouwmaterialen en de stoffen die hieruit vrijkomen (zoals vluchtige organische stoffen), hebben eveneens invloed op de binnenmilieukwaliteit. Asbest werd in de vorige eeuw veelvuldig toegepast vanwege de isolerende en brandwerende eigenschappen. Vanaf 1980 is de toepassing sterk verminderd door de toegenomen ongerustheid over de gezondheidsgevolgen ervan, zoals longvlies- en buikvlieskanker (mesothelioom) en longkanker. Het beroepsmatig bewerken en verwerken van asbest is in Nederland sinds 1993 verboden. In het verleden toegepast materiaal is nog op veel plaatsen aanwezig. Bij de renovatie of sloop van oude gebouwen vormt het een risico.⁴³ Voor de renovatie van gebouwen waarin vermoedelijk asbest aanwezig is, gelden daarom strenge veiligheidsvoorschriften. De afgelopen jaren deden zich regelmatig incidenten voor, waarbij tijdens renovaties of branden geringe hoeveelheden asbest vrijkwamen.

De blootstelling aan de radioactieve vervalproducten van radon en thoron – radioactieve gassen die vrijkomen uit sommige steenachtige bouwmaterialen, waaronder beton – stond en staat eveneens in de belangstelling.¹⁻⁴ Het belangrijkste gevolg voor de gezondheid is een grotere kans op longkanker, met name in combinatie met roken. In veel landen is de bodem de belangrijkste bron van radon. In Nederland zijn bouwmaterialen echter een grotere bron, omdat de bodem hier relatief radonarm is.⁴⁴

* In verschillende (andere) delen van Europa is rook door verbranding van vaste brandstoffen in huis nog wel een gezondheidsfactor van betekenis.⁴²

De emissie van vluchtige organische stoffen (VOS) uit bouwmaterialen was een belangrijk nieuw onderwerp in de jaren '80, mede door de opmars van spaanplaat en kunststoffen in de bouw. Uit spaanplaat en isolatiemateriaal bleek formaldehyde te dampen. Uit andere bouw-, hobby- en klusmaterialen – waaronder wand- en vloerbedekking, lijmen, verven, houtconserveringsmiddelen, schoonmaakmiddelen en meubilair – dampen oplosmiddelen en conserveermiddelen.^{1,8} De belangrijkste effecten van deze stoffen zijn geurhinder en irritatie van luchtwegen en ogen. Formaldehyde komt nog in 50-60% van de keukens en andere ruimtes met plaatmateriaal voor in hogere concentraties dan de toegelaten $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.^{30,45,46} Van enkele vluchtige organische stoffen is bekend dat ze kankerwekkend, reproductietoxisch of sensibiliserend zijn. Het uitgangspunt in het Gezondheidsraadadvies over VOS uit 2000 was om blootstelling aan die drie typen stoffen in het binnenmilieu te voorkomen.⁸

Vocht en schimmels, onder andere door koudebruggen en schimmelgevoelige materialen, waren een ander belangrijk probleem. Hoge luchtvochtigheid kan zorgen voor meer schimmel en huisstofmijt, met als gevolg het ontstaan en verergeren van allergieën en chronische luchtwegaandoeningen zoals astma.^{1,9} Lage luchtvochtigheid kan echter zorgen voor irritatie aan ogen en huid bij bijvoorbeeld contactlensdragers en mensen met allergieën en huidklachten.³⁰ De problemen met vocht zijn in Nederland verminderd,^{24,30} onder andere door verbeteringen in de bouw en in bouwvoorschriften. Het blijft bij oudere huizen nog wel een punt van aandacht.

2.4 Stoffen uit producten in de woning

In elektronica, meubels en textiel worden vlamvertragers toegepast. Deze stoffen voorkomen ongevallen door brand en hebben daarmee een duidelijk nut. Ze belanden echter ook in het huisstof. Er is veel discussie geweest over de gezondheidsrisico's hiervan. Van diverse vlamvertragers is aangetoond dat ze, wanneer ze in het lichaam belanden, kunnen ophopen en tot neuro- en reproductietoxische effecten leiden. Een aantal (broomhoudende) vlamvertragers is in de Europese Unie verboden. De alternatieve stoffen die vervolgens toegepast werden, verschenen als 'opkomende contaminanten' in huisstof^{16,47-50} en werden ook onderwerp van discussie. De hoeveelheid toxicologische informatie is evenwel beperkt, waardoor de risico's van blootstelling aan vlamvertragers binnenshuis lastig te schatten zijn.

Een vergelijkbare kwestie is die van de weekmakers, zoals ftalaten, in plastics; toegepast in bijvoorbeeld meubels, kleding en speelgoed. Van een aantal weekmakers is bekend dat ze de hormoonhuishouding kunnen verstoren. Ook in

dit geval is de kennis vaak beperkt en loopt ze achter de toepassing van nieuwe varianten aan. Zowel ftalaten als ftalaatvervangers zijn opkomende contaminanten.^{16,30,47-50}

Een aantal andere nieuwe stoffen en toepassingen staat in de belangstelling vanwege mogelijke allergische sensibilisatie. Voorbeelden zijn geurstoffen in luchtverfrissers⁵¹, synthetische musken^{47,49,50} en fenolen in schoonmaakmiddelen^{16,47}. De recente discussie rond PUR-schuim valt hier ook onder.

Een moeilijkheid voor het inschatten van de gezondheidsrisico's van de in het huis aanwezige stoffen, is dat de blootstelling via meerdere routes tegelijk kan lopen: via diverse bronnen in het binnenmilieu, maar tegelijk ook via voedsel of cosmetica*. Iemand die via bijvoorbeeld cosmetica gesensibiliseerd is geraakt aan een stof kan bij lage blootstelling in het binnenmilieu al klachten krijgen. Het is een punt van aandacht hoe deze cumulatie van blootstellingen en risico's in het beleid moet worden betrokken.

Tabaksproducten blijven tot slot de belangrijkste bron van binnenmilieuvuiling en daarmee gepaard gaande ziektelast. Voor de roker is dit een leefstijlkeuze, voor de meerokende medebewoner een binnenmilieuprobleem. Roken is uiteraard niet alleen een 'productkwestie', maar behelst ook gedrag. Blootstelling aan tabaksrook kan resulteren in onder andere hinder, irritatie van luchtwegen, verergering van astma, luchtwegstoornissen, hartaandoeningen en longkanker.^{1,5-7} Het percentage rokers is sinds de jaren '80 gedaald van ca. 40% naar 28% en de afgelopen jaren redelijk stabiel gebleven.⁵³ In de publieke ruimte is het roken teruggedrongen, maar thuis, in de privésfeer, blijft het een belangrijke en lastige gezondheidskwestie.⁷ Het meest in het oog springend zijn situaties waar de risico's niet vrijwillig genomen worden en waar kwetsbare groepen, zoals zwangere vrouwen en kinderen, worden blootgesteld.

2.5 Beschouwing

In de afgelopen tientallen jaren is veel beleid ingezet rond het binnenmilieu en is er op deelreinen vooruitgang geboekt. Rond vocht hebben consequent beleid en goede monitoring bijvoorbeeld goed gewerkt. Daarnaast zijn, aan de hand van adviezen en rapporten van onder andere de WHO, het RIVM en de Gezondheidsraad, de eisen aan ventilatie en bouwmaterialen in het Bouwbesluit aangepast. Ook in het buitenmilieu, vooral rond luchtkwaliteit, zijn vorderingen gemaakt die gunstig zijn voor het binnenmilieu. Zie tabel 1 voor een overzicht.

* Voor allergenen in voedsel en cosmetica zijn lijsten beschikbaar i.v.m. Europese labelverplichtingen (resp. EU Directives 2003/89/EC en 2003/15/EC). Zie ook: ⁵².

Tabel 1 Trends die in huizen kunnen spelen en waarop beleid is ingezet. De trends zijn weergegeven op schaalniveaus van groot (de buitenomgeving) tot klein (de bewoner zelf).

