
Mondiale milieu-invloed op onze gezondheid

Signalement





Aan de minister van Volkshuisvesting,
Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer

Onderwerp : Aanbieding signalement *Mondiale milieu-invloed op onze gezondheid*
Uw kenmerk : -
Ons kenmerk : U-5541/EvV/PM/789-G
Bijlagen : 1
Datum : 24 november 2009

Geachte minister,

Hierbij bied ik u het signalement *Mondiale milieu-invloed op onze gezondheid* aan. Het is een signalement van de Commissie Signalering Gezondheid en Milieu, die als taak heeft om regering en parlement te attenderen op belangrijke issues op het gebied van gezondheid en milieu, en kansen en bedreigingen in kaart te brengen.

Het signalement laat zien dat het om plausibele, ernstige en relevante effecten op de volksgezondheid gaat. Ook in internationale rapporten wordt hier de laatste tijd op gewezen. De bevindingen van de commissie zijn een aansporing te meer om bedreigingen voor de volksgezondheid een prominente plaats te geven op de naderende internationale klimaatop in Kopenhagen.

Het pleidooi van de commissie om meer aandacht aan de problematiek te schenken in beleid en onderzoek onderschrijf ik. Beleidsbeslissingen gaan over ingrijpende maatregelen, maar deze maatregelen werken wel op meerdere fronten tegelijk. Een goed voorbeeld is dat zuinig met energie omgaan – in het bijzonder in het transport – de CO₂-uitstoot beperkt en tevens gunstig is voor de luchtkwaliteit, waardoor de volksgezondheid ook reeds op korte termijn in positieve richting wordt beïnvloed.

Het door de commissie aanbevolen onderzoek vraagt om een samenhangende, internationale aanpak, maar niettemin moet het tevens op Nederland worden gericht. Het kan aansluiten bij de initiatieven die in de Nederlandse onderzoekswereld worden ontplooid om onderzoeksprogramma's op het terrein van de wereldwijde milieuveranderingen vorm te geven.

Bezoekadres
Parnassusplein 5
2511 VX Den Haag
Telefoon (070) 340 73 27
E-mail: pw.van.vliet@gr.nl

Postadres
Postbus 16052
2500 BB Den Haag
Telefax (070) 340 75 23
www.gr.nl



Onderwerp : Aanbieding signalement *Mondiale milieu-invloed op onze gezondheid*
Ons kenmerk : U-5541/EvV/PM/789-G
Pagina : 2
Datum : 24 november 2009

Een afschrift van het signalement van de commissie heb ik ter kennisname gestuurd aan uw ambtsgenoten van Volksgezondheid, Welzijn en Sport, van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, van Verkeer en Waterstaat en van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen.

Met vriendelijke groet,

Prof. dr. J.A. Knottnerus

Bezoekadres
Parnassusplein 5
2511 VX Den Haag
Telefoon (070) 340 73 27
E-mail: pw.van.vliet@gr.nl

Postadres
Postbus 16052
2500 BB Den Haag
Telefax (070) 340 75 23
www.gr.nl

Mondiale milieu-invloed op onze gezondheid

Signalement

aan:

de minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer

Nr. 2009/15, Den Haag, 24 november 2009

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; Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening & Milieubeheer; Sociale Zaken & Werkgelegenheid, Landbouw, Natuur & Voedselkwaliteit 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. Mondiale milieu-invloed op onze gezondheid. Den Haag: Gezondheidsraad, 2009; publicatienr. 2009/15.

Preferred citation:
Health Council of the Netherlands. Global environmental impact on health. The Hague: Health Council of the Netherlands, 2009; publication no. 2009/15.

auteursrecht voorbehouden

all rights reserved

ISBN: 978-90-5549-773-7

Inhoud

Samenvatting *11*

Executive summary *17*

1 Inleiding *23*

1.1 Focus van dit signalement *23*

1.2 Vraagstelling *24*

1.3 Leeswijzer *25*

1.4 Commissie en werkwijze *25*

2 Een scala aan wereldwijde milieuveranderingen *27*

3 Gezondheidseffecten van wereldwijde milieuveranderingen *31*

3.1 Belang van het rapport 'Mondiale milieuveranderingen en volksgezondheid: stand van de kennis' *31*

3.2 Gezondheidseffecten *32*

3.3 Onderzoeksagenda *36*

3.4 Conclusie *38*

4 Systeembenadering voor volksgezondheid *41*

4.1 Determinanten van gezondheid *41*

4.2 Belang van systeemdenken *43*

4.3	Aanpak van systeendenken	44
4.4	Conclusie	50
<hr/>		
5	Conclusies en aanbevelingen	53
<hr/>		
	Literatuur	59
<hr/>		
	Bijlage	75
A	De commissie	67

Samenvatting

Wereldwijd voltrekken zich grote veranderingen in ons leefmilieu, waaronder het opwarmen van de aarde en het teruglopen van de soortenrijkdom. Het gaat hierbij om ingewikkelde processen met bijzondere kenmerken: ze bestrijken een breed terrein, hebben een sluipend karakter, strekken zich ver uit in tijd en ruimte, hebben meerdere oorzaken en gevolgen, en zijn onderling van elkaar afhankelijk. Dit signalement van de Gezondheidsraad gaat over de gevolgen van wereldwijde milieuveranderingen voor de volksgezondheid in Nederland.

Ruim twintig jaar geleden oordeelde de Gezondheidsraad dat er geen aanwijzingen waren dat klimaatverandering nadelige effecten heeft op de volksgezondheid in ons land. Daar denkt de raad nu anders over. Deze gevolgtrekking komt van de Commissie Signalering Gezondheid en Milieu, die speciaal belast is met het signaleren van belangrijke verbanden tussen milieu-invloeden en de volksgezondheid.

Internationale rapporten dragen overtuigende aanwijzingen aan dat klimaatverandering en andere wereldwijde milieuveranderingen de gezondheid bedreigen. Dat ook Nederland daarbij niet buiten schot blijft, is te lezen in de vorig jaar verschenen publicatie 'Mondiale milieuveranderingen en volksgezondheid: stand van de kennis'. Dit rapport gaat specifiek in op de invloed van wereldwijde milieuveranderingen op de gezondheid van de Nederlandse bevolking; aan bod komen de volgende processen: veranderingen in de atmosfeer (klimaatverandering en aantasting van de ozonlaag), veranderingen in landgebruik, uitputting van zoetwatervoorraden en afname van de variatie in de levende natuur. Het rapport

sluit af met een voorstel voor een onderzoeksagenda. Het verschijnen van het rapport was voor de commissie een belangrijke aanleiding om de situatie opnieuw te beoordelen.

De gezondheidsgevolgen van wereldwijde milieuveranderingen verdienen meer aandacht in beleid en onderzoek

De commissie constateert dat in de afgelopen decennia de kennis over de nadelige gezondheidsgevolgen van wereldwijde milieuveranderingen – zowel wereldwijd als specifiek in Nederland – is toegenomen. Klimaatverandering kan in ons land onder andere vervroegde sterfte ten gevolge van extreem hoge temperaturen en een toename van luchtwegaandoeningen en infectieziekten veroorzaken. Aantasting van de ozonlaag leidt onder meer tot extra gevallen van huidkanker. Voor de andere milieuveranderingen, zoals veranderingen in landgebruik, uitputting van zoetwatervoorraden en afname van de variatie in de levende natuur, is het aannemelijk dat ze de Nederlandse volksgezondheid nadelig beïnvloeden. Zo kunnen veranderingen in landgebruik en afname van de variatie in de levende natuur tot meer infectieziekten leiden. De aanwijzingen voor de wegen waarlangs deze effecten tot stand komen zijn echter indirecter dan bij klimaatverandering en aantasting van de ozonlaag. De verschillende processen verlopen overigens niet gescheiden, maar beïnvloeden elkaar.

De gezondheidseffecten zijn te onderscheiden in verschijnselen die zich vermoedelijk nu reeds in Nederland voordoen en in verschijnselen die mogelijk in het verschiet liggen. Voorbeelden van het eerste zijn de reeds genoemde oversterfte bij hittegolven en extra gevallen van huidkanker door een hoger UV-stralingsniveau. In het tweede geval gaat het bijvoorbeeld om toename van infectieziekten. Ook kunnen wereldwijde milieuveranderingen door aantasting van de leefomgeving leiden tot conflicten, waarbij mensen van huis en haard verdreven worden, met alle gevolgen voor de gezondheid van dien. Al deze effecten zijn plausibel, ernstig en relevant voor Nederland. Overigens komen ze ongetwijfeld voor een deel voor rekening van andere factoren – toename van infectieziekten bijvoorbeeld door de groei van het internationale reizigers- en handelsverkeer.

In het Nederlandse beleid ten aanzien van wereldwijde milieuveranderingen krijgen de gezondheidsgevolgen nog weinig aandacht. Ook in de wetenschappelijke wereld is de belangstelling bescheiden. Omdat de effecten plausibel, ernstig en relevant zijn en er nog veel onzekerheid bestaat over hun omvang, en hun plaats en tijdstip van optreden, zijn volgens de commissie extra inspanningen in beleid én onderzoek nodig.

Het beleid kent maatregelen die de oorzaken van de milieuveranderingen aanpakken en maatregelen die de nadelige gevolgen beperken. Ingrepen van het eerste type vinden voornamelijk in internationaal verband plaats: verminderen van de CO₂-uitstoot bijvoorbeeld; ingrepen van het tweede type hebben voornamelijk een nationaal karakter: In Nederland zijn ze primair gericht op het beschermen van de bevolking tegen overstromingen.

Vanuit gezondheidsoogpunt vindt de raad intensivering en uitbreiding van beide soorten maatregelen raadzaam.

Onderzoek naar gezondheidsbedreiging en beschermingsmaatregelen

In dit licht vergen de gezondheidseffecten van wereldwijde milieuveranderingen nader onderzoek. Bij klimaatverandering is hierover reeds zo veel bekend dat het raadzaam is om het onderzoek al voor een deel te richten op de mogelijkheden om ons aan te passen, bijvoorbeeld door de aandacht te richten op het identificeren van risicogroepen en op de wijze waarop de gezondheidsbedreiging voor hen kan worden verminderd. Bij aantasting van de ozonlaag bestaat die noodzaak minder, omdat wereldwijde maatregelen zijn getroffen die effectief zijn en naar verwachting op termijn tot herstel van de ozonlaag leiden. Bij de overige milieuveranderingen is nog veel onderzoek aangewezen naar de aard van de gezondheidsbedreigingen, hun omvang, plaats en tijdstip van optreden.

Systeendenken toepassen

Ook andere factoren dan wereldwijde milieuveranderingen hebben invloed op de volksgezondheid. Vele liggen zelfs buiten het milieuterrein. Voorbeelden zijn onderwijskwaliteit, *lifestyle* en welvaartsniveau. Voor het totaal van factoren – inclusief de wereldwijde milieuveranderingen – geldt dat we van sommige weten of redelijkerwijs kunnen vermoeden dat ze elkaars effecten beïnvloeden. Onze kennis over de samenhang vertoont echter nog veel leemtes. Om de gezondheidseffecten van wereldwijde milieuveranderingen beter te kunnen beoordelen en de effectiviteit van mogelijke maatregelen beter in kaart te kunnen brengen, is meer inzicht in deze verbanden nodig. Alleen door rekening te houden met deze samenhangen zijn hier betekenisvolle vorderingen te maken. Deze aanpak staat bekend als systeendenken.

Hierbij wordt gebruikgemaakt van kennis afkomstig uit uiteenlopende vakgebieden. Systeendenken gericht op de gezondheidseffecten van wereldwijde milieuveranderingen vraagt om het integreren van onder andere epidemiologisch, biomedisch en ecologisch onderzoek naar gezondheidsgevolgen met eco-

nomisch en sociaalwetenschappelijk onderzoek. De kracht van het systeemdenken is dat het kan helpen om de beschikbare kennis te structureren en het functioneren van (delen van) het systeem te begrijpen. Het is in eerste instantie gericht op een kwalitatieve beschrijving van mogelijke processen, verbanden, interacties en terugkoppelingen. Voor zover onderdelen zich lenen voor berekeningen staan die vooral in dienst van de kwalitatieve beoordeling. Twee soorten gangbare hulpmiddelen zijn computersimulatiemodellen en scenario's waarin mogelijke wereldwijde ontwikkelingen worden beschreven (een vrije markt of een meer gereguleerde bijvoorbeeld). Dankzij deze instrumenten is het mogelijk om toekomstverkenningen te maken.

Systeemdenken vereist dat adequate gegevens worden verzameld. Die zullen voor een deel specifiek voor de Nederlandse situatie moeten zijn.

Onderzoek naar de gezondheidsgevolgen van wereldwijde milieuveranderingen actief bevorderen

Op het terrein van de wereldwijde milieuveranderingen en hun oorzaken en gevolgen raakt het systeemdenken ingeburgerd. De gevolgen voor de volksgezondheid vormen echter een blinde vlek. Bij het onderzoek zijn systeemmodelleers en wetenschappers uit een reeks van natuur- en sociaalwetenschappelijke disciplines betrokken. Artsen en andere gezondheidswetenschappers, die vertrouwd zijn met empirisch gezondheidsonderzoek, zijn niet of nauwelijks vertegenwoordigd. Om de volksgezondheid een plaats te kunnen geven in het systeemdenken rond wereldwijde milieuveranderingen is inbreng van deze groep echter onontbeerlijk. Er is veel kennis over systeemdenken voorhanden onder Nederlandse wetenschappers en het is raadzaam om daar goed gebruik van te maken. De commissie beveelt daarom aan om het systeemdenken in de gewenste richting te stimuleren, door onderzoek dat hierin voorziet, materieel te steunen.

Handelen met voorzorg

Het past in een voorzorgstrategie om op de hierboven geschetste wijze aandacht aan de gezondheidsgevolgen te schenken. Onder voorzorg verstaat de commissie het op een zorgvuldige, transparante en op de situatie toegesneden manier met onzekerheden omgaan. Bij besluitvorming die in het teken van voorzorg staat, horen geregelde beleidsevaluatie en zorgvuldige communicatie. Dat is des te belangrijker omdat het om een internationaal vraagstuk gaat met sluipende, ingrijpende en onomkeerbare effecten die slechts ten dele kunnen worden benoemd, laat staan op betrouwbare wijze gekwantificeerd. Vanwege de talrijke

onzekerheden en de uiteenlopende visies die in de samenleving op de urgentie van het vraagstuk bestaan, is een participatieve dialoog met betrokkenen aangewezen: overheden, burgers en maatschappelijke partijen, en experts. Tot die partijen behoren bedrijfsleven, vakbonden, en consumenten- en milieubeschermingsorganisaties. De commissie ziet communicatie als een wederzijdse uitwisseling van informatie en discussie tussen betrokken partijen, zonder het belang van voorlichting over de wetenschappelijke bevindingen en toelichting op beleidsopties te onderschatten.