Belangrijke trends	Implicaties
<i>Buitenomgeving</i>	
Luchtkwaliteit	<ul style="list-style-type: none"> • Invloed op de binnenluchtkwaliteit (o.a. fijn stof)
Geluid	<ul style="list-style-type: none"> • Langdurige fysieke stress, met effecten op onder andere hart- en vaatziekten
<i>Gebouw en bouwmaterialen</i>	
Radon uit sommige steenachtige bouwmaterialen	<ul style="list-style-type: none"> • Vervalproducten radon veroorzaken longkanker (combinatie met roken werkt versterkend)
Asbest	<ul style="list-style-type: none"> • Longvlies- en buikvlieskanker (mesothelioom) en longkanker • Nu vooral aandachtspunt bij renovaties
Vluchtige organische stoffen uit spaanplaat en kunststoffen	<ul style="list-style-type: none"> • Hinder en schadelijke effecten op en via luchtwegen
Vocht	<ul style="list-style-type: none"> • Blootstelling aan schimmel en andere allergenen, met schadelijk effect op onder andere de luchtwegen
<i>Technische installaties</i>	
Toenemende isolatie	<ul style="list-style-type: none"> • Afnemende ventilatie en daarmee toenemende blootstelling aan verontreinigingen • Technologie, onderhoud en bewonersgedrag beïnvloeden effectiviteit van ventilatie • Invloed op bewonerscomfort en stress, met effect op o.a. hart- en vaatziekten
Klimaatbeheersing (temperatuur, licht, geluid, luchtstroming, etc.)	
Verbrandingsapparatuur (koken, verwarmen, etc.): vrijkomen van koolmonoxide, stikstofdioxide	<ul style="list-style-type: none"> • Irritatie van luchtwegen • Koolmonoxidevergiftiging
<i>Producten in de woning</i>	
Vlamvertragers en weekmakers	<ul style="list-style-type: none"> • Mogelijk diverse toxicologische effecten waaronder hormoonverstoring • Beperkte kennis bemoeilijkt inschatten gezondheidsrisico's • Risicoanalyse loopt achter op ontwikkeling en toepassing van alternatieve stoffen
<i>Bewoners</i>	
Roken en meerroken	<ul style="list-style-type: none"> • Longaandoeningen • Hart- en vaatziekten

De blootstelling aan binnenmilieufactoren en de gezondheidseffecten daarvan zijn lastig te beoordelen. Daarnaast is de kennis soms lastig te implementeren, bijvoorbeeld bij ventilatie. Daarom dient het onderwerp aandacht te blijven krijgen. Een lastig punt is dat de binnenmilieukwaliteit als geheel en het comfort van bewoners van veel factoren (ventilatiegraad, bewonersgedrag, temperatuur, luchtstroming, akoestiek, bronnen van luchtverontreiniging) en hun onderlinge interacties afhangen.³³⁻³⁵ Ook is er vaak sprake van blootstelling uit meerdere bronnen. Dit benadrukt het belang van prospectief en geïntegreerd onderzoek en goede monitoring. In het werkveld zijn in het verleden problemen echter vaak afzonderlijk benaderd. Het risico bestaat dan dat genomen maatregelen onvoldoende, of zelfs tegengestelde, effecten hebben. Daarnaast was de aanpak van binnenmilieukwesties vaak reactief. In rap tempo verschenen nieuwe materialen, stoffen en toepassingen op de markt en in de huizen. Wanneer dit achteraf tot

problemen in het binnenmilieu bleek te leiden, werd ad hoc naar oplossingen gezocht. Risico's van zo'n ad-hoc-aanpak zijn dat er weinig structurele vooruitgang wordt geboekt in het verbeteren van de binnenmilieukwaliteit als geheel en dat alternatieven en oplossingen zelf weer voor problemen zorgen (zogenaamde 'risicomigratie'⁵⁴).

Toekomstige ontwikkelingen in het binnenmilieu

In het binnenmilieu van de toekomst zijn verschillende trends te verwachten die van invloed zijn op voor de gezondheid van gebruikers en bewoners. Door de blijvende behoefte aan verbetering van de energieprestaties van gebouwen zal de isolatie blijven toenemen. Ook zullen nieuwe materialen, stoffen en technologieën hun intrede blijven doen. Zowel de ventilatie- als stoffenkwesties zullen daarom relevant blijven.

Dit hoofdstuk gaat vooral in op trends die in het werkveld tot op heden weinig aandacht kregen, maar in de toekomst wel gevolgen hebben voor het binnenmilieu. Het gaat hierbij om veranderingen in het fysieke binnenmilieu en in het gebruik van dit milieu. Leefstijlen veranderen en de woning is – en wordt steeds meer – naast een ‘dak boven het hoofd’, een plek om te zorgen, werken en recreëren.⁵⁵

3.1 Veranderende bevolkingssamenstelling

De zorgfunctie van woningen zal toenemen doordat de Nederlandse bevolking vergrijsd. De verwachting is dat de vergrijzing de komende decennia versnelt in verband met de naoorlogse geboortegolf.⁵⁶⁻⁵⁸ Het CBS spreekt van een ‘dubbele vergrijzing’: binnen de groep ‘65+’ neemt het aandeel ‘80+’ sterk toe.⁵⁹ Ouderen zijn gemiddeld genomen kwetsbaarder voor allerlei milieufactoren door de algemene achteruitgang van biochemische en fysiologische processen en door de aanwezigheid van (ouderdoms)ziekten en chronische aandoeningen (zie ⁶⁰). Het

is aannemelijk dat ze ook gevoeliger zijn voor veel binnenmilieufactoren. Daarnaast brengen ouderen meer tijd binnenshuis door, waardoor de blootstelling aan binnenmilieufactoren toeneemt. Een goede binnenmilieukwaliteit wordt daarom nog belangrijker.

De bevolking wordt ook cultureel meer divers. De immigrantenpopulatie neemt in de toekomst met name in de grote steden toe.⁵⁸ Culturen verschillen in hun verwachtingen en gebruik van de ruimte.⁵⁵ Grotere gezinnen en eventuele andere gebruiksvormen en -gewoonten kunnen relevant zijn voor de binnenmilieukwaliteit. Specifieke kennis over immigratie/multiculturaliteit en het binnenmilieu ontbreekt echter. Wel is bekend dat de gezondheid, woonomstandigheden en toegankelijkheid van de gezondheidszorg voor allochtonen gemiddeld slechter zijn dan die van autochtonen.⁶¹ De commissie verwacht dat voorlichting, via bijvoorbeeld massamedia of gebruiksaanwijzingen voor de woning, binnen deze groep minder effectief zullen zijn door culturele en taalbarrières.

3.2 Veranderend gebruik van de woning

Langer thuis wonen en thuisverpleging

In de zorg is een verschuiving te zien naar meer thuisverpleging, in plaats van verpleging in ziekenhuizen en verzorgingshuizen. Hierbij gaat het om ouderen, waarbij de wens is ontstaan om deze langer thuis te laten wonen en te verzorgen (thuisverpleging en mantelzorg), maar ook om zieken in het algemeen. Het rijksbeleid richt zich er sinds het vorige kabinet op om mensen met een lichte zorgvraag langer thuis te laten wonen en in te zetten op kleinschalige zorg in de wijk*.^{63,64} De ligtijd van patiënten in ziekenhuizen wordt ook steeds verder verkort, waardoor een groter deel van de postoperatieve zorg thuis plaatsvindt. De hoeveelheid kwetsbare bewoners in huizen neemt daardoor toe. Medische materialen en apparatuur, en emissies van stoffen hieruit, kunnen daarnaast een grotere rol gaan spelen in het binnenmilieu. Dit leidt tot extra blootstelling aan meer stoffen. Het is verstandig om de technologische ontwikkelingen, zoals rond antibacteriële materialen (o.a. nanozilver), vernevelaars, medische apparatuur en medicijnen, te volgen.

Verzorgingshuizen en lichte verpleging worden mogelijk verplaatst naar woonpanden, die daar niet speciaal voor zijn ingericht. Hierbij draait het om verzorging van bijvoorbeeld ouderen, chronisch zieken en mensen met beperkingen. Onder zorgaanbieders, gemeenten en woningcorporaties is interesse in klein-

* Dit kan echter wel weer leiden tot leegstand van verzorgingshuizen.⁶²

schalige woon-zorgcombinaties, zoals groepswoningen.⁶⁵ Niet alle gebouwen zijn hier voldoende geschikt voor, in verband met de soms beperkte mogelijkheden voor ventilatie- en temperatuurregeling. Tot slot kunnen bij meergeneratiesamenwoning, in verband met mantelzorg, vaker situaties ontstaan waarbij niet voor permanent gebruik bedoelde ruimten, zoals verbouwde zolders, permanent bewoond worden*. De binnenmilieukwaliteit in deze ruimten kan te wensen overlaten. Het is raadzaam om na te gaan of de bouwregelgeving en het zorgtoezicht voldoende op deze trends inspelen.