Vanwege het transnationale karakter van het vraagstuk is internationale afstemming voor maatregelen en afspraken om de oorzaken aan te pakken onontbeerlijk. Daarnaast bestaat de mogelijkheid om specifiek binnenlandse maatregelen te nemen. Een bijzonder aspect van dergelijke maatregelen is dat ze vaak op meerdere fronten tegelijk werken; met andere woorden: de aanpak van meer dan één milieuvraagstuk is erbij gebaat. Zo leidt energiebesparing niet alleen tot verminderd grondstofgebruik, maar ook tot minder uitstoot en leidt een verminderde afhankelijkheid van fossiele brandstof bij vervoer en transport niet alleen tot een betere luchtkwaliteit, maar ook tot minder uitstoot van broeikasgassen. Dat komt ook aan de volksgezondheid ten goede.

Tot slot is het aan te bevelen om de effectiviteit van beleidsvernieuwingen in de tijd te volgen en na te gaan of ze ongewenste neveneffecten hebben. Door de ingewikkeldheid van het vraagstuk en de vele onzekerheden is het effect van beleid lastig te voorspellen. Bij handelen met voorzorg hoort meer nog dan in andere gevallen dat het beleid op gezette tijden tegen het licht wordt gehouden. De bevindingen kunnen dan samen met nieuwe inzichten uit onderzoek worden gebruikt om het bij te stellen, of te herzien.

Executive summary

Health Council of the Netherlands. Global environmental impact on health. The Hague: Health Council of the Netherlands, 2009; publication no. 2009/15

Major environmental changes which are occurring worldwide include global warming and a decline in the diversity of species. These are complicated processes with particular characteristics: they cover a wide area, are insidious, expand in time and space, have numerous causes and impacts and are interdependent. This advisory report from the Health Council of the Netherlands discusses the consequences of global environmental changes for public health in the Netherlands.

More than twenty years ago, the Health Council determined that there were no indications that climate change would have an adverse impact on public health in the Netherlands. The Council's opinion on this subject has changed. This conclusion comes from the advisory report of the Health and Environment Surveillance Committee, which has particular responsibility for identifying important links between environmental impacts and public health.

International reports contain convincing indications that climate change and other global environmental changes pose a health threat. The fact that the Netherlands will not escape the effects is clear from the report published last year on current knowledge of global environmental changes and public health: *'Mondiale milieuveranderingen en volksgezondheid: stand van de kennis'*. The report specifically examines the impact of global environmental changes on the health of the population of the Netherlands and covers the following processes: atmospheric changes (climate change and damage to the ozone layer), changes in land use, depletion of freshwater stocks and a decline in biodiversity. The report

closes with a proposal for a research agenda. The report's publication was a major reason for the Committee deciding to reassess the situation.

The consequences for health of global environmental changes should be paid more attention in policy and research

The Committee notes that in recent decades there has been an increase in knowledge of what the adverse effects of global environmental changes will be on health, both worldwide and in the Netherlands. Climate change in the Netherlands could lead to early death owing to extremely high temperatures and an increase in respiratory complaints and infectious diseases. Additional cases of skin cancer are one of the consequences of damage to the ozone layer. Public health in the Netherlands is also likely to suffer from other environmental changes, such as changes in the use of land, depletion of freshwater stocks and a decline in biodiversity. For example, changes in the use of land and a decline in biodiversity could lead to more infectious diseases. However, indications of the way in which these impacts arise are less direct than in the case of climate change and damage to the ozone layer. The various processes do not usually occur independently but affect each other.

The health effects can be separated into phenomena that probably already occur in the Netherlands and phenomena that may well exist in the future. Examples of the former are the aforementioned increased mortality rate during heatwaves and additional cases of skin cancer attributable to higher levels of UV radiation. An example of the second group of phenomena is an increase in infectious diseases. Also global environmental changes can damage local environments which can lead to conflicts whereby people are forced to flee their homes, and this can have consequences for their health. All these effects are plausible, serious and relevant for the Netherlands. However, they will partially be attributable to other factors, such as an increase in infectious diseases as a result of the growth in international passenger travel and trade.

Health effects still receive little consideration in Dutch policy on global environmental changes. They also receive little attention in the scientific world. As these are plausible, serious and relevant effects and there is still a great deal of uncertainty about how extensive they will be and where and when they will occur, the Committee believes extra policy and research efforts are required.

Policy includes measures for tackling the causes of environmental changes and measures for limiting the adverse effects. Measures in the first category are mainly taken at the international level, as in the case of reducing CO₂ emissions;

measures in the second category generally have a national character; in the Netherlands they are primarily intended to protect the population against flooding.

From the health point of view, the Council believes that it would be advisable to intensify and increase both types of measures.

Research into health threats and protective measures

In the light of this, further research into the health effects of global environmental changes is required. So much is already known about climate change that it would be advisable for part of the research to focus on possibilities for us to adapt, for example by paying more attention to identifying risk groups and how the health threats they face can be reduced. This is less important in the case of damage to the ozone layer because effective global measures have been taken which are expected to result in the ozone layer being restored in due course. Concerning other environmental changes, a lot more research is required into the nature of the health threats, how extensive they will be and where and when they will occur.

Adopt systems thinking

Factors other than global environmental changes also affect public health. Many of them are beyond the scope of the environment. Examples include the quality of education, lifestyle and the level of affluence. Taking the factors as a whole – including global environmental changes – we know or can reasonably assume that some of them are influenced by each other's effects. However, there are still many gaps in our knowledge of how they are interrelated. More detailed information on the connections is required to enable a better assessment of the health effects of global environmental changes and more accurate delineation of the effectiveness of possible measures. It will only be possible to make significant headway by taking these relationships into account. This approach is known as systems thinking.

It involves using knowledge obtained from different fields. Focusing systems thinking on the health effects of global environmental changes requires the integration of disciplines such as epidemiological, biomedical and ecological research into health effects with research in the fields of economics and social science. The strength of systems thinking is that it can help to give structure to available knowledge and to understand the operation of (parts of) the system. The initial aim is a qualitative description of possible processes, links, interactions and feedback. Insofar as components lend themselves to computation, they

are mainly used in aid of the qualitative assessment. Two tools that are commonly used are computer simulation models and scenarios in which possible global developments are described (a free market or a more regulated market, for example). These instruments can be used to make futures studies.

Systems thinking demands the compilation of adequate data. Such data will need to be to some extent specific to the situation in the Netherlands.

Actively encourage research into the health effects of global environmental changes

Systems thinking is becoming established in the field of global environmental changes and their causes and effects. However, there is a blind spot in the area concerned with the effects on public health. System modellers and scientists from various disciplines in the natural and social sciences are involved in the research. Few, if any, doctors and other medical scientists, who familiar with empirical health research, are represented. However, input from this group is essential for public health to have a place in systems thinking about global environmental changes. Dutch scientists have extensive knowledge of systems thinking and it would be advisable to put it to good use. The Committee therefore recommends encouraging systems thinking in the required direction by making grants available to support research that promotes this.

Precautionary action

Paying attention to the health effects in the manner outlined above would be in keeping with a precautionary strategy. Here, the Committee defines 'precautionary' as dealing with uncertainties in a careful, transparent and situation-specific manner. Decision-making concerned with precautionary action should include regular policy evaluation and proper communication. This is all the more important because it concerns an international issue with insidious, far-reaching and irreversible effects which can only be partially described, let alone reliably quantified. The numerous uncertainties and the divergent opinions in society on the urgency of the problem call for participative dialogue with those concerned: authorities, citizens and parties in the community, and experts. The parties include the business community, trade unions and consumer and environmental protection organisations. The Committee sees communication as a two-way exchange of information and discussions between the parties concerned, whereby the importance of information on scientific findings and explanations of policy options should not be underestimated.

The transnational nature of the problem makes international coordination essential for measures and agreements intended to tackle the causes. It will also be possible to take specific measures domestically. A particular aspect of any such measures is that they often have an impact on more than one front simultaneously, which means that they are helpful in tackling more than one environmental issue. For example, energy saving not only reduces the use of natural resources but also emissions, and reducing dependence on fossil fuels for vehicles and transport improves air quality while also reducing greenhouse gas emissions. This is all beneficial to public health.

Finally, the Committee recommends monitoring the effectiveness of policy renewals and examining whether they have any adverse side-effects. The complexity of the problem and the many uncertainties make it difficult to predict the effect of policy. Precautionary action involves assessing policy at set times and more often than in other cases. The findings can be used in combination with new research data to adjust or revise policy.

Inleiding

1.1 Focus van dit signalement

Ruim twintig jaar geleden beoordeelde de Gezondheidsraad voor het eerst de invloed van de verandering van het mondiale klimaat op de volksgezondheid in Nederland.¹ De raad zag geen duidelijke aanwijzingen voor het bestaan van een dergelijke invloed, maar hij constateerde wel grote leemtes in kennis. Daarom was de voornaamste aanbeveling om ‘de vinger aan de pols te houden’.

Het verschijnen van een overzichtsrappport over wereldwijde milieuveranderingen was voor de Gezondheidsraad aanleiding om de situatie opnieuw te beoordelen.² In het bewuste rapport is niet alleen samengevat wat we nu weten over de effecten van klimaatverandering, maar ook van andere wereldwijde milieuveranderingen op de volksgezondheid in Nederland. Voorbeelden van dergelijke veranderingen zijn aantasting van de ozonlaag, ontbossing en afnemende soortenrijkdom.

Dit signalement is dienovereenkomstig breed opgezet. Centraal staan de gevolgen van wereldwijde milieuveranderingen voor de Nederlandse volksgezondheid. Ten eerste komt aan bod welke kennis we over die gevolgen bezitten en welke hiaten dit inzicht nog vertoont. Vervolgens wordt aangegeven met welk soort onderzoek verbetering in deze situatie kan worden gebracht en hoe dit ons kan helpen om ons beter op deze effecten voor te bereiden. Daarbij komt aan bod hoe dit past in een strategie waarin voorzorg voorop staat. Voorzorg is eerder

door de Gezondheidsraad omschreven als het op een zorgvuldige, transparante en op de situatie toegesneden manier met onzekerheden omgaan.³

1.2 Vraagstelling

In recente internationale rapporten wordt de problematiek van de wereldwijde veranderingen in ons leefmilieu in al zijn facetten beschouwd en worden de recente milieutrends doorgetrokken naar de toekomst (zie bijvoorbeeld ^{4,5}). Het accent ligt op het milieu in fysische en chemische termen (klimaatverandering, zeespiegelstijging, ijsafsmelting en chemische veranderingen in bodem, water en atmosfeer) en in biologische termen (bijvoorbeeld teruglopende soortenrijkdom). In de bewuste rapporten wordt echter ook vastgesteld dat de wereldwijde milieuveranderingen invloed hebben op de volksgezondheid. De gezondheidseffecten worden weliswaar besproken, maar minder gedetailleerd dan de fysische, chemische en biologische processen en hun drijvende krachten. Daarbij wordt duidelijk dat zowel de veranderingen als hun gevolgen wereldwijd sterk uiteenlopen. Gemiddeld stijgt de temperatuur bijvoorbeeld, maar op het noordelijk halfrond meer dan op het zuidelijk. Onlangs is in het rapport 'Mondiale milieuveranderingen en volksgezondheid: stand van de kennis' op een rij gezet wat er bekend is over de effecten van wereldwijde milieuveranderingen op de gezondheid van de Nederlandse bevolking.² Het rapport laat zien dat onze kennis op dit punt sedert 1986 aanzienlijk is toegenomen, maar niettemin nog steeds forse hiaten vertoont. Naast een overzicht van leemtes bevat het rapport een agenda voor nader onderzoek.

In dit signalement worden op verzoek van de voorzitter van de Gezondheidsraad kanttekeningen bij het rapport 'Mondiale milieuveranderingen en volksgezondheid: stand van de kennis' geplaatst die behulpzaam kunnen zijn bij het opstellen van een onderzoeksprogramma. In het kielzog daarvan beantwoordt de commissie de volgende vragen:

- Welke effecten kunnen wereldwijde milieuveranderingen op de volksgezondheid in Nederland hebben en welke consequenties heeft het antwoord op deze vraag voor de onderzoekagenda?
 - Welke onderzoeksmethoden zijn het meest geschikt om meer zicht te krijgen op de gevolgen die wereldwijde milieuveranderingen hebben voor de volksgezondheid in het algemeen, en in Nederland in het bijzonder, hoe kunnen die mogelijkheden – zo nodig – worden verbeterd, en welke betekenis hebben de bewuste methoden voor het beoordelen van de effectiviteit van maatregelen?
-

1.3 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 geeft een overzicht van de bestaande kennis over wereldwijde milieuveranderingen. In hoofdstuk 3 wordt de vraag beantwoord welke invloeden wereldwijde milieuveranderingen op de gezondheid van de Nederlandse bevolking hebben en waar de grootste leemtes in kennis zitten; aangegeven wordt op welke wijze die leemtes het beste kunnen worden gevuld. Hoofdstuk 4 geeft antwoord op de vraag welke onderzoeksmethoden het meeste kunnen betekenen voor de analyse van wereldwijde milieuveranderingen en hun gevolgen voor de volksgezondheid; ook de mogelijkheden om specifieke ontwikkelingen te beïnvloeden worden in het antwoord betrokken. Tot besluit staan in hoofdstuk 5 de voornaamste conclusies en aanbevelingen.

1.4 Commissie en werkwijze

Dit signalement is opgesteld door de Commissie Signalering Gezondheid en Milieu. De taak en samenstelling van de commissie plus haar werkwijze staan in bijlage A.

Het signalement is in conceptvorm beoordeeld door de leden van de Beraadsgroep Gezondheid en Omgeving van de Gezondheidsraad, de leden van de Raad voor Gezondheidsonderzoek, die deel uitmaakt van de Gezondheidsraad, en enkele andere deskundigen van binnen en buiten de Gezondheidsraad. De namen van deze deskundigen staan eveneens in bijlage A.

Een scala aan wereldwijde milieuveranderingen

De afgelopen jaren zijn verschillende internationale rapporten verschenen over de veranderingen die zich wereldwijd in ons leefmilieu voltrekken. De bedoelde rapporten hebben betrekking op het fysieke milieu. Ook in het voorliggende signalement is die invalshoek gekozen.

Climate change 2007

Het vierde rapport van het 'Intergovernmental Panel on Climate Change' (IPCC), 'Climate change 2007', vat de actuele wetenschappelijke inzichten met betrekking tot de oorzaken en gevolgen van klimaatverandering samen.⁵ De huidige trends worden verklaard en verschillende toekomstscenario's worden geëvalueerd. Bovendien worden enkele mogelijkheden geïdentificeerd voor het aanpassen aan en tegengaan van klimaatverandering, zoals energiebesparing, efficiëntere landbouwmethoden, zuinigere transportmiddelen, een duurzame energievoorziening en opslag van het broeikasgas kooldioxide. De kosten die deze oplossingen met zich meebrengen worden aangegeven.