Uiteraard moeten de risico's van thuisverpleging en langer thuis wonen afgezet worden tegen de baten die ouderen en zieken hierbij hebben. Het in een vertrouwde omgeving blijven wonen en de contacten met burens en (klein)kinderen hebben bijvoorbeeld ook psychosociale voordelen. Daarnaast zijn er uiteraard ook andere risico's die van belang zijn, zoals ongevalrisico's (o.a. struikelen bij ouderen).

Vaker thuis werken

Woningen worden ook vaker gebruikt als werkplek. Momenteel staat 'Het Nieuwe Werken' sterk in de belangstelling; dit past in een bredere trend van telewerken. Uit het oogpunt van kostenbesparing, filebeperking en duurzaamheid is dit immers een interessante optie. Het aandeel werkgevers dat telewerkvoorzieningen aanbiedt, is tussen 2003 en 2009 gestegen van 28% naar 53%.⁶⁶ In 2009 werkte 19% van de werknemers geregeld 'buiten de bedrijfsvestiging met toegang tot de bedrijfssystemen' (ten opzichte van 16% in 2007). Thuiswerken is geschikt voor computerarbeid, maar ook voor bijvoorbeeld telefoonwerk, inpakken, sorteren, vouw- en stickerwerk, testen van producten en kleinschalig productiewerk. Over de arbo- en psychosociale aspecten, zowel de negatieve als positieve kanten, van thuiswerken is al het nodige geschreven (bijvoorbeeld: ⁶⁷⁻⁶⁹). Het onderwerp roept ook rond het binnenmilieu vragen op. Woningen zijn doorgaans niet ontworpen op gebruik als bedrijfsruimte en de omstandigheden rond bijvoorbeeld ventilatie en koeling zijn niet noodzakelijk optimaal**. Bij de werkzaamheden kunnen ook schadelijke stoffen vrijkomen, zoals oplosmiddelen, lijm, verf, ozon of (fijn) stof. Een belangrijk punt hierbij is dat niet alleen de werknemer hieraan wordt blootgesteld, maar ook eventuele medebewoners,

* Dergelijke situaties komen nu ook voor, met name zolders die permanent als slaapkamer gebruikt worden. Deze ruimten gelden vaak als 'onbenoemde ruimten', waarvoor weinig eisen gelden. De bewoner weet echter doorgaans niet dat deze ruimten niet aan de gezondheid-beschermende voorschriften (o.a. voor ventilatie, geluid) van gebruiksruimten voldoen.

** Uiteraard geldt dit soms ook voor kantoren en bedrijfspanden.

waaronder mogelijk kwetsbare groepen als kinderen en ouderen. Het is verstandig om expliciet aandacht te besteden aan binnenmilieu en ventilatie in de voorlichting vanuit de werkgever (in het kader van de zorgplicht). Het kan ook relevant zijn voor product- en gebouwoontwerp en bij regelgeving, bijvoorbeeld de Arbowet. De werk- en privésfeer worden hierin vaak als aparte onderwerpen beschouwd, maar ze raken steeds meer verweven. Een geïntegreerde beschouwing is daarom noodzakelijk.

3.3 Aanpassing van gebouwen

Aanpassing van bestaande gebouwen aan nieuwe functies of nieuwe eisen staat sterk in de belangstelling. Belangrijke voorbeelden zijn transformatie van leegstaande kantoren tot woningen, de bovengenoemde kleinschalige zorg in verbouwde woningen (o.a. ouderenzorg, jeugdzorg, kinderopvang) en aanpassing of renovatie van oude woningen (o.a. in verband met energieprestaties). Aanpassing van bestaande woningen is uiteraard geen nieuwe ontwikkeling. Het blijft echter relevant met het oog op erfenissen uit het verleden, zoals asbest en persistente vlamvertragers, en op verminderde ventilatie door het verbeteren van de isolatie. Algemeener staan duurzaamheid en ‘green buildings’ in de belangstelling in de bouwwereld en de EU. Veel aandacht gaat uit naar energie- en materiaalverbruik en effecten op het buitenmilieu. Het is van belang om het binnenmilieu te betrekken bij programma’s voor duurzaamheid en energiebesparing. Aanpassing, transformatie en renovatie bieden wel kansen om de binnenmilieukwaliteit te verbeteren. Dit is immers het moment waarop meer ingrijpende aanpassingen, verbeteringen of vervangingen van technische installaties en bouwmaterialen gedaan kunnen worden. De commissie merkt echter op dat de binnenmilieuaspecten vaak onderbelicht blijven in zowel de regelgeving, als in het ontwerp en de realisatie van aanpassingen, transformaties en renovaties.*

Kantoortransformatie is een recente trend. De leegstand van kantoren is gestegen van gemiddeld 5% over de jaren 1990-2001 tot 14% in 2010.⁷² De verwachting is dat deze trend doorzet, al is de mate waarin onzeker. De onderliggende factoren blijven evenwel dezelfde trend volgen: naar verwachting nemen zowel de werkgelegenheid als het kantoorgebruik per werknemer af.⁷² De overheid ziet dit als een groot probleem en verschillende initiatieven zijn opgezet om leegstaande kantoren te transformeren naar met name woningen.⁷³ Opvallend is dat volgens het Bouwbesluit 2012 de nieuwe woningen slechts hoeven te voldoen aan de ‘rechtens verkregen kwaliteit’ van het kantoorpand, niet aan nieuw-

* Zie bijvoorbeeld ⁷⁰ voor kantoortransformatie en ^{25,71} voor woningrenovatie.

bouweisen van woningen.^{74,75} Wel moeten ze voldoen aan de eisen voor bestaande bouw (vooral rond veiligheid) en geluidhinder, waarvoor in de Wet Geluidhinder aparte normen gesteld zijn.

3.4 Technologische veranderingen in huis

Alle functies van de woning – naast de boven besproken zorg- en werkfuncties ook de woon- en recreatiefuncties – vragen om hun eigen technologie. Huishoudens schaffen in grote getale nieuwe technologie aan, variërend van televisies en e-readers tot computers, printers, huishoudelijke apparatuur, fitnessapparaten, beveiligingssystemen en sfeer- en ruimte-inrichting (nieuwe verlichting, luchtverfrissers). Ook op het gebied van bouwmaterialen zijn innovaties te verwachten, bijvoorbeeld rond nanocoatings en geavanceerde verven. Het ligt in de lijn der verwachting dat het technologiegebruik zal toenemen. De ontwikkelingen op het gebied van nieuwe technologie en nieuwe materialen en stoffen die hierin gebruikt worden gaan snel – meestal sneller dan de ontwikkeling van kennis over de blootstelling aan en gezondheidsconsequenties van de gebruikte stoffen en materialen*.⁷⁶ Het binnenmilieu kan door deze kwesties in de toekomst verder onder druk komen te staan. Daarnaast brengt deze ontwikkeling met zich mee dat de blootstelling aan elektromagnetische velden (EMV) binnenshuis, met name radiofrequente, toeneemt. Over EMV bestaat ongerustheid onder de bevolking. Het onderwerp zou daarom een plaats kunnen krijgen in de algemene monitoring.

Naast een toename van het gebruik van technologie, is de verwachting dat technologie meer en meer in het huis verweven raakt, bijvoorbeeld in de vorm van domotica (huisautomatisering). Hierbij wordt apparatuur gecombineerd met sensoren, motoren en ICT-infrastructuur om allerlei functies in huis te vervullen, zaken te meten of diensten te leveren.** Veel eenvoudige toepassingen zijn al gangbaar, bijvoorbeeld een klokthermostaat aangesloten op de verwarming, ruimteverlichting gekoppeld aan een bewegingssensor of alarmsystemen die een SMS versturen naar de woningeigenaar of een alarmcentrale. In de toekomst zijn geavanceerdere sensoren en koppelingen van veel, zo niet alle, apparaten en systemen in het huis denkbaar. Voorbeelden variëren van het aansturen van ventilatie op basis van de behoefte daaraan, personalisering van de verlichting,

* Dit geldt in meer of mindere mate voor veel technologische en maatschappelijke trends, waaronder veel van de in dit hoofdstuk genoemde ontwikkelingen.

** De gangbare definities van domotica zijn breed. Domotica omvat alle apparaten en infrastructuren in en rond woningen, die elektronische informatie gebruiken voor het meten, programmeren en sturen van functies ten behoeve van bewoners en dienstverleners.⁷⁷

temperatuur en muziek in ruimtes aan de hand van de personen die zich er op dat moment bevinden, tot de aansturing van robots. Domotica biedt mogelijkheden voor zorg op afstand, (gebruiks)veiligheid, energie-efficiëntie, comfort en ontspanning. Het bevindt zich vooralsnog in een beginfase en de commissie meent dat grootschalige toepassing nog enige tijd op zich zal laten wachten. Echter, zij verwacht juist in de beginfase de grootste risico's voor de binnenmilieukwaliteit, met name wanneer het binnenmilieu niet of te beperkt in het ontwerp van de systemen wordt betrokken. Recent zijn er bijvoorbeeld ventilatiesystemen op de markt gekomen die, om energie te besparen, de ventilatiesterkte regelen op basis van een kooldioxide- (CO₂) of luchtvochtigheidsensor. De CO₂-concentratie is echter van beperkte waarde als indicator voor de binnenluchtkwaliteit.¹⁴ Er kunnen zich concentraties schadelijke stoffen, zoals radon en VOS, opbouwen wanneer de bewoner enige tijd afwezig is. Daarnaast kan de ventilatie bij geringe CO₂-bronnen, zoals kleine kinderen, tekortschieten. De extra benodigde sensoren, elektronica en bekabeling kunnen ook leiden tot een toename van de blootstelling aan de hierin gebruikte stoffen, zoals brandvertragers, weekmakers en nieuwe materialen. Slimme technologie kan echter ook mogelijkheden bieden om de binnenmilieukwaliteit te verbeteren. Op basis van metingen van bijvoorbeeld temperatuur, luchtkwaliteit en huisstof kan bewoners een indicatie van de binnenmilieukwaliteit gegeven worden of kan ventilatie of andere zuiveringsapparatuur aangestuurd worden. Ook kan het helpen om het comfort van bewoners te verbeteren. Bij het ontwikkelen van dergelijke systemen is een brede, geïntegreerde aanpak echter zeer belangrijk.

Het tempo waarin deze ontwikkelingen ingang vinden, laat zich lastig inschatten. In elk geval dient 'technologie in huis' in relatie tot het binnenmilieu te worden betrokken in het ontwerp of bij renovatie en herbestemming van gebouwen voor bewoning.

3.5 Veranderingen in het buitenmilieu

Veranderingen in het buitenmilieu hebben ook gevolgen voor het binnenmilieu. Verstedelijking en verkeer hebben bijvoorbeeld aanzienlijke invloed op luchtkwaliteit en omgevingsgeluid. Beide hebben ook invloed op de binnenmilieukwaliteit. Op deze factoren wordt al jaren beleid gevoerd, maar ze blijven voor de toekomst relevant.

Klimaatverandering is een relatief nieuwe trend die in de toekomst belangrijke invloed zal uitoefenen op de binnenmilieukwaliteit.⁷⁸⁻⁸¹ Organisaties zoals woningbouwverenigingen lijken zich hier nog weinig van bewust.⁸² Het aantal warme dagen zal naar verwachting toenemen en het aantal koude dagen afne-

men.^{79-81,83} Ook de frequentie, duur en intensiteit van hittegolven en koudegolven zal zeer waarschijnlijk veranderen. Zowel hitte als koude hebben gevolgen voor de gezondheid. Hittegolven in Nederland leidden in de afgelopen decennia tot gemiddeld 40 extra doden per dag; een oversterfte van 13%.⁸⁴ Voor koudegolven geldt hetzelfde percentage. Vooral ouderen en mensen met luchtwegaandoeningen en hart- en vaataandoeningen zijn kwetsbaar. Klimaatverandering leidt ertoe dat het risico op oververhitting in huis groter wordt.⁷⁸ Toenemende isolatie speelt hierbij eveneens een rol. Het kan hitte deels buiten houden – warmte door zonne-instraling via de ramen echter niet – maar het houdt de warmte ook beter vast. Warmte kan ook leiden tot grotere emissies van bijvoorbeeld vluchtige organische stoffen uit (bouw)materialen.⁷⁸ Koeling en bescherming tegen hitte van buiten worden daardoor steeds belangrijker. Dit kan op gebouwniveau, bijvoorbeeld door airconditioning, zonwerende ramen, witte gevels of groene daken.^{85,86} De inrichting van de straat, wijk en stad zijn echter ook van belang. Warmte wordt in bebouwd gebied vastgehouden, waardoor het daar warmer is dan in de landelijke omgeving.⁸⁷⁻⁸⁹ Dit is te beperken door bijvoorbeeld open water, beplanting en lichter gekleurde trottoirs.^{85,86}

Toegenomen warmte kan ook leiden tot meer luchtverontreiniging, met name door fijn stof en ozon (zomersmog) en stuifmeel (langer pollenseizoen voor sommige plantensoorten). Dit heeft consequenties voor de luchtkwaliteit binnenshuis. Ozon kan daarnaast met sommige vluchtige organische stoffen in het binnenmilieu reageren tot secundaire verontreinigingen.^{78,90} Er worden ook zwaardere buien verwacht in de zomer.⁸³ Dit kan leiden tot wateroverlast, wat in ieder geval voor enige tijd kan leiden tot vochtige huizen. Dit kan gezondheidsgevolgen hebben, bijvoorbeeld door schimmel en huisstofmijt, maar de mate waarin is onbekend. In het kader van wateroverlast signaleert de commissie een trend om de aanleghoogte (het vloerniveau ten opzichte van de straat) van woningen steeds lager te maken. Dit verbetert de toegankelijkheid en resulteert in lagere bouwkosten, doordat minder bouwmaterialen nodig zijn. Het kan echter, afhankelijk van de lokale situatie, het risico op wateroverlast ook vergroten.⁹¹

3.6 Overzicht

Tot slot wordt in tabel 2 een overzicht gegeven van de in dit hoofdstuk gepresenteerde ontwikkelingen.

Tabel 2 Trends die in de toekomst voor het binnenmilieu relevant zijn, maar er tot op heden nog niet of weinig mee in verband zijn gebracht. De trends zijn weergegeven op schaalniveaus van groot (de buitenomgeving) tot klein (de bewoner zelf).

Belangrijke trends	Implicaties
<i>Buitenomgeving</i>	
Klimaatverandering	<ul style="list-style-type: none"> • Hitte komt vaker voor, dus wordt belangrijker in het ontwerp van woningen en wijken • Ook effecten op bijvoorbeeld luchtkwaliteit, wateroverlast
Verstedelijking	<ul style="list-style-type: none"> • Geluid en luchtkwaliteit blijven belangrijk
<i>Gebouw en bouwmaterialen</i>	
Gebouwtransformaties en -renovaties (kantoortransformatie, kleinschalige zorg, woningrenovatie)	<ul style="list-style-type: none"> • Risico dat het binnenmilieu onderbelicht blijft door eenzijdige focus, bijvoorbeeld op het oplossen van leegstand of op energiebesparing • Transformatie is een goed moment voor verbetering van de kwaliteit van het binnenmilieu
<i>Technische installaties</i>	
Domotica	<ul style="list-style-type: none"> • Risico op te simpel betrekken van binnenmilieukwaliteit bij de ontwikkeling of toepassing van de technologie • Eventuele blootstelling aan (nieuwe) stoffen uit technologie • Ook kansen om binnenmilieukwaliteit en bewonercomfort juist te verbeteren
<i>Producten in de woning</i>	
Meer technologie in huis	<ul style="list-style-type: none"> • Eventuele blootstelling aan stoffen uit technologie • Kennis en beleid rond gezondheidsrisico's lopen achter de snelle technologische ontwikkelingen aan. Dit speelt overigens ook bij andere trends.
<i>Bewoners</i>	
Vergrijzing	<ul style="list-style-type: none"> • Kwetsbare groep neemt toe • Langere blootstelling
Immigratie	<ul style="list-style-type: none"> • Implicaties vooralsnog onduidelijk
Thuisverpleging en -verzorging	<ul style="list-style-type: none"> • Kwetsbare groep neemt toe • Langere blootstelling • Meer medische materialen en technologie binnenshuis • Expliciet aandacht nodig voor ventilatie en temperatuurregeling • Ouderen en zieken mogelijk comfortabeler in thuisomgeving (goed voor psychosociale gezondheid)
Thuiswerken	<ul style="list-style-type: none"> • Binnenmilieu in huis belangrijker in verband met langere blootstelling • Blootstelling aan werkgerelateerde stoffen in huis. Daarnaast is aandacht nodig voor psychosociale- en arbo-aspecten (positief en negatief). • Blootstelling van medebewoners (onder andere ouderen, kinderen) aan werkgerelateerde stoffen