Volgens het IPCC is het 'zeer waarschijnlijk*' dat de waargenomen opwarming van de aarde – in het bijzonder de laatste decennia – voor een belangrijk

* Het IPCC gebruikt een gestandaardiseerde terminologie. Voor de mate van onzekerheid in uitspraken kent die 11 niveaus van praktisch zeker tot volstrekt onwaarschijnlijk. 'Zeer waarschijnlijk' is het derde niveau en komt in kwantitatieve termen overeen met een zekerheid van 90-95%.

deel door de mens is veroorzaakt. Door het toegenomen gebruik van fossiele brandstoffen en door veranderend landgebruik is de uitstoot van broeikasgassen groter dan er van nature weer uit de atmosfeer wordt verwijderd. Het uiteindelijke gevolg is dat de atmosferische concentratie van broeikasgassen toeneemt en de atmosfeer meer warmte vasthoudt, waardoor het klimaat verandert.

Ecosystems and human well-being

Een tweede serie belangrijke rapporten van de laatste jaren bevat de resultaten van de 'Millennium Ecosystem Assessment (MA)'. In het rapport 'Ecosystems and human well-being' zijn de veranderingen in biodiversiteit (variatie binnen en tussen de levende soorten), ecosystemen en ecosysteemdiensten, en de gevolgen voor het welzijn van mensen beoordeeld.⁶ Onder ecosysteemdiensten worden de baten verstaan die ecosystemen voor mensen opleveren.⁶ Deze baten hangen samen met de vier soorten functies die ecosystemen hebben: 1) leveranciers van onder meer voedsel, water, hout en vezels; 2) regulerende functies met invloed op bijvoorbeeld het klimaat, overstromingen, ziekten, afval en waterkwaliteit; 3) culturele functies die zaken als recreatie mogelijk maken en die voorzien in esthetische en geestelijke baten; 4) ondersteunende functies, zoals bodemvorming, fotosynthese en circulatie van voedingsstoffen.

De belangrijkste conclusie uit het MA-project is dat wij mensen de laatste vijftig jaar ongekende veranderingen teweeg hebben gebracht in natuurlijke systemen. Dit was noodzakelijk om te voldoen aan de toenemende vraag naar voedsel, water, vezels en energie. De veranderingen hebben bijgedragen aan het verbeteren van de levensstandaard van miljarden mensen. Tegelijkertijd is echter de capaciteit van ecosystemen om hun functies in het ecosysteem 'aarde' te vervullen sterk verminderd.

De opstellers van de MA wijzen voor de wereldwijde aantasting van ecosystemen een scala van directe en indirecte oorzaken aan. Tot de directe behoren vervanging van bos door landbouwgewassen, overbevissing van zeeën en oceanen, en vervuiling van land, lucht en water. Onder de indirecte oorzaken worden bevolkingstoename, economische groei en technologische ontwikkelingen gerekend. Men trekt de trends door naar de toekomst en signaleert onder meer dat de komende honderd jaar klimaatverandering waarschijnlijk de belangrijkste oorzaak van het uitsterven van soorten wordt.

Andere internationale rapporten

Naast de MA- en IPCC-documenten zijn nog diverse andere internationale rapporten te noemen over de veranderingen die zich wereldwijd in ons leefmilieu voltrekken: onder andere de 'Global Environmental Outlook 4' en 'The pan-European environment: glimpses into an uncertain future'.^{7,8} Ook deze rapporten laten zien dat het leefmilieu en daarmee de leefbaarheid van de aarde ernstig wordt bedreigd en dat een complexe mix van sociale, economische en ecologische maatregelen nodig is om het tij te keren en de leefbaarheid te bevorderen.

Totaalbeeld

Uit de bovengenoemde rapporten volgt dat zich naast klimaatverandering diverse andere wereldwijde veranderingen in het milieu voltrekken die direct worden veroorzaakt door menselijke activiteiten en die elkaar ook onderling beïnvloeden, denk aan: luchtverontreiniging, aantasting van de ozonlaag, verlies van biodiversiteit, vervuiling en verzuring van zeeën en oceanen, overbevissing, bodemerosie en ontbossing, verstoring van de stikstofkringloop en afnemende voorraden zoetwater. In zijn totaliteit komt dit neer op dusdanig grootschalige wereldwijde veranderingen van land, oceanen en atmosfeer dat de fundamentele condities die nodig zijn voor een duurzame ontwikkeling van de menselijke samenleving, worden bedreigd. Al met al gaat het om complexe, samenhangende ontwikkelingen in een mondiale context die een verscheidenheid aan lokale, regionale en wereldwijde effecten tot gevolg hebben.

Nederland

De wereldwijde milieuveranderingen zullen naar verwachting ook in Nederland optreden of hier gevolgen hebben; er is geen reden om aan te nemen dat ons land de dans ontspringt. Reeds nu zijn er aanwijzingen dat het klimaat in ons land aan het veranderen is. Uit onder meer KNMI-cijfers blijkt dat Nederland de laatste vijftig jaar sterker is opgewarmd dan de wereld gemiddeld.⁹ Voor de toekomst gaat de zorg van de Nederlandse regering daarom met name uit naar onze veiligheid.^{10,11} Daarbij legt zij het accent op bescherming tegen de gevolgen van klimaatverandering die zich hier het meeste laten voelen: zeespiegelstijging en overstromingen.

Aanpak

Nederland is mede verantwoordelijk voor de wereldwijde milieuveranderingen; tevens ondervinden we er de gevolgen van. De oorzaken zijn alleen in internationaal verband effectief aan te pakken; denk bijvoorbeeld aan het terugdringen van de CO₂-uitstoot. Onder de bevolking in de EU bestaat ook draagvlak voor een dergelijke internationale samenwerking, in ieder geval waar het klimaatverandering betreft.^{12,13} Zelfs als dat voortvarend gebeurt zijn ongewenste milieuveranderingen waarschijnlijk hooguit voor een deel te voorkomen; denk bijvoorbeeld aan de stijging van de zeespiegel. Daarom zijn ook beschermende maatregelen noodzakelijk. Deze kunnen voor een deel op nationaal niveau worden getroffen, omdat de gevolgen en oplossingen van continent tot continent en van land tot land verschillen. In ons land vormen dijkverhoging en inrichting van wateroverloopgebieden hiervan voorbeelden.

Gezondheidseffecten van wereldwijde milieuveranderingen

In dit hoofdstuk wordt de invloed van wereldwijde milieuveranderingen op de volksgezondheid in ons land samengevat; dit geschiedt in paragraaf 3.1 en 3.2 aan de hand van het rapport ‘Mondiale milieuveranderingen en volksgezondheid: stand van de kennis’.² Vervolgens komt in paragraaf 3.3 van dit hoofdstuk aan bod welke betekenis de bevindingen zouden moeten hebben voor de onderzoeksagenda uit het besproken rapport, door aandacht te vragen voor ontwikkelingen die in de verdrukking dreigen te komen. In paragraaf 3.4 ten slotte maakt de commissie een aantal concluderende opmerkingen over de gezondheidseffecten van wereldwijde milieuveranderingen die ze speciaal onder de aandacht wil brengen en geeft ze aan *welk soort* onderzoek in het bijzonder kan helpen om meer duidelijkheid te verschaffen.

3.1 Belang van het rapport ‘Mondiale milieuveranderingen en volksgezondheid: stand van de kennis’

In het rapport ‘Mondiale milieuveranderingen en volksgezondheid: stand van de kennis’ komen de volgende wereldwijde processen plus hun effecten op de volksgezondheid in Nederland aan bod: veranderingen in de atmosfeer (klimaatverandering en aantasting van de ozonlaag), verandering in landbedekking en -gebruik, uitputting van de zoetwatervoorraden en afname van de biodiversiteit. Deze laatste ontwikkeling is vooral een gevolg van de eerste drie. In navolging van internationale publicaties^{5,14} wordt een onderscheid gemaakt in gevolgen

- van directe blootstelling aan individuele milieufactoren (bijvoorbeeld oversterfte door een hittegolf, of extra huidkanker door een toename van de ultraviolette straling van de zon),
- die tot stand komen langs indirecte weg (bijvoorbeeld als gevolg van ontbossing, erosie, uitputting van de bodem en bemesting, watervervuiling)
- waarin naast het fysieke milieu ook de sociale omgeving een belangrijk aandeel heeft, doordat er sociale, economische en demografische crises aan ten grondslag liggen – de zeer indirecte effecten (bijvoorbeeld het uitbreken van infectieziekten door het op gang komen van vluchtelingenstromen na overstromingen tengevolge van klimaatverandering).

De commissie vindt het rapport een helder en informatief document. De nieuwwaarde ervan ligt in de toespitsing op de Nederlandse situatie; het biedt de Nederlandse overheid belangrijke aanknopingspunten voor beleidskeuzes.

Het rapport maakt duidelijk dat er nog veel vragen onbeantwoord zijn over de gezondheidseffecten van wereldwijde milieuveranderingen, zowel op wereldwijde schaal als in Nederland. Gezien de ernst van de situatie noopt dat volgens de opstellers van het rapport tot onderzoek om doeltreffende en doelmatige maatregelen te kunnen nemen ter bescherming van de volksgezondheid. De commissie onderschrijft dit oordeel. In de volgende paragraaf geeft ze een overzicht van de mogelijke schadelijke effecten en beoordeelt ze hoe aannemelijk het is dat deze zich in Nederland zullen voordoen.

3.2 Gezondheidseffecten

Tabel 1 geeft een overzicht van de mogelijke invloeden van de verschillende milieuveranderingen op de Nederlandse volksgezondheid. In de tabel is aangegeven in hoeverre het verband tussen een milieuverandering en een bepaald gezondheidseffect empirisch onderbouwd is en of het concrete effect zich in Nederland kan voordoen. De tabel is gebaseerd op het rapport ‘Mondiale milieuveranderingen en volksgezondheid: stand van de kennis’.

Uit het overzicht blijkt dat de gevolgen voor de volksgezondheid van veranderingen in de atmosfeer (klimaatverandering en aantasting van de ozonlaag) het best bekend en onderzocht zijn. De mogelijke effecten van de overige typen wereldwijde milieuveranderingen zijn over het algemeen indirecter en minder onderzocht. Daarom zijn ze moeilijker aan te geven.

Tabel 1 Gezondheidseffecten van wereldwijde milieuveranderingen

Milieu-veranderingen	Gevolgen	Kennis	Relevantie voor Nederland
<i>Klimaatverandering</i>			
Directe gevolgen	Toenemende ziekte en sterfte door meer hitte- en koudegolven. Door minder koude winters mogelijk minder sterfte en ziekte. Ziekte uit zich in een verergering van aandoeningen van de luchtwegen en hart- en vaatziekten. Ongunstige beïnvloeding van de luchtkwaliteit en waterkwaliteit door stijgende temperaturen en daardoor stijgende kans op ziekten. Stijgende kans op voedselbederf en daardoor voedselvergiftiging.	De invloed van hittegolven op ziekte en sterfte is gedocumenteerd. Dat klimaatverandering leidt tot meer hittegolven (en mogelijk koudegolven) lijkt plausibel. De overige effecten zijn plausibel bij hogere gemiddelde temperaturen.	De invloed van hittegolven op ziekte en sterfte is ook voor Nederland gedocumenteerd. In welke mate de overige effecten van belang zijn, hangt samen met de maatregelen om luchtverontreiniging terug te dringen én het beheer van de waterkwaliteit. Voedselbederf lijkt voor de Nederlandse situatie van minder belang.
Indirecte gevolgen	Door verandering in de seizoenen en plantengroei kan het pollenseizoen langer worden en kunnen atopische aandoeningen toenemen. Veranderingen in de insectenpopulaties geven andere verspreidingspatronen van reeds voorkomende vectorgebonden ziekten. Nieuwe vectoren kunnen overleven, met als gevolg dat er nieuwe vectorgebonden ziekten verschijnen. Zeespiegelstijging doet het risico van overstromingen in kustgebieden toenemen met directe gevolgen voor de bewoners en indirecte door verslechterende woonomstandigheden (onder andere infectieziekten door verslechterde kwaliteit oppervlaktewater, luchtwegaandoeningen door vochtige huizen). Extreem hoge en lage waterstanden in rivieren komen mogelijk vaker voor met gevolgen voor de biologische en chemische waterkwaliteit (door overstroming kan bijvoorbeeld lokale bodemvervuiling in de rivier terechtkomen, bij extreme droogte kunnen lokale lozingen minder verdund worden). Lage waterstanden bedreigen drinkwatervoorziening en energievoorziening (via koelwatergebruik).	Voor de veranderingen in de seizoenen, pollenconcentraties en spreidingspatronen van vectorgebonden ziekten zijn aanwijzingen, maar het is lastig te bepalen in hoeverre klimaatverandering hiervoor medeverantwoordelijk is. De gevolgen van overstromingen zijn gedocumenteerd, maar over het samenspel tussen zeespiegelstijging, extreme weersomstandigheden en klimaatverandering is nog veel onbekend. Dat geldt ook voor een toename van overstromingen in de perioden van lage waterstand in de rivieren.	Verlenging van het groeiseizoen en verschuivingen in het pollenseizoen zijn in Nederland waargenomen. Dat ons land met de gevolgen van seizoensveranderingen en veranderingen in verspreiding van vectorgebonden ziekten te maken krijgt, lijkt daarom plausibel. Nederland is kwetsbaar voor een toenemend overstromingsrisico, een onderwerp dat overigens van oudsher veel aandacht krijgt. Ook de problemen die ontstaan door lage waterstand in de rivieren zijn voor Nederland van belang.