Visie van de commissie

4.1 Relevante ontwikkelingen voor het toekomstig binnenmilieu

De commissie heeft een aantal ontwikkelingen gesignaleerd die van belang zijn voor de toekomstige binnenmilieukwaliteit van woningen, en daarmee voor de gezondheid van de bewoners en gebruikers, maar hier tot voor kort nog weinig mee in verband zijn gebracht. Het gaat om veranderingen in de bevolkingssamenstelling, in het gebruik van ruimten en gebouwen en in het buitenmilieu. De gezondheidsgevolgen ervan zijn niet goed in te schatten. De commissie is evenwel van mening dat het belangrijk is om in toekomstig beleid rekening te houden met deze ontwikkelingen. De nadruk in dit signalement ligt op woningen, maar de trends en conclusies zijn wellicht ook van belang voor andere verblijfsgebouwen, zoals kinderdagverblijven, scholen en woon- en zorgcentra voor ouderen.

Veranderingen in de bevolkingssamenstelling

Van de te verwachten veranderingen in de bevolkingssamenstelling heeft de vergrijzing naar verwachting een voorname invloed op de relatie tussen binnenmilieu en gezondheid. Ouderen zijn door verslechterde fysiologische processen en de aanwezigheid van ouderdomsziekten gevoeliger voor milieuverontreinigingen en ze zijn gemiddeld langer in de woning aanwezig. Daarnaast kan de trend naar meer thuisverzorging en -verpleging tot gevolg hebben dat de groep kwetsbaarder bewoners in woningen toeneemt. Het belang van een gezond bin-

nenmilieu zal door beide trends toenemen. De commissie meent dat het belangrijk is om in de voorbereiding van de zorgsector op deze trends expliciet aandacht te besteden aan de woonsituatie van ouderen. Belangrijke aandachtspunten hierbinnen zijn ventilatie, temperatuur, ongevalpreventie, toegankelijkheid en blootstelling aan stoffen uit medische materialen.

De betekenis voor binnenmilieu en gezondheid van een groeiende culturele diversiteit in de bevolking is minder helder, maar deze verdient desondanks aandacht.

Veranderingen in het gebruik van ruimten en gebouwen

Het gebruik van ruimten en gebouwen zal ook veranderen. Voor de woon- en recreatiefunctie van woningen zullen, net als in het verleden, nieuwe technologieën en materialen hun intrede doen. Bewoners kunnen daardoor aan meer en nieuwe stoffen blootgesteld worden. Daarnaast zal de woning ook meer en meer een zorgfunctie en een werkfunctie krijgen, wat ook consequenties kan hebben voor het binnenmilieu. Het is de vraag of de gebruikte gebouwen en ruimten daarin wel voldoende geschikt zijn voor deze functies. Punten van zorg zijn de soms beperkte mogelijkheden voor ventilatie en temperatuurregeling en de andere stoffen en apparatuur die in huis gebracht worden. De regelgeving, bijvoorbeeld bouw- en arboregels, en de handhaving hiervan moeten hierop worden toegespitst. Een belangrijk verschil met de situatie van werk buiten de woning, is dat in de woning ook anderen, zoals kinderen en ouderen, aanwezig kunnen zijn. Daarnaast zullen vaker ruimten gebruikt gaan worden die niet voor langdurig verblijf bedoeld en ontworpen waren, zoals zolders, garages en kelders.

Aanpassing van bestaande gebouwen aan nieuwe functies of nieuwe eisen staat ook sterk in de belangstelling; bijvoorbeeld transformatie van kantoren tot woningen, kleinschalige zorg in verbouwde woningen (o.a. ouderenzorg, kinderopvang) en aanpassing en renovatie van oude woonpanden (o.a. verbeteren van de energieprestaties). De markt voor renovatie en transformatie groeit, zowel in absolute bedragen als in verhouding tot nieuwbouw*. Renovaties en transformaties bieden kansen om de binnenmilieukwaliteit van de gebouwen te verbeteren. Die kansen worden waarschijnlijk nog niet voldoende benut. De bouwregelgeving biedt op dit moment geen waarborg voor een goede binnenmilieukwaliteit

* Voor de renovatiemarkt wordt een getal genoemd van 16,7 miljard in 2014 (EIB/Euroconstruct; zie ⁹²). Overigens is de vraag naar nieuwbouw in grote steden op termijn wel groot. Regio Amsterdam verwacht tot 2040 bijvoorbeeld 300.000 nieuwe woningen te moeten realiseren.⁹³

na renovaties en transformaties. De commissie raadt aan expliciet aandacht te besteden aan de binnenmilieukwaliteit bij dergelijke veranderingen.

Veranderingen in het buitenmilieu

Naast reeds bekende factoren als verstedelijking en verkeer, is klimaatverandering een voorname factor in het buitenmilieu waarvan recent bekend geworden is dat hij in de toekomst een belangrijke invloed uit zal oefenen op de omstandigheden binnenshuis. Hitte heeft een sterk negatieve invloed op de binnenmilieukwaliteit en het aantal tropische dagen en hittegolven zal naar verwachting toenemen. Het wordt daardoor steeds belangrijker om bij het ontwerp van gebouwen te letten op de koelingcapaciteit en hitte-isolatie. Hiervoor zijn diverse mogelijkheden, bijvoorbeeld groene daken en airconditioning. Ook bij de inrichting van wijken en steden zijn mogelijkheden om hitte en de gevolgen daarvan te beperken, bijvoorbeeld de aanleg van meer groen en water. Klimaatverandering heeft ook gevolgen voor de luchtkwaliteit (zomersmog, stuifmeel) en wateroverlast. Voor het beperken van deze effecten zijn aangrijpingspunten op het gebied van luchtkwaliteit, de ruimtelijke inrichting en het woningontwerp.

4.2 **Blik op het werkveld**

Het valt de commissie op dat de aanpak van de problemen in het binnenmilieu in de afgelopen decennia veelal reactief was en dat er ‘per probleem’ (afzonderlijk) werd gereageerd. Incidenten leidden regelmatig tot maatschappelijke onrust en ad-hocreacties. De commissie verwacht dat het werkveld gekenmerkt zal blijven door hardnekkige kwesties en nieuwe problemen. Om meer te bereiken is meer grip nodig op de binnenmilieukwaliteit als geheel. De trends in het gebruik, het ontwerp en de renovatie van woningen dienen verschillende maatschappelijke behoeftes en veel ontwikkelingen zijn erg economisch gevoelig. Het risico bestaat daardoor dat het binnenmilieu en de volksgezondheid onvoldoende worden meegewogen. De binnenmilieukwaliteit en het comfort van bewoners vergen een geïntegreerde blik; ze zijn meer dan de optelsom van enkele fysieke factoren. De reactieve aanpak van problemen is onvoldoende. Een proactieve aanpak verdient de voorkeur, al kunnen de snelle ontwikkelingen op het gebied van technologie en materialen leiden tot verrassingen. In het huidige binnenmilieubeleid is veel aandacht voor ventilatie. Ventilatie zal ook in de toekomst een belangrijk onderwerp blijven. Het werkveld ‘binnenmilieu’ is momenteel echter zeer gefragmenteerd en de commissie raadt aan om een regiefunctie bij een instantie

te beleggen. Alleen al de toenemende verwevenheid van werk-, zorg- en privé-sfeer maken dit wenselijk.

4.3 Tot slot

De complexe mix van ontwikkelingen, belangen en beleidsvelden* vereist een geïntegreerde en proactieve kijk op het binnenmilieu – zowel fysieke als sociale factoren – en op het ontwerp, het gebruik en de herbestemming van gebouwen, zowel in het beleid als in het onderzoek als in de praktijk. Deze manier van kijken past binnen de denkkaders die gehanteerd worden in bijvoorbeeld het Nationaal Programma Preventie ('wonen en leven in een gezonde wijk en omgeving', 'gezond werken')⁹⁴ en het werk van de WHO en EU ('Health in all Policies' benadering).

De commissie raadt aan om een structureel en samenhangend binnenmilieubeleid te voeren, met een vooruitziende blik. Zij meent dat een dergelijke aanpak op termijn meer gezondheidswinst oplevert dan een ad-hoc aanpak. Aangrijpingspunten voor het beleid zijn: het gewenste kwaliteitsniveau en de borging van de bouw kwaliteit, innovatie, bewustwording/voorlichting van burgers en bedrijfsleven en normen voor bijvoorbeeld blootstelling of voor emissies uit producten. Het is daarnaast belangrijk om bij technologieontwikkeling, nieuwbouw, renovatie en functieveranderingen van gebouwen altijd het aspect van de binnenmilieukwaliteit expliciet mee te nemen.

Een structurele monitoring van de effecten van nieuwe ontwikkelingen en technologie op het binnenmilieu en van de effecten van het binnenmilieubeleid is hierbij van groot belang. In dit verband is het raadzaam om de taken voor regie, signalering en monitoring expliciet te beleggen. De commissie raadt de betrokken ministeries (Volksgezondheid, Welzijn en Sport; Infrastructuur en Milieu; Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties) aan dit samen met de belanghebbenden concreet vorm te geven. Wellicht kan aangesloten worden bij bestaande initiatieven, zoals het Nationaal Programma Preventie en het Actieplan Kwaliteitsverbetering Ventilatievoorzieningen.

* Bijvoorbeeld: woningbouw valt onder het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, normstelling van stoffen onder Infrastructuur en Milieu, ouderenzorg onder Volksgezondheid, Welzijn en Sport en (thuis)werk onder Sociale Zaken en Werkgelegenheid.

Literatuur

-
- 1 Gezondheidsraad. Advies inzake het binnenhuisklimaat, in het bijzonder een ventilatieminimum, in Nederlandse woningen. Den Haag: Gezondheidsraad; 1984: publicatienr. 1984/01.
 - 2 Gezondheidsraad. Interimadvies inzake de mogelijke consequenties voor de Nederlandse bevolking van het toepassen van afvalstoffen met een verhoogd gehalte aan radionucliden als bouw materiaal. Den Haag: Gezondheidsraad; 1985: publicatienr. 1985/05.
 - 3 Gezondheidsraad. Radon: Toetsing van een basisdocument. Den Haag: Gezondheidsraad; 1993: publicatienr. 1993/03.
 - 4 Gezondheidsraad. Radon: Toetsing rapport 'BEIR VI'. Den Haag: Gezondheidsraad; 2000: publicatienr. 2000/05.
 - 5 Gezondheidsraad. Advies inzake maatregelen tot beperking van het roken. Den Haag: Gezondheidsraad; 1975: publicatienr. 1975/08.
 - 6 Gezondheidsraad. Passief roken: Beoordeling van de schadelijkheid van omgevingstabaksrook voor de gezondheid. Den Haag: Gezondheidsraad; 1990: publicatienr. 1990/18.
 - 7 Gezondheidsraad. Volksgezondheidschade door passief roken. Den Haag: Gezondheidsraad; 2003: publicatienr. 2003/21.
 - 8 Gezondheidsraad. Vluchtige organische stoffen uit bouwmaterialen in verblijfsruimten. Den Haag: Gezondheidsraad; 2000: publicatienr. 2000/10.
 - 9 Gezondheidsraad. Allergie, CARA en allergenen in woningen. Den Haag: Gezondheidsraad; 1992: publicatienr. 1992/01.
 - 10 Tweede Kamer der Staten-Generaal. Binnenmilieu. Vergaderjaar 1986-1987, 19801 nr. 1-2.
 - 11 Ministerie van VROM. Notitie Binnenmilieu naar Tweede Kamer. Den Haag: Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer; 1986: persbericht nr. 158.
-

- 12 Tweede Kamer der Staten-Generaal. Binnenmilieu in gebouwen. Vergaderjaar 1993-1994, 23676 nr. 1.
- 13 Tweede Kamer der Staten-Generaal. Brief minister over resultaten van vier onderzoeken naar de 'gezondheidskundige kwaliteit' van woningen. Vergaderjaar 2007-2008, 30535 en 28325 nr. 14.
- 14 Gezondheidsraad. Binnenluchtkwaliteit in basisscholen. Den Haag: Gezondheidsraad; 2010: publicatienr. 2010/06.
- 15 Tweede Kamer der Staten-Generaal. Actieplan Kwaliteitsverbetering Ventilatievoorzieningen: Kwaliteitsverbetering ventilatievoorzieningen door bouwbrede aanpak. Vergaderjaar 2011-2012, 32757 nr. 43.
- 16 Samet JM, Spengler JD. Indoor environments and health: Moving into the 21st century. *Am J Public Health* 2003; 93(9): 1489-1493.
- 17 Clausen G, Bekö G, Corsi RL, Gunnarsen L, Nazaroff WW, Olesen BW e.a. Reflections on the state of research: Indoor environmental quality. *Indoor Air* 2011; 21: 219-230.
- 18 Jones AP. Indoor air quality and health. *Atmos Environ* 2000; 33: 4535-4564.
- 19 Leech JA, Nelson WC, Burnett RT, Aaron S, Raizenne ME. It's about time: A comparison of Canadian and American time-activity patterns. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 2002; 12(6): 427-432.
- 20 Brasche S, Bischof W. Daily time spent indoors in German homes - Baseline data for the assessment of indoor exposure of German occupants. *Int J Hyg Environ Health* 2005; 208(4): 247-253.
- 21 Dusseldorp A, van Poll R, Hall L. Meldingen van milieugerelateerde gezondheidsklachten bij GGD'en: Inventarisatie 2004-2006. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu; 2007: rapport nr. 609330001.
- 22 Dusseldorp A, Hall EF, van Poll HFFM. Meldingen van milieugerelateerde gezondheidsklachten bij GGD'en: Inventarisatie 2007-2008. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu; 2009: rapport nr. 609333003.
- 23 Dusseldorp A, Hall EF, van Poll HFFM. Meldingen van milieugerelateerde gezondheidsklachten bij GGD'en: Derde inventarisatie (2009-2010). Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu; 2011: rapport nr. 609300024.
- 24 Knol AB, Staatsen BAM. Trends in the environmental burden of disease in the Netherlands: 1980-2020. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu; 2005: rapport nr. 500029001.
- 25 Koudijs EA, Fischer PH, Schram D, Knol AB. Gezondheid, binnenmilieu en energiebesparing. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu; 2011: rapport nr. 609300029.
- 26 Oliviera Fernandes E de, Jantunen M, Carrer P, Seppänen O, Harrison P, Kephelopoulos S. EnVIE: Co-ordination action on indoor air quality and health effects. Brussels: European Commission; 2009.
- 27 Redlich CA, Sparer J, Cullen M. Sick-building syndrome. *Lancet* 1997; 349(9057): 1013-1016.
- 28 Laumbach RJ. Sick building syndrome. In: Heggenhougen HK, Quah SR, editors. *International Encyclopedia of Public Health*. Oxford: Academic Press; 2008: 4-8.
- 29 Vroon PA. Psychologische aspecten van ziekmakende gebouwen. Utrecht: Interdisciplinair Sociaal-wetenschappelijk Onderzoeksinstituut, Universiteit Utrecht; 1990.
-