Tabel 1 Gezondheidseffecten van wereldwijde milieuveranderingen

Milieu-veranderingen	Gevolgen	Kennis	Relevantie voor Nederland
Zeer indirecte gevolgen	Door hittegolven en gemiddeld hogere temperaturen kan waterschaarste optreden, wat kan leiden tot economische en sociale ontwrichting. Ook door zeespiegelstijging veroorzaakte overstromingen kunnen dergelijke maatschappelijke gevolgen hebben.	Dat de genoemde effecten optreden is plausibel en ook gedocumenteerd. Tijdstip, plaats, aard en omvang laten zich echter moeilijk voorspellen en hangen af van andere maatschappelijke condities. De effecten lopen over in die van andere wereldwijde milieuveranderingen.	Betekenis voor de Nederlandse volksgezondheid is onbekend.
<i>Aantasting ozonlaag</i>			
Indirecte gevolgen ^a	De aantasting van de ozonlaag leidt tot stijging van de UV-stralingsniveaus van de zon op het aardoppervlak. Dit kan leiden tot een stijging van de incidentie van en sterfte aan basaalcel- en plaveiselcarcinomen en mogelijk de incidentie van en sterfte aan melanomen beïnvloeden. Ook zijn er aanwijzingen dat bepaalde vormen van staar worden veroorzaakt door blootstelling aan UV-straling van de zon. Een grotere blootstelling aan zonlicht (UV-straling) is in veel streken bevorderlijk voor de vitamine D-status en dus ook voor de botvorming. Bovendien wordt hij geassocieerd met teruggedringing van bepaalde vormen van kanker, anders dan huidkanker. Ook zijn er aanwijzingen dat UV-straling het immuunsysteem onderdrukt. Daarnaast kan UV-straling mogelijk ook plantengroei en landbouwopbrengsten beïnvloeden, evenals de reproductie van dieren, bijvoorbeeld vissen.	De relatie tussen UV-straling en huidkanker is goed gedocumenteerd (behalve voor melanomen). Voor oogaandoeningen is dat minder het geval. Maar zeker is dat UV-straling hierbij een rol speelt. Ook de relatie tussen UV-straling van de zon en vitamine D-status is goed gedocumenteerd, evenals de invloed van vitamine D op botvorming. De mate waarin blootstelling aan de zon, al dan niet via vitamine D-vorming, het ontstaan van bepaalde vormen van kanker anders dan huidkanker tegengaat, is onderwerp van wetenschappelijk debat. Of meer UV-straling leidt tot een toename van infectieziekten via aantasting van het immuunsysteem is niet duidelijk. De effecten op planten en dieren zijn plausibel en lopen samen met die van andere wereldwijde milieuveranderingen.	Nederland heeft met deze effecten te maken: de stijging van het UV-stralingsniveau is door metingen bevestigd. ¹⁶ De bedreiging voor de gezondheid lijkt in eerste instantie gering indien in de zomer gebruikelijke voorzorgsmaatregelen worden genomen (zoals uit de zon blijven en zonnebrandmiddelen gebruiken). De effecten op planten en dieren lijken in Nederland geen punt van grote zorg waar het de Nederlandse voedselvoorziening betreft.
<i>Verandering in landgebruik</i>			
Indirecte gevolgen	Veranderingen in landgebruik kunnen leiden tot een verstoring van natuurlijke systemen en de milieufuncties die deze systemen vervullen. Dit kan weer leiden tot een vermindering van biodiversiteit en tot extra CO ₂ -uitstoot en minder CO ₂ -opname, waardoor de klimaatverandering versnelt. Via erosie en verwoestijning kan landbouwgrond verloren gaan.	De invloed van de verandering van landgebruik is plausibel en ook gedocumenteerd. De gevolgen voor de gezondheid laten zich moeilijker aangeven daar die mede afhankelijk zijn van veel andere ontwikkelingen. De effecten lopen over in die van andere wereldwijde milieuveranderingen.	Verandering in Nederlands landgebruik lijkt minder van belang, waar in feite Nederland een cultuurlandschap kent. Gevolgen voor de volksgezondheid in Nederland zullen zich dan ook indirect uiten via overstromingen en economische mechanismen.

Tabel 1 Gezondheidseffecten van wereldwijde milieuveranderingen

Milieu-veranderingen	Gevolgen	Kennis	Relevantie voor Nederland
Zeer indirecte gevolgen	De indirecte effecten kunnen leiden tot economische en sociale ontwrichting en mede een factor vormen voor gewapende conflicten; voedsel- en watertekorten én migratiestromen kunnen het gevolg zijn.	Dat de genoemde effecten optreden is plausibel en ook gedocumenteerd. Tijdstip, plaats, aard en omvang laten zich echter moeilijk voorspellen en hangen af van andere maatschappelijke condities.	Betekenis voor de Nederlandse volksgezondheid is onbekend.
<i>Verandering in de zoetwatervoorziening</i>			
Indirecte en zeer indirecte gevolgen	Door droogte, lage rivierwaterstanden en uitputting van grondwaterreservoirs wordt in diverse streken de zoetwatervoorziening bedreigd. Ook dat kan weer leiden tot sociale en economische ontwrichting. Door hoge rivierwaterstanden wordt de biologische kwaliteit van het water bedreigd, wat ook een gevaar voor de drinkwatervoorziening kan vormen.	Dat de genoemde effecten optreden is plausibel en ook gedocumenteerd. Tijdstip, plaats, aard en omvang laten zich echter moeilijk voorspellen en hangen af van andere maatschappelijke condities.	Betekenis voor de Nederlandse volksgezondheid is onbekend.
<i>Verlies van biodiversiteit</i>			
Indirecte en zeer indirecte gevolgen	Hoe verlies van biodiversiteit het wereldwijde milieu beïnvloedt, is onzeker. Duidelijk is dat de stabiliserende rol van natuurlijke systemen vermindert. Dit kan leiden tot minder CO ₂ -opname, waardoor de klimaatverandering versnelt. Ook wordt biodiversiteit genoemd als bron van bijvoorbeeld voedingsgewassen en geneesmiddelen; aantasting vormt dus een gevaar voor deze functie.	Kennis over mechanismen en gevolgen is nog zeer beperkt. Invloeden op het wereldwijde klimaatstelsel zijn wetenschappelijk niet zeker. Ook de invloeden van klimaatverandering op de biodiversiteit zijn onzeker.	Betekenis voor de Nederlandse volksgezondheid is onbekend.

^a In 1994 heeft de Gezondheidsraad de gezondheidseffecten van aantasting van de ozonlaag beoordeeld; ten opzichte van de verhoudingsgewijs goede stand van wetenschap van toen is de situatie niet noemenswaardig veranderd ¹⁵

Sommige effecten – van met name klimaatverandering en aantasting van de ozonlaag – lijken nu al op te treden, zoals meer aan hittegolven gerelateerde sterfte en een toename van luchtwegallergieën. Maar ook tot nu toe onbekende effecten kunnen zich voordoen, bijvoorbeeld nieuwe infectieziekten, die zich niet eerder op ruime schaal in ons land manifesteerden, en gevolgen voor de volksgezondheid van migratiestromen die ontstaan door conflicten die mede hun oorzaak vinden in aantasting van de leefomgeving door wereldwijde milieuveranderingen (bijvoorbeeld waterschaarste). Overigens komen de gezondheidsbedreigingen ongetwijfeld voor een deel voor rekening van andere factoren dan de wereldwijde milieuveranderingen; de toename van infectieziek-

ten bijvoorbeeld door de groei van het intercontinentale reizigers- en handelsverkeer. Die vergroot namelijk de kans dat zieke en ziektedragende mensen, insecten en andere dierlijke ziektedragers nieuwe ziekten snel en wereldwijd verspreiden. Meer in het algemeen is het proces van globalisering een belangrijke factor.

Ons staat dus mogelijk een versterking te wachten van effecten die reeds in ons land optreden gecombineerd met het verschijnen van een onbekend aantal nieuwe effecten. In alle gevallen geldt hoe verder weg in de tijd, hoe onzekerder. Onbekende omslagpunten kunnen daarbij voor verrassingen zorgen.¹⁷ Wanneer zo'n punt wordt bereikt, kan een kleine verstoring van het evenwicht tot een grote en mogelijk onomkeerbare verandering leiden.

Tussen de verschillende veranderingsprocessen treden allerlei wisselwerkingen op; klimaatverandering kan bijvoorbeeld leiden tot veranderingen in ecosystemen, waardoor de soortensamenstelling wijzigt. Zodoende gaat het niet om gescheiden ontwikkelingen. Dit verklaart voor een deel het gebrekkige inzicht in de gevolgen van deze processen voor de volksgezondheid afzonderlijk.

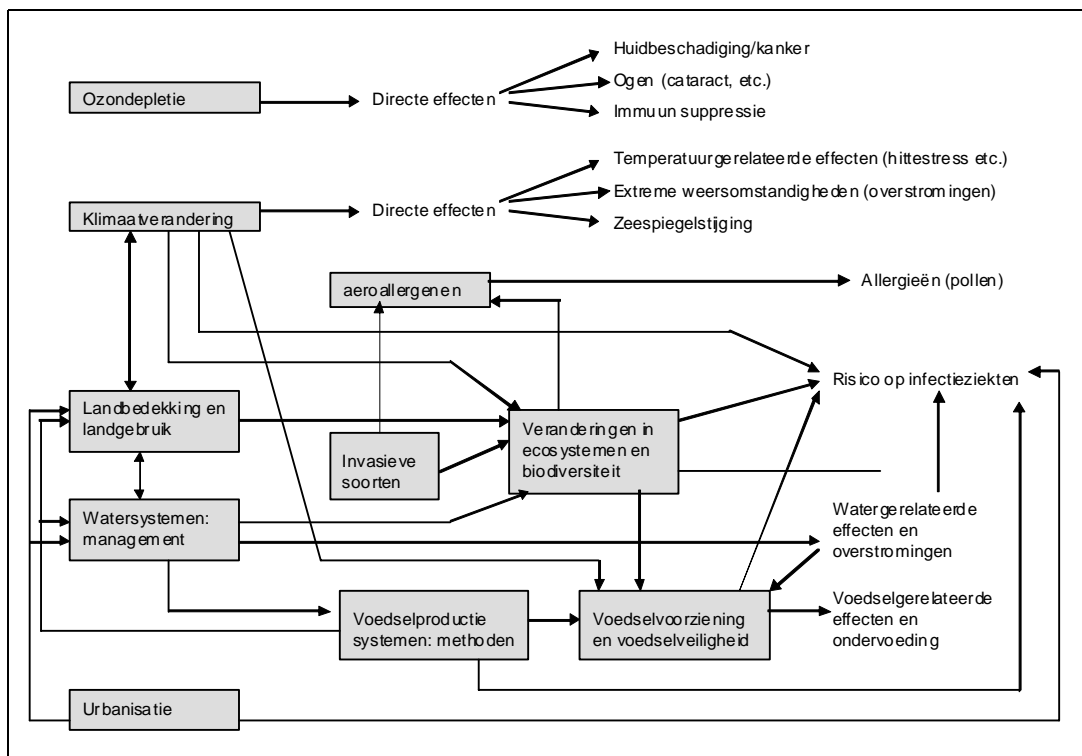
In figuur 1 is weergegeven hoe de samenhang tussen klimaatverandering en volksgezondheid eruit zou kunnen zien, en hoe de overige milieuveranderingen op dit verband kunnen ingrijpen. Dit schema illustreert hoe lastig het is om de invloeden van de verschillende milieuveranderingen op de gezondheid te ontrafelen.

De veranderingsprocessen die zich wereldwijd in het milieu voltrekken, hebben niet uitsluitend nadelige gevolgen voor de Nederlandse volksgezondheid. Er zijn ook positieve effecten aan te wijzen. Tegenover de negatieve effecten van klimaatverandering staat mogelijk een afname van de sterfte door winterkoude. Verder zijn indirecte effecten denkbaar, via bijvoorbeeld betere oogsten. Het overzicht laat echter zien dat er iets ernstigs aan de hand is. Daarom geeft de commissie ter overweging om het beleid gericht op bescherming tegen de negatieve effecten te intensiveren.

3.3 Onderzoeksagenda

3.3.1 *Vier criteria voor het opstellen van een onderzoeksagenda*

Bij het opstellen van een onderzoeksagenda zijn volgens de auteurs van het rapport 'Mondiale milieuveranderingen en volksgezondheid: stand van de kennis' vier criteria van belang:



Figuur 1 Schema van de belangrijkste mechanismen via welke klimaatverandering de volksgezondheid zou kunnen beïnvloeden.²

- omvang van de gezondheidseffecten in Nederland op de langere termijn (na 2030) in termen van extra voortijdige sterfgevallen
- mate van zekerheid van deze gevolgen voor Nederland
- mate van beïnvloedbaarheid van de gevolgen door Nederlands beleid
- onderzoekbaarheid van de gevolgen.²

3.3.2 Prioriteiten

De rapporteurs hebben de vraagstukken globaal aan de hand van deze criteria vergeleken en kwamen tot de conclusie dat klimaatverandering en aantasting van de ozonlaag hierop hoger scoren dan veranderingen in landgebruik, zoetwatervoorziening en biodiversiteit, omdat hun gevolgen beter bekend zijn. Klimaatverandering en aantasting van de ozonlaag vinden de rapporteurs onderwerpen waarbij op relatief korte termijn door investeringen in onderzoek reeds winst

voor de volksgezondheid te behalen valt. Het zou naar hun mening echter geen verstandige aanpak zijn om de onderzoeksprioriteiten uitsluitend op een dergelijke redenering te baseren. Vanwege de geringe mate van zekerheid, beïnvloedbaarheid en onderzoekbaarheid van de mogelijke gezondheidsrisico's van de overige wereldwijde milieuveranderingen zouden deze dan onvermijdelijk lager eindigen in een globale prioritering van onderzoeksvragen. Daarom opperen ze om daarbij ook andere overwegingen te betrekken, bijvoorbeeld de combinatie van potentieel grote, maar zeer onzekere risico's die juist bij deze typen wereldwijde milieuveranderingen worden aangetroffen. Ze bevelen dan ook aan om in een onderzoeksprogramma een balans te zoeken tussen investeringen in onderzoek die op relatief korte termijn met een redelijke mate van zekerheid aan bevordering van de Nederlandse volksgezondheid kunnen bijdragen, en investeringen in onderzoek die juist de onzekerheden op de langere termijn helpen verminderen.

De commissie onderschrijft dit voorstel en benadrukt het laatste punt. Het is niet raadzaam om het onderzoek alleen te richten op de effecten die ofwel redelijk zeker zijn, ofwel zeer plausibel. Ook onderzoek naar de meest onzekere effecten, die van veranderingen in landgebruik, zoetwatervoorziening en biodiversiteit dus, is van belang. Op die manier wordt vermeden dat te weinig wordt geïnvesteerd in onderzoek naar de onzekere, maar potentieel ingrijpende overige risico's. Op de redelijk zekere en plausibele effecten kan bovendien reeds beleid worden ingezet. Dat kan door optreden dat tot doel heeft om de milieuveranderingen te beteugelen (aanvullende maatregelen treffen om de CO₂-uitstoot te reduceren bijvoorbeeld) en handelen dat beoogt de gevolgen te beperken (onder meer bescherming tegen hitte bieden). Bij het laatste type maatregelen is wel de vraag aan de orde welke groepen worden getroffen en hoe deze het beste weerbaar kunnen worden gemaakt.

3.4 Conclusie

De commissie concludeert dat de kennis over de invloeden van wereldwijde veranderingen in ons leefmilieu op de volksgezondheid in Nederland mager is. Sedert het verschijnen van het eerste advies dat de raad aan de invloed van klimaatverandering op de volksgezondheid wijdde, is de kennis wel toegenomen. Van klimaatverandering is nu duidelijk dat het de gezondheid kan schaden. Ook van aantasting van de ozonlaag is dat duidelijk, maar daar is het beeld niet wezenlijk veranderd sedert de raad de gezondheidsgevolgen ervan beoordeelde. Van veranderingen in landgebruik, uitputting van zoetwatervoorraden en afname van de biodiversiteit zijn nadelige effecten eveneens aannemelijk, maar de empi-

rische onderbouwing is hier minder sterk. Het gaat om effecten waarvoor ook andere factoren als mede-oorzaken aan te wijzen zijn. Ze zijn allemaal plausibel, ernstig en relevant voor Nederland. Het gaat om al optredende effecten en mogelijk ook om nieuwe verschijnselen.