- 30 Jongeneel WP, van Balen EC, Koudijs EA, Staatsen BAM, Houweling DA. Binnenmilieu: Recente wetenschappelijke ontwikkelingen en beleid op een rij. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu; 2009: rapport nr. 630789003.
- 31 Duijm F, Hady M, Van Ginkel J, Ten Bolscher GH. Gezondheid en ventilatie in woningen in Vathorst: Onderzoek naar de relatie tussen gezondheidsklachten, binnenmilieukwaliteit en woningkenmerken. Amersfoort: GGD Eemland; 2007.
- 32 Leidelmeijer K, Menkveld M, Cozijnsen E, Heemskerk H. Mechanische ventilatie in nieuwbouwwoningen: Ervaringen en oordelen van bewoners over de kwaliteit van ventilatie en de eigen gezondheid. Amsterdam: RIGO Research en Advies; 2009.
- 33 Bluysen PM. The indoor environment handbook: How to make buildings healthy and comfortable. London: Earthscan; 2009.
- 34 Bluysen PM. Management of the indoor environment: From a component related to an interactive top-down approach. *Indoor and Built Environment* 2008; 17(6): 483-495.
- 35 Bluysen PM. Het begrijpen van het binnenmilieu: Mensen op de eerste plaats. *Bouwfysica* 2011; 2011(4): 29-33.
- 36 WHO, EC-JRC. Burden of disease from environmental noise: Quantification of healthy life years lost in Europe. Copenhagen: World Health Organization; 2011.
- 37 Webb AR. Considerations for lighting in the built environment: Non-visual effects of light. *Energ Buildings* 2006; 38: 721-727.
- 38 Bellia L, Bisegna F, Spada G. Lighting in indoor environments: Visual and non-visual effects of light sources with different spectral power distributions. *Build Environ* 2011; 46: 1984-1992.
- 39 VeiligheidNL. Koolmonoxide: Ongevalsrijfers. Amsterdam: VeiligheidNL; 2012.
- 40 Mooij M. Chronische blootstelling aan koolmonoxide: Is er sprake van een probleem in Nederland? Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu; 2008: rapport nr. 609300005.
- 41 Gezondheidsraad. De invloed van stikstof op de gezondheid. Den Haag: Gezondheidsraad; 2012: publicatienr. 2012/28.
- 42 Braubach M, Jacobs DE, Ormandy D. Environmental burden of disease associated with inadequate housing. Copenhagen: Regional Office for Europe, World Health Organization; 2011.
- 43 Gezondheidsraad. Asbest: Risico's van milieu- en beroepsmatige blootstelling. Den Haag: Gezondheidsraad; 2010: publicatienr. 2010/10.
- 44 Bader S, Dekkers SAJ, Blaauboer RO. Stralingsbelasting in Nederlandse nieuwbouwwoningen: Eindrapport ventilatie- en radononderzoek. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu; 2010: rapport nr. 610790009.
- 45 Dongen J van, Vos H. Gezondheidsaspecten van woningen in Nederland. Delft: TNO; 2007.
- 46 Gezondheidsraad. Commissie Integrale normstelling stoffen: Het project integrale normstelling stoffen. Den Haag: Gezondheidsraad; 1995: publicatienr. 1995/07.
- 47 Le Cann P, Bonvallot N, Glorennec P, Deguen S, Goeury C, Le Bot B. Indoor environment and children's health: Recent developments in chemical, physical and social aspects. *Int J Hyg Environ Health* 2011; 215: 1-18.
-

- 48 Logue JM, McKone TE, Sherman MH, Singer BC. Hazard assessment of chemical air contaminants measured in residences. *Indoor Air* 2011; 21: 92-109.
- 49 Garcia-Jares C, Regueiro J, Barro R, Dagnac T, Llompert M. Analysis of industrial contaminants in indoor air: Part 2. Emerging contaminants and pesticides. *J Chromatogr A* 2009; 1216: 567-597.
- 50 Covaci A, Geens T, Roosens L, Ali N, van den Eede N, Ionas AC e.a. Human exposure and health risks to emerging organic contaminants. In: Barcelo D, editor. *Emerging organic contaminants and human health*. Heidelberg: Springer; 2012: 243-305.
- 51 Ezendam J, ter Burg W, Vermeulen JP, Wijnhoven SWP, van Engelen J. Fragrance allergens in scented consumer products on the Dutch market. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu; 2012: rapport nr. 340301005.
- 52 SCCS. Opinion on fragrance allergens in cosmetics products. Brussels: Scientific Committee on Consumer Safety (SCCS), European Commission; 2012: rapport nr. SCCS/1459/11.
- 53 Zeegers T, Zantinge EM. Neemt het aantal mensen dat rookt toe of af? *Volksgezondheid Toekomst Verkenning, Nationaal Kompas Volksgezondheid*. <http://www.nationaalkompas.nl/gezondheidsdeterminanten/leefstijl/roken/trend/>
- 54 Alcock RE, Busby J. Risk migration and scientific advance: The case of flame-retardant compounds. *Risk Anal* 2006; 26(2): 369-381.
- 55 Well MDJ van. *Beter bouwen en bewonen: Een praktijkgerichte toekomstverkenning*. Den Haag: Stichting Toekomstbeeld der Techniek; 2004.
- 56 CPB, MNP, RPB. *Welvaart en leefomgeving: Een scenariostudie voor Nederland in 2040*. Den Haag/Bilthoven: Centraal Planbureau, Milieu- en Natuurplanbureau en Ruimtelijk Planbureau; 2006.
- 57 Hilbers H, Snellen D. *Bestendigheid van de WLO-scenario's*. Planbureau voor de Leefomgeving: Bilthoven; 2010.
- 58 Jong A de, van Duin C. *Regionale bevolkings- en huishoudensprognose 2011-2040: Sterke regionale contrasten*. Bilthoven/Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving en Centraal Planbureau; 2011.
- 59 Duin C van, Garssen J. *Bevolkingsprognose 2010-2060: Sterkere vergrijzing, langere levensduur*. Den Haag: Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS); 2011.
- 60 OESO. *Environmental Outlook to 2050: Health and environment chapter*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development (OESO); 2012.
- 61 Schrijvers CTM, Storm I. *Naar een integrale aanpak van gezondheidsachterstanden*. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu; 2009: rapport nr. 270171001.
- 62 Actiz. *Afschaffen ZZP 3 uitgesteld, risico leegstand in verzorgingshuis blijft*. Utrecht: Actiz; 2012.
- 63 Tweede Kamer der Staten-Generaal. *Brief regering; Zorg en ondersteuning in de buurt*. Vergaderjaar 2011-2012, 32620 nr. 27.
- 64 Ministerie van VWS. *Clënten met lichte zorgvraag wonen langer thuis*. Den Haag: Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport; 2012.
- 65 Aedes-Actiz Kenniscentrum Wonen-Zorg. *Kleinschalig wonen in de wijk: Een goede bestemming*. Utrecht: Aedes-Actiz Kenniscentrum Wonen-Zorg; 2010.
- 66 CBS. *ICT, kennis en economie 2011*. Den Haag: Centraal Bureau voor de Statistiek; 2011.
-

- 67 Werkgroep Het Nieuwe Werken en Arbeidsomstandigheden. Het Nieuwe Werken: Hoe blijf je er gezond bij? Den Haag: Werkgroep Het Nieuwe Werken en Arbeidsomstandigheden, Taskforce Mobiliteitsmanagement en Kenniscentrum Werk & Vervoer; 2011.
- 68 Wittenboer M van den, van Faassen D, Kam J, Molier J. Dossier Het Nieuwe Werken. Zeist: Projectbureau Arbokennis Ontsloten; 2011.
- 69 Derks D, Agterberg H, Beumer P, Weel A. Dossier thuiswerken. Zeist: Projectbureau Arbokennis Ontsloten; 2011.
- 70 VVM. Kantoortransformatie en leefmilieu (aankondiging lezingenmiddag). Vereniging van Milieuprofessionals. <http://www.vvm.info/main.php?id=757>. geraadpleegd: 10-1-2013.
- 71 Gelderblom A, Peeters E, Habets T, Koudijs E, Fischer P, Schram D e.a. Energiebesparing bij renovatie: Risico of kans? Rotterdam: GGD Rotterdam-Rijnmond; 2011.
- 72 CPB. Kantorenmarkt in historisch en toekomstig perspectief. Den Haag: Centraal Planbureau; 2012.
- 73 Agentschap NL. Kantoortransformatie: Wonen als alternatief voor leegstand. Den Haag: Agentschap NL; 2013: rapport nr. 2SLWO1218.
- 74 Minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties. Besluit van 29 augustus 2011 houdende vaststelling van voorschriften met betrekking tot het bouwen, gebruiken en slopen van bouwwerken (Bouwbesluit 2012): Ontwerpbesluit. Staatsblad 2011; 2011 (nr. 416).
- 75 Ministerie van BZK. Het Bouwbesluit 2012: Integratie van voorschriften voor bouwen, brandveilig gebruik en slopen. Den Haag: Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties; 2012.
- 76 UNEP. 21 Issues for the 21st century: Results of the UNEP foresight process on emerging environmental issues. Nairobi: United Nations Environment Programme; 2012.
- 77 DPN. Domotica. Domotica Platform Nederland. http://www.domotica.nl/domotica_domotica.htm. geraadpleegd: 14-6-2012.
- 78 Crump D. Climate change - health impacts due to changes in the indoor environment; Research needs. Cranfield: Cranfield University; 2011.
- 79 Huynen MMTE, de Hollander AEM, Martens P, Mackenbach JP. Mondiale milieuveranderingen en volksgezondheid: Stand van de kennis. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu; 2008.
- 80 Gezondheidsraad. Mondiale milieu-invloed op onze gezondheid. Den Haag: Gezondheidsraad; 2009: publicatienr. 2009/15.
- 81 PBL. Effecten van klimaatverandering in Nederland: 2012. Bilthoven: Planbureau voor de Leefomgeving; 2012.
- 82 Conference Management and Innovation for a Sustainable Built Environment. Roders MJ, Straub A, Visscher HJ. Climate change effects on living quality: Awareness of housing associations. 20 6 2011; 2011.
- 83 KNMI. Klimaat in de 21ste eeuw: Vier scenario's voor Nederland. De Bilt: Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut; 2006.
-