Gezien het voortschrijden van de milieuveranderingen en het scala van mogelijke invloeden op de volksgezondheid vindt de commissie het vraagstuk dringend. De Nederlandse overheid heeft in internationaal verband een voortrekkersrol op zich genomen om iets tegen de milieuveranderingen te doen, omdat de leefbaarheid wereldwijd in het gedrang komt.¹⁸ Daarnaast is er actie ondernomen om de gevolgen in Nederland te beperken, maar die betreft vrijwel uitsluitend de ruimtelijke inrichting van ons land met het oog op de veiligheid (stijging van de zeespiegel en extreme rivierafvoeren). Vanwege hun potentieel grote ernst en omvang verdienen ook de gezondheidsrisico's volgens de commissie nadrukkelijk een plaats op de beleidsagenda. Recent is een groep Britse wetenschappers tot dezelfde conclusie gekomen.¹⁹

Dat het inzicht in de invloeden van de verschillende wereldwijde milieuveranderingen op de volksgezondheid, in het algemeen en in Nederland in het bijzonder, nog veel te wensen overlaat is niet verwonderlijk, want deze veranderingen bezitten kenmerken die het uiterst lastig maken om hun invloed op de volksgezondheid te onderzoeken: ze bestrijken een enorm breed terrein, ze hebben een sluipend karakter, ze strekken zich ver uit in tijd en ruimte, ze hebben meerdere oorzaken, ze hebben een breed scala van gevolgen en ze zijn onderling van elkaar afhankelijk. Hier komt bovendien bij dat ook andere factoren effecten op de volksgezondheid hebben, zoals welvaartsniveau en kwaliteit van de gezondheidszorg, en dat deze factoren door wereldwijde milieuveranderingen worden beïnvloed (zie bijvoorbeeld ²⁰). Wil nader onderzoek naar de gezondheidseffecten betrouwbare resultaten opleveren, dan moet met deze aspecten rekening worden gehouden.

Alles overziende vindt de commissie het raadzaam om verder te investeren in onderzoek naar de gezondheidseffecten van wereldwijde milieuveranderingsprocessen. Zij vindt het belangrijk om daarbij niet uit het oog te verliezen dat het om ontwikkelingen gaat die onderlinge afhankelijkheid vertonen. Het gaat om meer dan de vier besproken veranderingen (zie hoofdstuk 2). Er vallen bijvoorbeeld ook luchtverontreiniging en de vervuiling en verzuring van zeeën en oceanen onder, waarbij de eerste een sterke lokale component heeft en op relatief korte termijn al nadelige effecten op de gezondheid kan veroorzaken (aandoeningen van de luchtwegen en van hart en bloedvaten). Expliciet aandacht verdient het lastige onderzoek dat de onzekerheden bij de gezondheidsgevolgen van verande-

ringen in landgebruik, zoetwatervoorziening en biodiversiteit kan helpen verminderen, ook al leiden de onderzoeksresultaten waarschijnlijk niet snel tot beleidsmatige oplossingen.

Verder onderzoek naar de gevolgen van klimaatverandering en aantasting van de ozonlaag voor de volksgezondheid kan aansluiten bij allerlei reeds lopende onderzoeksprogramma's, bijvoorbeeld naar luchtwegaandoeningen en infectieziekten. De overige wereldwijde milieuveranderingen moeten het zonder een dergelijk onderzoekskader stellen. Bovendien staat het formuleren van hypothesen hier nog in de kinderschoenen; initiatieven in deze richting zijn er al wel.²¹

Bij klimaatverandering is reeds zo veel over de gezondheidseffecten bekend dat het raadzaam is om het onderzoek al voor een deel te richten op de mogelijkheden om ons aan te passen, bijvoorbeeld door de aandacht te richten op het identificeren van risicogroepen en op de wijze waarop de gezondheidsbedreiging voor hen kan worden verminderd. Bij aantasting van de ozonlaag bestaat die noodzaak minder, omdat wereldwijde maatregelen zijn getroffen die effectief zijn en naar verwachting op termijn tot herstel van de ozonlaag leiden (het uitbannen van gassen die de ozonlaag aantasten). Bij de overige milieuveranderingen is nog veel onderzoek aangewezen naar de aard van de gezondheidsbedreigingen, hun omvang, plaats en tijdstip van optreden.

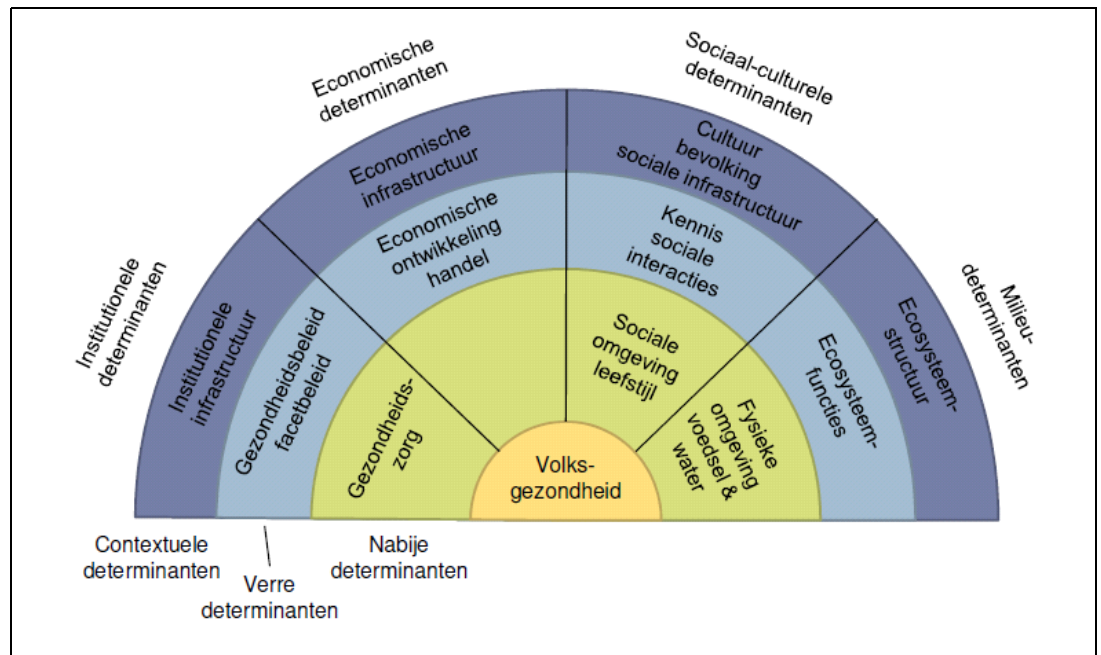
Om een stap verder te komen en meer inzicht in de invloeden van de wereldwijde veranderingen in het leefmilieu op de volksgezondheid te krijgen, is een samenhangende analyse van de materie onontbeerlijk. Weliswaar zijn veel waarnemingen gedaan en hypothesen geformuleerd, maar de verbanden tussen de verschillende verschijnselen – de milieuveranderingen en hun mogelijke oorzaken en gevolgen, inclusief die voor de volksgezondheid – zijn in zeer beperkte mate bekend. Daarom is opheldering van deze verbanden cruciaal. In deze context spreekt de commissie over opheldering van de structuur van het netwerk van invloedsketens waarvan wereldwijde milieuveranderingen en hun gezondheidseffecten deel uitmaken. Daarnaast dienen ook andere determinanten van volksgezondheid, zoals welvaartsniveau en kwaliteit van de gezondheidszorg, in de beschouwing betrokken te worden. Met een dergelijk systeemdenken valt het meeste inzicht in samenhangen, en dus doeltreffende en doelmatige beleidsmaatregelen, te verkrijgen. In het volgende hoofdstuk wordt dit verder uitgewerkt.

Systeembenadering voor volksgezondheid

In dit hoofdstuk wordt besproken waarom systeemdenken aangewezen is om het inzicht te vergroten in de relaties tussen wereldwijde milieuveranderingen en de Nederlandse volksgezondheid. In de eerste paragraaf worden de contouren van ‘het systeem’ geschetst, het netwerk van invloedsketens waarvan wereldwijde milieuveranderingen en hun oorzaken deel uitmaken (paragraaf 4.1). Vervolgens wordt de betekenis van systeemdenken aangegeven voor opheldering van de verbanden tussen milieuveranderingen en volksgezondheid en voor het bepalen van de effectiviteit van beleid (paragraaf 4.2). Daarna wordt besproken hoe het systeemdenken het beste kan worden aangepakt (paragraaf 4.3). Tot slot worden conclusies getrokken (paragraaf 4.4).

4.1 Determinanten van gezondheid

De volksgezondheid wordt bepaald door verscheidene factoren (‘determinanten’). Er bestaan uiteenlopende conceptuele modellen voor. Uitgangspunt voor dit signalement is het in figuur 2 weergegeven model, dat speciaal is ontwikkeld om de verbanden tussen wereldwijde veranderingsprocessen en de volksgezondheid te beschrijven. In dit model zijn alleen invloeden van buitenaf opgenomen; erfelijke factoren, die de gezondheid mede bepalen, blijven buiten beschouwing. Volgens het model zijn vier soorten determinanten van volksgezondheid te onderscheiden. Naast determinanten uit het milieudomein, zoals luchtkwaliteit en klimaat, zijn dat determinanten uit het institutionele, het economische en het



Figuur 2 Determinanten van gezondheid.²

sociaal-culturele domein. Met het institutionele domein wordt de politieke en bestuurlijke inrichting van de maatschappij bedoeld. Een belangrijke factor in dit domein is het onderwijs. Bij economische determinanten gaat het om onder meer de invloed van economische ontwikkelingen en welvaart op de volksgezondheid. Bij het sociale domein valt te denken aan *lifestyle* en sociale cohesie.

Binnen de domeinen laten zich verschillende niveaus onderscheiden waarop determinanten op de gezondheid kunnen inwerken: nabij, ver en contextueel. Nabije factoren werken direct in op de volksgezondheid. Verre determinanten opereren verder terug in de keten en werken via (een aantal) intermediaire oorzaken; bij verre determinanten is er altijd sprake van indirecte invloed. Contextuele factoren ten slotte zijn te zien als omstandigheden op macroniveau waarbinnen de verre en nabije factoren opereren en zich ontwikkelen; hun invloed is nog indirecter dan die van de verre determinanten. In het institutionele domein bijvoorbeeld zijn contextuele factoren onder meer de staatsinrichting en de algemene wetgeving. Verre determinanten in dat domein zijn allerlei vormen van preventief gezondheidsbeleid, zoals de regelgeving tegen het roken, maar ook ander beleid dat invloed heeft op de volksgezondheid, bijvoorbeeld inzake de

voedselvoorziening of arbeidsomstandigheden ('facetbeleid'). Bij nabije determinanten in de institutionele sfeer gaat het onder meer om het bestaan van allerlei voorzieningen voor medische behandeling en zorg inclusief de toegang tot deze voorzieningen.*

Er zijn dus veel factoren van invloed, maar bovendien treedt wisselwerking en terugkoppeling op tussen determinanten binnen één domein en tussen determinanten uit verschillende domeinen (die ook nog eens in niveau kunnen verschillen). Een voorbeeld van terugkoppeling is het volgende. Een onderdeel van het institutionele domein, de inrichting van de gezondheidszorg (een verre determinant), heeft invloed op de volksgezondheid. De verbinding tussen beide werkt echter ook in omgekeerde richting: een verbetering van de volksgezondheid heeft weer een effect op de inrichting van de gezondheidszorg. Voor wisselwerkingen binnen het milieudomein zijn onder meer de verschillende biochemische kringlopen verantwoordelijk (met name die van de elementen koolstof, stikstof, fosfor en zwavel), omdat ze verbindingsschakels vormen tussen de verschillende milieuveranderingsprocessen.

Als gevolg van het optreden van wisselwerking en terugkoppeling is het geheel te beschouwen als een samenhangend netwerk dat in zijn totaliteit bepalend is voor de volksgezondheid. Alleen wanneer deze samenhang in de beschouwing wordt betrokken, zijn betekenisvolle uitspraken te doen over de bijdrage van afzonderlijke determinanten aan de volksgezondheid.

4.2 Belang van systeemdenken

Als gevolg van de hierboven geschetste complexiteit van het netwerk en van gebrekkig inzicht op onderdelen zijn de verbanden tussen veranderingen in het leefmilieu en de volksgezondheid lastig bloot te leggen, laat staan dat ze op betrouwbare wijze in getallen te vangen zijn. In de praktijk worden daarom meestal allerlei vereenvoudigingen toegepast om een beoordeling te kunnen maken van de invloed die een miliefactor op de volksgezondheid heeft. Men neemt bijvoorbeeld aan dat er geen wisselwerkingen optreden, ofwel dat wanneer één factor wordt weggenomen, de invloeden van de overige factoren op de levensverwachting gelijk blijven.

Om verbetering in deze situatie te brengen moeten we het systeem beter leren begrijpen. Daarvoor is een geïntegreerde beschouwing van de materie nodig, waarbij rekening wordt gehouden met de dynamiek van de factoren die invloed

* Over waar precies de grenzen tussen direct, indirect en zeer indirect moeten worden getrokken, verschillen wetenschappers van mening.

hebben op de volksgezondheid, inclusief bekende wisselwerkingen, terugkoppelingen en omslagpunten. Alleen op die manier zijn substantiële vorderingen te maken bij het bepalen van de invloed van wereldwijde milieuveranderingen op de volksgezondheid, in het bijzonder de Nederlandse, en bij het bepalen van de effectiviteit van maatregelen om de oorzaken van de veranderingen aan te pakken en de gevolgen te beperken (in welk domein deze maatregelen ook worden getroffen). Deze aanpak staat bekend als systeemdenken of systeembenadering; een systeem is een verklarende beschrijving van een begrensd deel van de werkelijkheid dat bestaat uit een aantal onderdelen waartussen wisselwerking optreedt.²³ In dit signalement is het systeem het uit vier domeinen bestaande netwerk van invloedsketens dat de volksgezondheid bepaalt. Toepassing van systeemdenken heeft vooral meerwaarde bij het beoordelen van effecten die zich op de lange termijn voordoen. Noodgedwongen beperken onderzoekers zich in de praktijk tot meer of minder grote delen van het netwerk.

4.3 Aanpak van systeemdenken

De essentie van systeemdenken is de integrale beschouwing. Die vereist dat inzichten, informatie en analysemethoden uit verschillende vakgebieden bijeen worden gebracht. Systeemdenken gericht op de gezondheidseffecten van wereldwijde milieuveranderingen vraagt om het integreren van onder andere epidemiologisch, biomedisch en ecologisch onderzoek naar gezondheidsgevolgen met economisch en sociaalwetenschappelijk onderzoek. Welk stuk van het systeem men onderzoekt bepaalt in welke mate inbreng vanuit de verschillende vakgebieden nodig is.

Systeemdenken is in eerste instantie gericht op kwalitatieve beschrijving van mogelijke processen, verbanden, wisselwerkingen, terugkoppelingen en omslagpunten. Sommige onderdelen van het systeem kunnen in een kwantitatieve vorm gegoten worden en lenen zich daardoor voor het maken van berekeningen. Daarom gaan kwalitatieve en kwantitatieve analyse hand in hand, waarbij het laatste vooral in dienst staat van het eerste.

Voor systeemdenken zijn systematische vergaring van gegevens, systeemmodellen en scenario's de belangrijkste instrumenten.

4.3.1 Gebruik van modellen en scenario's

Met behulp van computersimulatiemodellen is inzicht te verkrijgen in het gedrag van een systeem (of van delen ervan). Door in deze modellen verbindingen, wisselwerkingen en terugkoppelingen op te nemen ontstaat een geavanceerde vorm

van integratie tussen de onderdelen (deelmodellen). Door berekeningen te maken kan de werking van het systeem beter begrepen worden.

De commissie reserveert de term systeemanalyse voor het maken van modelberekeningen.* Wanneer er onvoldoende gegevens zijn voor een systeemanalyse hoeft dit niet het einde van het systeemdenken te betekenen; ook zonder berekeningen blijven de uitgangspunten van deze benadering immers van kracht.

Modellen

Op milieugebied is systeemdenken een gangbaar hulpmiddel om inzicht te verkrijgen in wereldwijde milieuveranderingsprocessen en hun oorzaken plus gevolgen. Het is van belang onderscheid te maken tussen twee soorten computermodellen: wetenschappelijke en beleidsgerichte.²⁷⁻³⁰ Het verschil tussen beide is inzichtelijk te maken met twee kenmerken: volledigheid en complexiteit. Volledigheid behelst in hoeverre het systeem door het model wordt bestreken: het aantal opgenomen processen (bijvoorbeeld alleen milieuveranderingen, of ook economische ontwikkelingen). Complexiteit verwijst naar de ingewikkeldheid van het model (bijvoorbeeld alle bekende deelprocessen en natuurlijke variatie in invoergegevens, of alleen gemiddelde waarden en sleutelprocessen).

Wetenschappelijke modellen dienen primair om meer kennis over het functioneren van (delen van) het systeem te verkrijgen. Alle processen worden zo nauwkeurig mogelijk, inclusief hun natuurlijke variatie, gemodelleerd. Op milieugebied bestaan talrijke wetenschappelijke modellen waarmee chemische, fysische en biologische processen op aarde worden beschreven³¹; denk bijvoorbeeld aan het in de tijd bestuderen van de ontwikkeling van het klimaat op de verschillende continenten (klimaatmodellen).

Beleidsgerichte modellen zijn bedoeld om de beschikbare kennis toe te passen ten behoeve van beleidsbeslissingen. Dit type modellen bestrijkt over het algemeen een groter deel van het systeem. Er zijn meerdere chemische, fysische en biologische processen in opgenomen die aan wereldwijde milieuveranderingen ten grondslag liggen en deze processen zijn geïntegreerd met het maatschappelijke functioneren (de institutionele, economische en sociaal-culturele domeinen).^{30,32-34} De verschillende onderdelen van beleidsgerichte modellen zijn sterk vereenvoudigde varianten van de wetenschappelijke modellen. Verder maken alleen sleutelprocessen er deel van uit en wordt er, waar nodig en mogelijk, gewerkt met gemiddelde waarden. Dientengevolge scoren beleidsgerichte

* Niet iedereen maakt dit onderscheid tussen systeemdenken en systeemanalyse; vaak worden de termen door elkaar gebruikt.²⁴⁻²⁶

modellen over het algemeen hoger op volledigheid en lager op complexiteit dan wetenschappelijke modellen.

Analyses met beleidsgerichte modellen kunnen helpen om (combinaties van) beleidsopties te beoordelen en te vergelijken op hun gewenste en ongewenste gevolgen en ze kunnen ook een indruk verschaffen met welk beleid een gegeven doel te bereiken is.^{32,35} Dat geldt voor de complete range van maatregelen: van het afremmen van de wereldwijde milieuveranderingen (door terugdringing van de uitstoot van broeikasgassen bijvoorbeeld) tot het beperken van de gezondheidseffecten (in het geval van hitte bijvoorbeeld via bouwvoorschriften, inrichting van de gezondheidszorg en voorlichting over drinken en bewegen).

Scenario's

Een belangrijke valkuil bij het werken met systeemmodellen is het bestaan van overspannen verwachtingen, namelijk voorspelling van toekomstige ontwikkelingen. Het is echter nagenoeg onmogelijk om voorspellingen te doen, hoogstens om verkenningen van mogelijke toekomstige ontwikkelingen te maken. Hiervoor dienen systeemmodellen in combinatie met scenario's te worden ingezet.

Onder scenario's worden alternatieve toekomstbeelden verstaan waarin verschillende perspectieven op ontwikkelingen in verleden, heden en toekomst tot uitdrukking komen.³⁶ Ze leggen bijvoorbeeld meer of minder nadruk op welvaart, of op duurzaamheid en solidariteit. Bovendien kan een bepaalde tijdshorizon worden gekozen, bijvoorbeeld tien, vijftig of honderd jaar. Afhankelijk van het gebruikte model en de vraagstelling kan een analyse voor de wereld als geheel worden gemaakt, of voor continenten, groepen van landen, of landen afzonderlijk.

Onzekerheid

Systeemdenken structureert de beschikbare kennis, in het bijzonder met betrekking tot het identificeren, belichten en verklaren van kritieke onzekerheden.

Onzekerheid vloeit voort uit variabiliteit en uit onwetendheid. Variabiliteit is een inherent kenmerk van onze waarneming van de natuurlijke omgeving. Onwetendheid is de afwezigheid van kennis. Helemaal te scheiden zijn variabiliteit en onwetendheid niet, want afwezigheid van kennis kan variabiliteit in gegevens als oorzaak hebben, maar ook bijvoorbeeld het volledig ontbreken van gegevens. Als gevolg van variabiliteit en onwetendheid kan bijvoorbeeld de causaliteit van een verondersteld verband twijfelachtig zijn, of kan de vorm en de compleetheid van een model ter discussie staan. Verder leidt onwetendheid over

onder andere terugkoppelingen en omslagpunten tot onzekerheid. Dit soort onwetendheid laat zich in principe verhelpen. Er is ook onwetendheid die zich niet laat verhelpen, namelijk die over toekomstige maatschappelijke ontwikkelingen.

Het voert te ver om hier uitvoerig in te gaan op de onzekerheden bij systeemdenken en de verschillende technieken waarmee de gevolgen van deze onzekerheden voor de te trekken conclusies in kaart kunnen worden gebracht. Eén methode is hierboven genoemd: werken met scenario's is een manier om met de onzekerheid over maatschappelijke ontwikkelingen om te gaan. Scenario's maken inzichtelijk binnen welke grenzen beleid zich zou kunnen afspelen en welke gevolgen dat zou hebben. Meer informatie over onzekerheid en onzekerheidsanalyse is te vinden in onder meer^{32,37-44}.

4.3.2 *Gegevens verzamelen*

Met systeemdenken kunnen internationale en specifiek Nederlandse vragen rond wereldwijde milieuveranderingen en hun gezondheidsgevolgen worden beantwoord. Maar de mogelijkheid om met een systeemblik naar het vraagstuk te kijken en daar ook vruchten van te plukken valt of staat met de beschikbaarheid van gegevens. Gezien het karakter van het vraagstuk moeten de gegevens die benodigd zijn om het systeemdenken te voeden voor een deel uit ons land en voor een ander deel elders vandaan komen.

Te constateren valt dat er internationaal een trend te zien is naar betere toegankelijkheid en uitwisselbaarheid van gegevens. Dit biedt overigens geen garantie dat ze ook met elkaar in verband kunnen worden gebracht. Bemoeilijkt wordt dit vaak door onder meer verschil in het schaalniveau waarop ze zijn verzameld. Hoe uiteenlopende soorten gegevens met elkaar in verband te brengen zijn is daarom een punt dat bijzondere aandacht vergt.

Nederlands cohortonderzoek

Voor dit signalement voert het te ver om uitvoerig stil te staan bij de soorten gegevens en onderzoeksmethoden die van belang zijn om de gevolgen van wereldwijde milieuveranderingen voor de volksgezondheid inzichtelijk te maken met behulp van systeemdenken. De commissie maakt hierop echter één uitzondering door te wijzen op een overzicht van Nederlands epidemiologisch onderzoek. Dat onderzoek valt mogelijk te benutten voor het systeemdenken betreffende de wereldwijde milieuveranderingen en hun invloeden op de Nederlandse volksgezondheid. Het is in kaart gebracht in het vorig jaar verschenen RGO-advies 'Van

gegevens verzekerd. Kennis over de volksgezondheid in Nederland nu en in de toekomst'.⁴⁵ In dat advies is geïnventariseerd welke grootschalige en langdurige Nederlandse cohortonderzoeken er lopen en worden maatregelen bepleit om de beschikbaarheid te verzekeren van empirische gegevens over de Nederlandse volksgezondheid (onder meer het instellen van een register van gegevensverzamelingen, het verbeteren van de mogelijkheden om verschillende soorten gegevens met elkaar in verband te brengen en het vergemakkelijken van gebruik door derden). De commissie onderstreept het belang van dit RGO-advies voor het vraagstuk van de wereldwijde milieuveranderingen en hun invloeden op de Nederlandse volksgezondheid. Wel moet in ogeschouw worden genomen dat de genoemde onderzoeken niet zijn opgezet om vragen over dit onderwerp te beantwoorden.

Monitoring

Verder breekt de commissie een lans voor monitoring. Dit is in het Gezondheidsraadadvies 'Gezondheid en milieu: mogelijkheden van monitoring' gedefinieerd als het periodiek meten, analyseren en interpreteren van indicatoren voor gezondheidskundig relevante milieufactoren en voor gezondheidsproblemen die (mede) aan milieufactoren zijn toe te schrijven.⁴⁶ Indicatoren zijn variabelen waarmee veranderingen kunnen worden gemeten die informatie verschaffen over karakteristieken of condities die niet direct gemeten of waargenomen kunnen worden.⁴⁷ Voorbeelden van relevante milieu- en gezondheidsindicatoren zijn de jaargemiddelde dagtemperatuur (een indicator voor klimaatverandering) en het percentage nieuwe gevallen van hooikoorts (een indicator voor luchtwegallergieën).

Lange reeksen meetgegevens zonder onderbrekingen en verzameld met overeenkomende methoden kunnen helpen om trends te ontdekken en oorzakelijke verbanden aan te tonen, of – wanneer zo'n verband aannemelijk is – in getallen uit te drukken. Monitoring kan ook helpen bij het nagaan hoe effectief getroffen aanpassings- of beschermingsmaatregelen daadwerkelijk zijn (vermindering van de aan hittegolven gerelateerde sterfte bijvoorbeeld).

Systeendenken kan helpen om onbekende effecten op het spoor te komen en te bepalen welke grootheden geschikte indicatoren zijn.

4.3.3 Reikwijdte van systeemdenken

Focus tot op heden

Het systeemdenken heeft op milieugebied vaste voet aan de grond gekregen. Tot op heden zijn de wetenschappelijke inspanningen voornamelijk gericht geweest op het doorgronden van de fysische, chemische en biologische veranderingsprocessen in het milieu en hun oorzaken (zie hoofdstuk 2). In de analyses is de wisselwerking van het milieudomein met de institutionele, economische en sociaal-culturele domeinen betrokken.

Voor een deel is het onderzoek ook gericht op de bepaling van de gevolgen, de mogelijkheden om in te grijpen en de effecten van dat ingrijpen. Maatregelen in internationaal verband zijn gericht op het aanpakken van de oorzaken en het beperken van de gevolgen. In Nederland zelf ligt het accent op het laatste, met bescherming tegen wateroverlast als voornaamste doel. De nadruk ligt hier dus op onze veiligheid.

Wetenschappelijke rol van Nederland

Nederlandse wetenschappers hebben aan de wieg gestaan van het systeemdenken in het milieubeleid en waren betrokken bij de ontwikkeling van verscheidene beleidsgerichte modellen (zie bijvoorbeeld ⁴⁸⁻⁵²). Modellen met een belangrijke Nederlandse wetenschappelijke inbreng hebben een prominente rol gespeeld bij de analyses van de MA-, IPCC- en GEO4-rapporten.^{5,6,8}

Volksgezondheid

Tot op heden is de aandacht van de onderzoekswereld vooral uitgegaan naar de wereldwijde milieuveranderingen en hun oorzaken, en de mogelijkheden om deze veranderingen te beteugelen; voor zover onderzoek is gedaan naar de gevolgen betreft dat niet of nauwelijks die voor de volksgezondheid (zie hoofdstuk 3). Het systeemdenken op dit punt is navenant onvolkomen.

Wel wordt er aan gewerkt om dit te verbeteren. Ook bij deze ontwikkelingen zijn Nederlandse wetenschappers betrokken.⁵³⁻⁵⁸ Tot nu toe ligt het accent hierbij vooral op mondiaal belangrijke oorzaken van ziekte en voortijdig overlijden – zoals malaria, ondervoeding en onhygiënisch drinkwater – en hun determinanten. Voor Nederland zou het accent moeten liggen op andere ziekten en bedrei-

gingen voor de gezondheid, zoals hart- en vaatziekten en aandoeningen van de luchtwegen.^{59,60}

Het geïntegreerde denken zou zich niet tot de invloeden op de volksgezondheid moeten beperken, maar dient zich ook uit te strekken tot het identificeren van risicogroepen en van aanpassingsmogelijkheden en hun effectiviteit, om te kunnen vaststellen in hoeverre erger kan worden voorkomen. Bij hitte bijvoorbeeld is aanpassen onder meer mogelijk door de omvang van de gezondheidszorg te vergroten, bouwrichtlijnen uit te vaardigen, voorlichting te geven over gedragsverandering inzake drinken, bewegen, enzovoort. Door systeemdenken toe te passen zijn uiteindelijk misschien ook verkenningen te maken van zaken als het benodigde aantal vaccinaties voor een nieuwe ziekte, de benodigde infrastructuur en het personeel om die vaccinaties toe te dienen plus de benodigde huisartsen- en specialistenzorg (met het oog op de mogelijke toename van astma en allergieën).

4.3.4 *Bijeenbrengen van vakgebieden*

Er is een belangrijk knelpunt dat het verwerven van meer kennis over de invloed van wereldwijde milieuveranderingen op de volksgezondheid belemmert. Het systeemdenken op milieugebied is vooral het domein van systeemmodellereurs en wetenschappers uit een scala van natuur- en sociaalwetenschappelijke vakgebieden (onder meer natuurkundigen, fysisch-chemici, biologen, sociologen, psychologen en economen). Deze onderzoekers weten vooral veel over de technische kant van het modelleren en over een deel van het systeem, namelijk de milieuveranderingsprocessen van het systeem plus hun oorzaken en verbindingen met de institutionele, economische en sociaal-culturele domeinen; zij bezitten weinig kennis over volksgezondheid en haar determinanten. Zij werken nog maar weinig samen met artsen en andere gezondheidswetenschappers, die ervaring hebben met empirisch gezondheidsonderzoek en daardoor de deskundigheid bezitten die nodig is om de verbanden tussen milieu en gezondheid verder uiteen te rafelen en het desbetreffende deel van het systeem vorm te geven. Intensieve samenwerking tussen deze twee groepen acht de commissie cruciaal voor het boeken van vooruitgang. Alleen op die manier kunnen ze van elkaars inzichten leren en tot heldere probleembeschrijvingen komen.