- 84 Huynen MMTE, Martens P, Schram D, Weijnenberg MP, Kunst AE. The impact of heat waves and cold spells on mortality rates in the Dutch population. *Environ Health Perspect* 2001; 109(5): 463-470.
- 85 Salcedo Rahola B, van Oppen P, Mulder K. Heat in the city: An inventory of knowledge and knowledge deficiencies regarding heat stress in Dutch cities and options for its mitigation. Delft: Technische Universiteit Delft; 2009.
- 86 Runhaar H, Mees H, Wardekker A, van der Sluijs J, Driessen PPJ. Adaptation to climate change-related risks in Dutch urban areas: Stimuli and barriers. *Reg Environ Change* 2012; 12: 777-790.
- 87 Klok EJ, Schaminée S, Duyzer J, Steeneveld GJ. De stedelijke hitte-eilanden van Nederland in kaart gebracht met satellietbeelden. Utrecht: TNO; 2012.
- 88 Klok L, Zwart S, Verhagen H, Mauri E. The surface heat island of Rotterdam and its relationship with urban surface characteristics. *Resour Conserv Recy* 2012; 64: 23-29.
- 89 Huang L, Li J, Zhao D, Zhu J. A fieldwork study on the diurnal changes of urban microclimate in four types of ground cover and urban heat island of Nanjing, China. *Build Environ* 2008; 43(1): 7-17.
- 90 Weschler CJ. Ozone's impact on public health: Contributions from indoor exposures to ozone and products of ozone-initiated chemistry. *Environ Health Perspect* 2006; 114(10): 1489-1496.
- 91 STOWA. Aanleghoogte van nieuwe woningen in relatie tot wateroverlast. Amersfoort: Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer; 2010: rapport nr. 2010-W01.
- 92 Nederlandse renovatiemarkt stijgt naar 16,7 miljard. *Stedebouw & Architectuur*. <http://www.stedebouwarchitectuur.nl/nieuws/nieuws/nederlandse-renovatiemarkt-stijgt-naar-16-7.97235.lynkx>. geraadpleegd: 10-4-2013.
- 93 MRA. Nieuwe realiteit, robuuste opgave. Metropoolregio Amsterdam (MRA). <http://www.metropoolregioamsterdam.nl/file230.pdf?name=verstedelijking%20nieuwe%20realiteit.pdf>. geraadpleegd: 10-4-2013.
- 94 Tweede Kamer der Staten-Generaal. Agenda voor een Nationaal Programma Preventie. Vergaderjaar 2012-2013, 32793 nr. 70.
-

A De commissie

Bijlage

De commissie

De Commissie Signalering gezondheid en milieu heeft als taak om belangrijke onderwerpen op het terrein van gezondheid en milieu onder de aandacht te brengen van regering en parlement, en kansen en bedreigingen in kaart te brengen. Het kan om nieuwe kwesties gaan, maar even goed om oude thema's die opnieuw aandacht verdienen.

De commissie was voor het opstellen van het onderhavige advies als volgt samengesteld:

- prof. dr. W.F. Passchier, *voorzitter* (tot 08-04-2013)
emeritus hoogleraar risico-analyse, Maastricht University
 - dr. F. Woudenberg, *voorzitter* (vanaf 08-04-2013)
psycholoog en hoofd cluster medische milieukunde, GGD Amsterdam
 - prof. dr. M. van den Berg
hoogleraar toxicologie, Institute for Risk Assessment Sciences, Universiteit Utrecht
 - prof. dr. ir. J.W. Erisman
bijzonder hoogleraar integrale stikstofproblematiek, Vrije Universiteit, Amsterdam; directeur Louis Bolk Instituut, Driebergen
 - drs. P.J. van den Hazel
medisch-milieukundige, Veiligheids- en Gezondheidsregio Gelderland Midden, Arnhem
-

- prof. dr. ir. E. Lebret
hoogleraar environmental health impact assessment, Institute for Risk Assessment Sciences, Universiteit Utrecht; Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven
- prof. dr. R. Leemans
hoogleraar milieusysteemanalyse, Wageningen University and Research Centre
- dr. J.P. van der Sluijs
universitair hoofddocent nieuwe risico's, Copernicus Instituut voor Duurzame Ontwikkeling, Universiteit Utrecht
- dr. J.F.M. van der Waals, *waarnemer*
ministerie van Infrastructuur en Milieu, Den Haag
- dr. ir. P.W. van Vliet, *secretaris*
Gezondheidsraad, Den Haag
- dr. J.A. Wardekker, *secretaris*
Gezondheidsraad, Den Haag

In het kader van de totstandkoming van dit advies heeft de commissie enkele deskundigen met specifieke expertise geraadpleegd. Geraadpleegd zijn:

- prof. dr. ir. P.M. Bluysen
hoogleraar binnenmilieukwaliteit, TU Delft
- drs. F. Duijm, arts
medisch milieukundige, GGD Groningen en Omstreken

De Gezondheidsraad en belangen

Leden van Gezondheidsraadcommissies worden benoemd op persoonlijke titel, wegens hun bijzondere expertise inzake de te behandelen adviesvraag. Zij kunnen echter, dikwijls juist vanwege die expertise, ook belangen hebben. Dat behoeft op zich geen bezwaar te zijn voor het lidmaatschap van een Gezondheidsraadcommissie. Openheid over mogelijke belangenconflicten is echter belangrijk, zowel naar de voorzitter en de overige leden van de commissie, als naar de voorzitter van de Gezondheidsraad. Bij de uitnodiging om tot de commissie toe te treden wordt daarom aan commissieleden gevraagd door middel van het invullen van een formulier inzicht te geven in de functies die zij bekleeden, en andere materiële en niet-materiële belangen die relevant kunnen zijn voor het werk van de commissie. Het is aan de voorzitter van de raad te oordelen of gemelde belangen reden zijn iemand niet te benoemen. Soms zal een adviseur-schap het dan mogelijk maken van de expertise van de betrokken deskundige

gebruik te maken. Tijdens de installatievergadering vindt een bespreking plaats van de verklaringen die zijn verstrekt, opdat alle commissieleden van elkaars eventuele belangen op de hoogte zijn.

Gezondheidsraad

Adviezen

De taak van de Gezondheidsraad is ministers en parlement te adviseren over vraagstukken op het gebied van de volksgezondheid. De meeste adviezen die de Gezondheidsraad jaarlijks uitbrengt worden geschreven op verzoek van een van de bewinds-

lieden. Met enige regelmaat brengt de Gezondheidsraad ook ongevraagde adviezen uit, die een signalerende functie hebben. In sommige gevallen leidt een signalerend advies tot het verzoek van een minister om over dit onderwerp verder te adviseren.

Aandachtsgebieden



Optimale gezondheidszorg

Wat is het optimale resultaat van zorg (cure en care) gezien de risico's en kansen?



Preventie

Met welke vormen van preventie valt er een aanzienlijke gezondheidswinst te behalen?



Gezonde voeding

Welke voedingsmiddelen bevorderen een goede gezondheid en welke brengen bepaalde gezondheidsrisico's met zich mee?



Gezonde leefomgeving

Welke invloeden uit het milieu kunnen een positief of negatief effect hebben op de gezondheid?



Gezonde arbeidsomstandigheden

Hoe kunnen werknemers beschermd worden tegen arbeidsomstandigheden die hun gezondheid mogelijk schaden?



Innovatie en kennisinfrastructuur

Om kennis te kunnen oogsten op het gebied van de gezondheidszorg moet er eerst gezaaid worden.