4.4 **Conclusie**

De commissie vindt systeemdenken een voorwaarde voor verkenning van de toekomstige volksgezondheid in relatie tot wereldwijde milieuveranderingen.

Systeemdenken is een hulpmiddel dat structuur en samenhang aanbrengt in de beschikbare kennis en zo bijdraagt aan het beter begrijpen van de werking van het systeem. Daarom kan het de besluitvorming over toekomstig beleid ondersteunen. Door deze aanpak te volgen komen verkenningen van de te verwachten invloeden op de volksgezondheid binnen bereik die bruikbaar zijn voor beleidstoepassingen. Ook valt er inzicht in de effectiviteit van beleid en eventuele ongewenste neveneffecten mee te verkrijgen.

De commissie signaleert dat het systeemdenken aangaande de effecten op het gebied van de volksgezondheid is achtergebleven bij het systeemdenken op het terrein van de wereldwijde milieuveranderingen en hun oorzaken. Aangezien het om potentieel ernstige en omvangrijke effecten gaat, acht zij het raadzaam om op dit punt meer te investeren. Dat vraagt om intensieve samenwerking tussen wetenschappers uit twee werelden die nu nauwelijks bijeenkomen. Aan de ene kant zijn dat systeemmodelleers en wetenschappers uit een scala van natuur- en sociaalwetenschappelijke vakgebieden, aan de andere kant artsen en andere gezondheidswetenschappers. Dankzij de sterke wetenschappelijke positie die Nederland bij het systeemdenken op milieugebied heeft, kunnen Nederlandse onderzoekers een rol van betekenis spelen bij het verbeteren van deze situatie. Daarbij is zowel het Nederlandse als het internationale volksgezondheidsbelang gebaat.

De speerpunten voor onderzoek naar de relatie tussen wereldwijde milieuveranderingen en de Nederlandse volksgezondheid, waarmee de systeembenadering van deze relatie valt uit te bouwen, zijn volgens de commissie:

- empirisch onderzoek naar de gezondheidseffecten van wereldwijde milieuveranderingen
- ontwikkelen en toepassen van scenario's om de gezondheidseffecten van wereldwijde milieuveranderingen te verkennen en zo inzicht te verkrijgen in hun aard, omvang en tijdstip van optreden
- bepalen van relevante indicatoren
- identificeren van risicogroepen
- onderzoek naar de mogelijkheden om de gezondheidseffecten van wereldwijde milieuveranderingen te verzachten, en naar de effectiviteit van deze maatregelen.

Bij klimaatverandering en aantasting van de ozonlaag kan het onderzoek al voor een deel op de laatste twee punten worden gericht, bij de andere wereldwijde milieuveranderingen is vooral nog veel werk te doen bij de overige punten.

Conclusies en aanbevelingen

In de afgelopen decennia is onze wetenschappelijke kennis over de veranderingen die zich wereldwijd in ons leefmilieu voltrekken en over hun oorzaken flink toegenomen. Daarmee vergeleken weten we nog weinig over de gevolgen die deze veranderingen op termijn voor de volksgezondheid kunnen hebben. Dat geldt zowel wereldwijd als specifiek voor ons land. In de recente Nederlandse publicatie ‘Mondiale milieuveranderingen en gezondheid; stand van de kennis’ is samengevat wat we hierover weten.² De commissie constateert met de auteurs dat die kennis veel hiaten vertoont.

Desalniettemin staat wel vast dat klimaatverandering nadelige gezondheidseffecten heeft en dat Nederland daarbij niet buiten schot blijft, iets wat nog niet duidelijk was toen de Gezondheidsraad zich ruim twintig jaar geleden voor het eerst in de materie verdiepte. Ook van aantasting van de ozonlaag staat vast dat het de gezondheid kan schaden, zoals de raad al eerder (1994) had geconstateerd.¹⁵ Voor andere milieuveranderingen als veranderingen in landgebruik, uitputting van zoetwatervoorraden en afname van de biodiversiteit is het aannemelijk dat ze de volksgezondheid nadelig beïnvloeden, maar de aanwijzingen daarvoor zijn minder duidelijk. Niettemin zijn de mogelijke effecten relevant, potentieel ernstig en omvangrijk. Wanneer en hoe vaak ze zich voordoen, en hoe omvangrijk ze dan zullen zijn, valt echter niet aan te geven.

De gezondheidskundige aspecten van wereldwijde milieuveranderingen verdienen volgens de commissie daarom nadrukkelijk een plaats op de beleidsagenda. Het gaat om effecten die mede voor rekening komen van andere

determinanten dan de bewuste milieuveranderingen. Hun samenspel is echter niet goed bekend.

Het past in een voorzorgstrategie om een goede balans aan te brengen tussen nu al beleidsvernieuwingen doorvoeren en het doen uitvoeren van nader onderzoek, waarin de hiervoor genoemde elementen zijn verwerkt.

De commissie doet daartoe negen aanbevelingen.

1 Meer aandacht schenken aan de gezondheidsgevolgen van wereldwijde milieuveranderingen in beleid en onderzoek

De gezondheidsgevolgen van wereldwijde milieuveranderingen zijn belangrijk, maar krijgen tot op heden onvoldoende aandacht in beleid en onderzoek. Dat geldt zeker voor de milieuveranderingen waarvan deze gevolgen het minst te overzien zijn, zoals veranderingen in landgebruik, uitputting van zoetwatervoorraden en afname van de biodiversiteit. Om die reden beveelt de commissie aan om bij het opstellen van een onderzoeksprogramma ook expliciet aandacht aan deze laatste te schenken en daarbij in het oog te houden dat het niet om gescheiden ontwikkelingen gaat.

2 Onderzoek naar gezondheidsbedreiging en beschermingsmaatregelen

Over de gezondheidsgevolgen van klimaatverandering is reeds voldoende bekend om het onderzoek al voor een deel te kunnen richten op de mogelijkheden om ons aan te passen, bijvoorbeeld door de aandacht te richten op het identificeren van risicogroepen en de wijze waarop de gezondheidsbedreiging voor hen kan worden verminderd. Bij aantasting van de ozonlaag bestaat die noodzaak minder, omdat in internationaal verband maatregelen zijn getroffen die effectief lijken te zijn en naar verwachting op termijn tot herstel van de ozonlaag leiden. Bij de overige milieuveranderingen is nog veel onderzoek aangewezen naar de aard van de gezondheidsbedreigingen, hun omvang, plaats en tijdstip van optreden.

3 Systeemdenken toepassen

Op de volksgezondheid zijn veel factoren van invloed: niet alleen milieufactoren als de besproken wereldwijde veranderingen, maar ook institutionele, economische en sociaal-culturele factoren. Voor het totaal van factoren – inclusief de wereldwijde milieuveranderingen – geldt dat we van sommige weten of redelijk

kerwijs kunnen vermoeden dat ze elkaars effecten beïnvloeden. Onze kennis over de samenhang vertoont echter nog veel leemtes. Niettemin zijn betekenisvolle uitspraken over de bijdrage van de verschillende wereldwijde milieuveranderingen aan de volksgezondheid – in het algemeen en specifiek in Nederland – alleen te doen wanneer deze samenhang in de beschouwing wordt betrokken. Cruciaal is daarom het verkrijgen van meer inzicht in de samenhang. De kern van dit systeemdenken is het samenbrengen van kennis uit uiteenlopende disciplines.

De commissie vindt systeemdenken een voorwaarde voor verkenning van de toekomstige volksgezondheid in relatie tot wereldwijde milieuveranderingen. Het is een hulpmiddel dat structuur en samenhang aanbrengt in de beschikbare kennis, en zo bijdraagt aan het beter begrijpen van de werking van (onderdelen van) het systeem. Systeemdenken kan een belangrijke bijdrage leveren aan het verbeteren van ons inzicht in de gevolgen van wereldwijde milieuveranderingen voor de Nederlandse volksgezondheid. Daarom kan het de besluitvorming over toekomstig beleid ondersteunen. Door systeemdenken komen verkenningen van de te verwachten invloed op de volksgezondheid binnen bereik die bruikbaar zijn voor beleidstoepassingen. Ook valt er inzicht in de effectiviteit van gevoerd beleid te verkrijgen.

Systeemdenken vereist dat adequate gegevens worden verzameld. Die zullen voor een deel specifiek voor de Nederlandse situatie moeten zijn.

4 Twee groepen onderzoekers bijeenbrengen

De commissie signaleert dat het systeemdenken ingeburgerd raakt bij het omgaan met milieuvraagstukken, maar zich nog niet standaard uitstrekt tot de relatie met de volksgezondheid. Aangezien het om potentieel ernstige en omvangrijke effecten gaat acht zij het raadzaam om op dit punt meer te investeren. Dat vraagt om intensieve samenwerking tussen wetenschappers uit twee werelden die nu nauwelijks bijeenkomen. Aan de ene kant zijn dat systeemmodellers en onderzoekers uit een reeks van natuur- en sociaalwetenschappelijke disciplines, aan de andere kant artsen en andere gezondheidswetenschappers. Inbreng van deze laatste groep is onontbeerlijk om de volksgezondheid een plaats te kunnen geven in het systeemdenken rond wereldwijde milieuveranderingen. Die inbreng valt te realiseren door materiële steun te verlenen aan onderzoek waarin de twee wetenschapsgebieden worden geïntegreerd.

5 Voortrekkersrol benutten

Nederland heeft bij de wetenschappelijke ontwikkeling van het systeemdenken op milieugebied een pioniersrol vervuld. De commissie vindt het daarom raadzaam om te bezien in welke mate haar aanbevelingen in internationale samenwerking kunnen worden uitgevoerd, met een belangrijke rol voor Nederlandse wetenschappers. Immers, dankzij hun sterke wetenschappelijke positie op dit terrein heeft investeren in onderzoek waarbij zij betrokken zijn een grote kans op succes.

6 Beleid voeren dat op meerdere fronten werkt

Vanwege het transnationale karakter van het vraagstuk is internationale afstemming voor maatregelen en afspraken om de oorzaken aan te pakken onontbeerlijk. Daarnaast bestaat de mogelijkheid om specifiek binnenlandse aanpassingsmaatregelen te nemen. Een bijzonder aspect van dergelijke maatregelen is dat ze vaak op meerdere fronten tegelijk werken; met andere woorden: de aanpak van meer dan één milieuvraagstuk erbij gebaat is.^{61,62} Zo leidt energiebesparing niet alleen tot verminderd grondstofgebruik, maar ook tot minder uitstoot van broeikasgassen en leidt een verminderde afhankelijkheid van fossiele brandstof bij vervoer en transport niet alleen tot een betere luchtkwaliteit, maar ook tot minder uitstoot van broeikasgassen. Dat komt ook aan de volksgezondheid ten goede.

7 De vinger aan de pols houden

Een belangrijk onderdeel van beleid dat berust op voorzorg is het volgen van de ontwikkelingen in de tijd, om te kunnen bepalen of de ernst van het vraagstuk en de onzekerheden nog steeds hetzelfde worden beoordeeld en uiteraard ook om vast te kunnen stellen hoe effectief het gevoerde beleid is om het zo nodig bij te kunnen stellen. Juist gegeven de grote onzekerheid waarin beleidsbeslissingen moeten worden genomen, is het immers goed mogelijk dat een gekozen koers niet werkt, of ongewenste neveneffecten heeft. Systeemdenken kan helpen om de relevante indicatoren voor dergelijk onderzoek te vinden, zowel bij de milieuveranderingen als bij de volksgezondheid.

8 Communiceren met extra zorgvuldigheid

De bijzondere kenmerken van het vraagstuk van de wereldwijde milieuveranderingen en hun invloed op de Nederlandse volksgezondheid maken de communicatie over de risico's en de mogelijkheden om deze te beteugelen extra ingewikkeld, niet in de laatste plaats vanwege de internationale dimensie. Daarom is bij de communicatie buitengewone zorgvuldigheid geboden.

De essentie is dat de verschillende processen mogelijk verstrekkende gevolgen hebben voor de volksgezondheid, maar dat er nog veel onzekerheid bestaat over de aard en de omvang van deze risico's en de tijdschaal waarop ze zich manifesteren. Daarnaast zijn er in de samenleving uiteenlopende visies op de urgentie van het vraagstuk en op de wenselijkheid van maatregelen om de vermoede veranderingen tegen te gaan of ons erop voor te bereiden. Dit vereist vormen van besluitvorming ('governance') die geënt is op een participatieve dialoog met betrokkenen, dus overheden, burgers en maatschappelijke partijen, en experts. Tot die partijen behoren bedrijfsleven, vakbonden en consumenten- en milieubeschermingsorganisaties. De commissie ziet communicatie als een wederzijdse uitwisseling van informatie plus discussie tussen betrokken partijen, zonder het belang van voorlichting over de wetenschappelijke bevindingen en toelichting op beleidsopties te onderschatten.

9 Agendavorming ter hand nemen

Dit signalement heeft een agenderend karakter. Voor het uitwerken van onderzoeksvoorstellen kan worden aangesloten bij de gebruikelijke procedures om wetenschappelijke onderzoeksprogramma's te stimuleren en vorm te geven, en bij de reeds lopende processen om te komen tot internationale onderzoeksafspraken (bijvoorbeeld die waarmee de kennishiaten kunnen worden gereduceerd die zijn geconstateerd in de 'Millennium Ecosystem Assessment'²¹).

Literatuur

-
- 1 Gezondheidsraad: Commissie CO₂-problematiek. CO₂-problematiek. Wetenschappelijke inzichten en maatschappelijke gevolgen. Den Haag: Gezondheidsraad; 1986: Publicatienr. 1986/32.
 - 2 Huynen MMTE, de Hollander AEM, Martens P, Mackenbach JP. Mondiale milieuveranderingen en volksgezondheid: stand van de kennis. Bilthoven: RIVM; 2008.
 - 3 Gezondheidsraad. Voorzorg met rede. Den Haag: Gezondheidsraad; 2008: publicatienr. 2008/18.
 - 4 The Millennium Ecosystem Assessment. Internet: <http://www.millenniumassessment.org/en/index.aspx>.
 - 5 Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Climate change 2007. Geneva: World Meteorological Organization and United Nations Environment Programme; 2007.
 - 6 Reid WV, Mooney HA, Cropper A, Capistrano D, Carpenter SR, Chopra K e.a. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis. Washington DC: Island Press; 2005.
 - 7 EEA. The pan-European environment: glimpses into an uncertain future. Copenhagen: European Environment Agency; 2007: Report No 4/2007.
 - 8 United Nations Environment Programme (UNEP). The Fourth Assessment, Global Environment Outlook: Environment for Development (GEO4). Nairobi, Kenia: United Nations Environment Programme; 2007. Internet: http://www.unep.org/geo/geo4/report/GEO-4_Report_Full_en.pdf.
 - 9 KNMI. De toestand van het klimaat in Nederland 2008. De Bilt: KNMI; 2008.
 - 10 Deltacommissie. Samen werken met water. Een land dat leeft, bouwt aan zijn toekomst. Bevindingen van de Deltacommissie 2008. Haarlem: Synergos Communicatie; 2008. Internet: <http://www.deltacommissie.com/doc/2008-09-03%20Advies%20Deltacommissie.pdf>.
-

- 11 Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer; Ministerie van Verkeer en Waterstaat; Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit; Ministerie van Economische Zaken; Interprovinciaal Overleg; Vereniging van Nederlandse Gemeenten; Unie van Waterschappen. Maak ruimte voor klimaat! Nationale adaptatiestrategie - de beleidsnotitie. 2007. Internet: <http://www.maakruimtevoorklimaat.nl/onderzoeken-rapporten.html>.
- 12 Attitudes of European citizens towards the environment. Special Eurobarometer. European Commission: Directorate General Environment; 2008. Internet: http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/eb_special_en.htm.
- 13 TNS Opinion and Social. Europeans' attitudes towards climate change. Brussels: European Commission: Directorate General for Communication; 2008: Special Eurobarometer 300. Internet: http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_300_full_en.pdf.
- 14 Confalonieri U, McMichael A (editors). Global environmental change and human health. Science plan and implementation strategy. Paris: Earth System Science Partnership; 2009: ESSP Report no. 4. Internet: <http://www.essp.org/index.php?id=31>.
- 15 Gezondheidsraad: Commissie Risico's UV straling. UV straling uit zonlicht. Den Haag: Gezondheidsraad; 1994: publicatienr. 1994/05.
- 16 den Outer PN, Slaper H, Tax RB. UV radiation in the Netherlands: Assessing long-term variability and trends in relation to ozone and clouds. *J Geophysical Res* 2005; 110(D02203, doi: 10.1029/2004JD004824)
- 17 Lenton TM, Held H, Kriegler E, Hall JW, Lucht W, Rahmstorf S e.a. Tipping elements in the Earth's climate system. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2008; 105(6): 1786-1793.
- 18 Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer. Cramer naar internationaal topperleg klimaat. Internet: <http://www.vrom.nl/pagina.html?id=42514>.
- 19 Costello A, Abbas M, Allen A, Ball S, Bell S, Bellamy R e.a. Managing the health effects of climate change: Lancet and University College London Institute for Global Health Commission. *Lancet* 2009; 373(9676): 1693-1733.
- 20 Stern N. Stern Review Report on the Economics of Climate Change. London: HM Treasury; 2006. Internet: http://www.hm-treasury.gov.uk/sternreview_index.htm.
- 21 ICSU-UNESCO-UNU. Ecosystem change and human well-being. Research and monitoring priorities based on the findings of the Millennium Ecosystem Assessment. Internet: <http://www.icsu-asia-pacific.org/img/MA%20Final%20Report.pdf>.
- 22 Huynen MMTE, Martens P, Hilderink HBM. The health impacts of globalisation: a conceptual framework. *Globalization and Health* 2005; 1(14) doi:10.1186/1744-8603-1-14.
- 23 Rotmans J, De Vries B. Perspectives on global change: the TARGETS approach. Cambridge, UK: Cambridge University Press; 1997.
- 24 Costanza R, Graumlich L, Steffen W, Crumley C, Dearing J, Hibbard K e.a. Sustainability or collapse: what can we learn from integrating the history of humans and the rest of nature? *Ambio* 2007; 36(7): 522-527.
-

- 25 Schellnhuber HJ, Crutzen PJ, Clark WC, Hunt J. Earth system analysis for sustainability. *Environment* 2005; 47(8): 11-25.
- 26 Serman JD. All models are wrong: reflections on becoming a systems scientist. *System Dynamics Review* 2002; 18(4): 501-531.
- 27 Leemans R. Hoe spelen modellers met het systeem aarde? In: Dietz T, den Hertog F, van der Wusten H (editors). *Van natuurlandschap tot risicomaatschappij. De geografie van de relatie tussen mens en milieu*. Amsterdam: Amsterdam University Press; 2008.
- 28 Rotmans J. Geïntegreerd denken en handelen: een noodzakelijk goed. Oratie. Universiteit Maastricht; 1998. Internet: <http://www.icis.unimaas.nl>.
- 29 Rotmans J, van Asselt MBA. Integrated assessment: Current practices and challenges for the future. In: Abaza H, Baranzini A (editors). *Implementing sustainable development: integrated assessment and participatory decision-making processes*. Cheltenham, UK: Edward Elger; 2002.
- 30 Harvey D, Gregory J, Hoffert M, Jain A, Lal M, Leemans R e.a. An introduction to simple climate models used in the IPCC Second Assessment Report. IPCC Technical Paper. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change; 1997. Internet: <http://www.ipcc.ch/pdf/technical-papers/paper-II-en.pdf>.
- 31 Warner JC, Perlin N, Skillingstad ED. Using the model coupling toolkit to couple earth system models. *Environmental Modelling & Software* 2008; 23: 1240-1249.
- 32 Sluijs JP van der. Anchoring amid uncertainty. On the management of uncertainties in risk assessment of anthropogenic climate change. *Houvast zoeken in onzekerheid. Over het omgaan met onzekerheden in risicoanalyse van klimaatverandering door menselijk handelen (proefschrift)*. Universiteit Utrecht; 1997.
- 33 Claussen M, Mysak LA, Weaver AJ, Crucifix M, Fichefet T, Loutre M-F. Earth system models of intermediate complexity: closing the gap in the spectrum of climate models. *Climate Dynamics* 2002; 18: 579-586.
- 34 Goodess CM, Hanson C, Hulme M, Osborn TJ. Representing climate and extreme weather events in integrated assessment models: a review of existing methods and options for development. *Integrated Assessment* 2003; 4(3): 145-171.
- 35 Ebi KL. Healthy people 2100: modeling population health impacts of climate change. *Climatic Change* 2008; 88: 5-19.
- 36 Asselt MBA van. Perspectives on uncertainty and risk. *The PRIMA approach to decision support*. Boston/Dordrecht/London: Kluwer Academic Publishers; 2000.
- 37 Kann A, Weyant JP. Approaches for performing uncertainty analysis in large-scale energy/economic policy models. *Environmental Modeling and Assessment* 2000; 5: 29-46.
- 38 Kinzig A, Starrett D, et al. Coping with uncertainty: a call for a new science-policy forum. *Ambio* 2003; 32(5): 330-335.
- 39 Refsgaard JC, van der Sluijs JP, Højberg AL, Vanrolleghem PA. Uncertainty in the environmental modelling process - framework and guidance. *Environmental Modelling & Software* 2007; 22: 1543-1556.
-

- 40 Sluijs JP van der. Uncertainty management in integrated modelling, the IMAGE case. In: Zwerver S, van Rompaey RSAR, Kok MTJ, Berk MM, editors. Climate change research: evaluation and policy implications. Studies in environmental science 65 B. Amsterdam: Elsevier Science B.V.; 1995: 1401-1406.
- 41 Walker WE, Harremoës P, Rotmans J, van der Sluijs JP, van Asselt MBA, Janssen P e.a. Defining uncertainty. A conceptual basis for uncertainty management in model-based decision support. *Integrated Assessment* 2003; 4(1): 5-17.
- 42 Knol AB, Petersen AC, van der Sluijs JP, Lebre E. Dealing with uncertainties in environmental burden of disease assessment. *Environmental Health* 2009; 8(1): 21. Internet: <http://www.ehjournal.net/content/8/1/21>.
- 43 Rotmans J. Integrated assessment models. Uncertainty, quality and use. In: Geïntegreerde modellen: brug tussen onderzoek en beleid? Verslag van een Studieconferentie dd 29 maart 1999. Den Haag: Raad voor Milieu- en Natuuronderzoek; 1999: 91-120. Internet: http://www.rmno.nl/files_content/pdf/R_139.pdf.
- 44 Sluijs JP van der, Craye M, Funtowicz S, Kloprogge P, Ravetz J, Risbey J. Combining quantitative and qualitative measures of uncertainty in model-based environmental assessment: the NUSAP system. *Risk Anal* 2005; 25(2): 481-492.
- 45 RGO. Van gegevens verzekerd. Kennis over de volksgezondheid in Nederland nu en in de toekomst. Den Haag: Gezondheidsraad; 2008: RGO nr. 58.
- 46 Gezondheidsraad. Gezondheid en milieu: mogelijkheden van monitoring. Den Haag: Gezondheidsraad; 2003: publicatie nr. 2003/13.
- 47 Passchier WF, Albering HJ, Amelung B, Anderson HR, Briggs DJ, Caratti P e.a. Healthy Airports. A proposal for a comprehensive set of airport environmental health indicators. Maastricht: Universiteit Maastricht, Department of Health Risk Analysis and Toxicology; 2002. Internet: <http://www.personeel.unimaas.nl/wf.passchier/products.htm>.
- 48 Alcamo J, Shaw R, Hordijk L (editors). The RAINS model of acidification. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers; 1990.
- 49 Hordijk L. Use of the RAINS model in acid rain negotiations in Europe. *Environmental Science & Technology* 1991; 25(4): 596-603.
- 50 Sluijs JP van der. Integrated Assessment. In: Encyclopedia of Global Environmental change, Vol. 4. Responding to global environmental change. Chichester: John Wiley and Sons, Ltd; 2002: 250-253.
- 51 Bouwman AF, Kram T, Klein Goldewijk K (editors). Integrated modelling of global environmental change. An overview of IMAGE 2.4. Bilthoven, the Netherlands: Netherlands Environmental Assessment Agency (MNP); 2006.
- 52 Rotmans J. IMAGE: an Integrated Model to Assess the Greenhouse Effect. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers; 1990.
- 53 Hilderink HBM. World population in transition: an integrated regional modelling framework. Thesis. Amsterdam: Thela Thesis; 2000.
-

- 54 Huynen MMTE, Martens P, Hilderink HBM. The health impacts of globalization: a conceptual framework. Bilthoven/Maastricht: International Centre for Integrative Studies, Maastricht University/Netherlands Environmental Assessment Agency; 2005: Report 550012007/2005. Internet: <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/550012007.pdf>.
- 55 Hilderink HBM, Lucas PL (editors). Towards a Global Integrated Sustainability Model. GISMO1.0 status report. Bilthoven: Netherlands Environmental Assessment Agency; 2008: report nr. 550025002.
- 56 Martens WJM. Global atmospheric change and human health: an integrated modelling approach. *Climate Research* 1996; 6: 107-112.
- 57 Jetten TH, Martens WJM, Takken W. Model simulations to estimate malaria risk under climate change. *J Med Entomol* 1996; 33(3): 361-371.
- 58 Martens P, Kovats RS, Nijhof S, de Vries P, Livermore MTJ, Bradley DJ e.a. Climate change and future populations at risk of malaria. *Global Environ Change* 1999; 9: S89-S107.
- 59 Nationaal Kompas Volksgezondheid. Internet: http://www.rivm.nl/vtv/object_document/o1676n18840.html.
- 60 Melse JM, Essink-Bot ML, Kramers PG, Hoeymans N. A national burden of disease calculation: Dutch disability-adjusted life-years. Dutch Burden of Disease Group. *Am J Public Health* 2000; 90(8): 1241-1247.
- 61 Bollen JC, Brink CJ, Eerens HC, Manders AJG. Co-benefits of climate policy. Bilthoven: Netherlands Environmental Assessment Agency (PBL); 2009: PBL Report no. 500116005. Internet: <http://www.pbl.nl/en/publications/2009/Co-benefits-of-climate-policy.html>.
- 62 Holland MR. The co-benefits to health of a strong EU climate change policy. Brussels: Climate Action Network Europe, Health and Environment Alliance, World Wildlife Fund; 2008. Internet: <http://www.climnet.org/Co-benefits%20to%20health%20report%20-september%202008.pdf>.
-

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 issues gaan, maar even goed om oude thema's die opnieuw aandacht verdienen.

De commissie is ingesteld op 22 oktober 2007. Haar mandaat eindigt op 22 oktober 2011.

De samenstelling van de commissie is als volgt:

- prof. dr. W.F. Passchier, emeritus hoogleraar Risico-analyse, Maastricht University, *voorzitter*
 - prof. dr. ir. J.W. Erisman, bijzonder hoogleraar Integrale stikstofproblematiek, Vrije Universiteit, Amsterdam, en Unitmanager Biomassa, Kolen & Milieuonderzoek, Energie Onderzoekcentrum Nederland, Petten
 - drs. P.J. van den Hazel, medisch-milieukundige, Hulpverlening Gelderland Midden, Arnhem
 - prof. dr. ir. D. Heederik, hoogleraar Gezondheidsrisico-analyse, Institute for Risk Assessment Sciences, Universiteit Utrecht
 - prof. dr. R. Leemans, hoogleraar Milieusysteemanalyse, Wageningen University
 - dr. ir. J. Legler, toxicoloog, Instituut voor Milieu Vraagstukken, Vrije Universiteit, Amsterdam
-

- dr. J.P. van der Sluijs, onderzoeker Natuurwetenschap en samenleving, Copernicus Instituut voor Duurzame Ontwikkeling en Innovatie, Universiteit Utrecht
- prof. dr. D.R.M. Timmermans, bijzonder hoogleraar Risicocommunicatie en patiëntenbesluitvorming, EMGO Instituut, VU Medisch Centrum, Amsterdam
- dr. ir. P.W. van Vliet, Gezondheidsraad, Den Haag, *secretaris*

Het secretariaat van de Gezondheidsraad heeft in samenspraak met enkele commissieleden conceptteksten voor dit advies opgesteld die in commissievergaderingen zijn besproken. Het advies is vervolgens voorgelegd aan de Beraadsgroep Gezondheid en Omgeving, één van de vaste colleges van deskundigen van de Gezondheidsraad, en aan enkele andere deskundigen van binnen en buiten de raad. Het commentaar is betrokken bij het vaststellen van de definitieve tekst door de commissie.

Geraadpleegd zijn:

- dr. H.B.M. Hilderink, demograaf, Planbureau voor de Leefomgeving, Bilthoven
- dr. M.M.T.E. Huynen, milieugezondheidskundige, International Centre for Integrated assessment and Sustainable development, Maastricht University
- prof. dr. J.P. Mackenbach, hoogleraar Maatschappelijke gezondheidszorg, Erasmus MC, Rotterdam
- prof. dr. P. Martens, hoogleraar Duurzame ontwikkeling, International Centre for Integrated assessment and Sustainable development, Maastricht University
- ir. F. de Pater, Msc., water- en milieukundige, Vrije Universiteit, Amsterdam
- prof. dr. ir. P. Vellinga, hoogleraar Klimaatverandering en waterveiligheid, Wageningen Universiteit, en hoogleraar Klimaatverandering en maatschappelijke implicaties daarvan, Vrije Universiteit, Amsterdam

De Gezondheidsraad en belangen

Leden van Gezondheidsraadcommissies – waaronder sinds 1 februari 2008 ook de leden van de RGO – 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 adviseurschap 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.

