

**Nationale Milieuverkenning 5**  
**2000 – 2030**



# Nationale Milieuverkenning 5 2000-2030

RIJKSINSTITUUT VOOR  
VOLKSGEZONDHEID EN MILIEU

met medewerking van

Adviesdienst Verkeer en Vervoer (AVV)

Alterra b.v.

Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS)

Centraal Planbureau (CPB)

Energie-onderzoek Centrum Nederland (ECN)

Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI)

Nationaal Lucht- en Ruimtevaart Laboratorium (NLR)

Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ)

Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA)

Sociaal en Cultureel Planbureau (SCP)



RIJKSINSTITUUT VOOR VOLKSGEZONDHEID EN MILIEU

Samsom bv, Alphen aan den Rijn, 2000

---

Vormgeving lay - out en productie : Studio RIVM

Druk en afwerking : Wilco bv, Amersfoort

Fotografie: blz. 39 VROM  
blz. 65, 85, 111 Benelux Press  
blz. 153 Lowie van Liere  
blz. 224 Karin Janmaat  
blz. 235 Frans Lemmers

CIP-gegevens

ISBN 90 140 7189 2

ISSN 1383-4959

NUGI 825

© RIVM Bilthoven

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

Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16b Auteurswet 1912j het Besluit van 20 juni 1974, Stb 351, zoals gewijzigd bij Besluit van 23 augustus 1985, Stb 471 en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprerecht (postbus 882, 1180 AW Amstelveen). Voor het overnemen van gedeelten uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken dient u zich te richten tot: Samsom bv, Postbus 14, 2400 MA Alphen aan den Rijn.

---

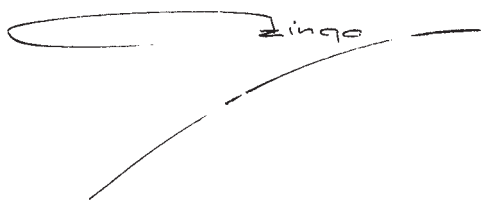
## Voorwoord

Volgens de Wet Milieubeheer, waarin de milieuplanbureaufunctie van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) is geformaliseerd, wordt elke vier jaar ter voorbereiding op een nationaal milieubeleidsplan een milieuverkenning opgesteld. Het Kabinet is voornemens het vierde Nationaal Milieubeleidsplan (NMP4) vervroegd uit te brengen, te weten aan het begin van het jaar 2001. De Nationale Milieuverkenning 5 (MV5) wordt ongeveer een half jaar voor het NMP4 uitgebracht.

De vijfde milieuverkenning omvat een beschrijving en analyse van de ontwikkeling van de milieukwaliteit en de betekenis voor de volksgezondheid, natuur en leefomgeving in Nederland in de periode 2000-2030 tegen de achtergrond van ontwikkelingen op Europese en mondiale schaal. Voor enkele onderwerpen is tot 2050 en 2100 gekeken. Deze lange termijn analyse is met name gericht op identificatie van de hardnekkige milieuproblemen en op verkenning van het potentieel van bestaande en denkbare veranderingen in technologie, productiestructuur en consumptief gedrag.

De analyse is tot stand gekomen in samenwerking met de Adviesdienst Verkeer en Vervoer (AVV), het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), het Centraal Planbureau (CPB), het Energie-onderzoek Centrum Nederland (ECN), het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI), het Nationaal Lucht- en Ruimtevaart Laboratorium (NLR), het Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ), het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA), Alterra b.v. en het Sociaal en Cultureel Planbureau (SCP). Langs deze weg wordt beoogd de analyse van de toekomstige knelpunten vanuit diverse wetenschappelijke invalshoeken te beschouwen.

de wnd. Directeur-Generaal,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Elzinga', with a long horizontal stroke extending to the right.

Dr. G. Elzinga



---

# Inhoudsopgave

Voorwoord 5

Inhoudsopgave 7

Samenvatting 11

## 1 Inleiding 31

- 1.1 Doel en reikwijdte van de Milieuverkenning 5 32
- 1.2 Domeinen van duurzame ontwikkeling 33
- 1.3 Scenario's en onzekerheden 35
- 1.4 Structuur van de Milieuverkenning 5 37

## 2 Maatschappelijke ontwikkelingen 39

- 2.1 Inleiding 40
- 2.2 Maatschappelijke ontwikkelingen in de wereld 41
  - 2.2.1 Inleiding 41
  - 2.2.2 Demografie 44
  - 2.2.3 Economie 45
  - 2.2.4 Energie 46
  - 2.2.5 Ruimte 46
  - 2.2.6 Milieubeleid 48
- 2.3 Maatschappelijke ontwikkelingen in Europa 48
  - 2.3.1 Inleiding 48
  - 2.3.2 Demografie 49
  - 2.3.3 Economie 49
  - 2.3.4 Energie 50
  - 2.3.5 Ruimte 51
  - 2.3.6 Milieubeleid 52
- 2.4 Maatschappelijke ontwikkelingen in Nederland 52
  - 2.4.1 Inleiding 52
  - 2.4.2 Demografie 53
  - 2.4.3 Economie 54
  - 2.4.4 Energie 59
  - 2.4.5 Ruimte 60
  - 2.4.6 Milieubeleid 62

---

### **3 Milieu op wereldschaal 65**

- 3.1 Inleiding 66
- 3.2 Internationaal milieubeleid 67
- 3.3 Hardnekkige milieuproblemen 69
  - 3.3.1 Klimaatverandering 69
  - 3.3.2 Verzuring en vermisting 73
  - 3.3.3 Natuurlijke hulpbronnen: land 74
  - 3.3.4 Natuurlijke hulpbronnen: vis 77
  - 3.3.5 Natuurlijke hulpbronnen: water 79
- 3.4 Ontwikkeling van de biodiversiteit 80
- 3.5 Ontwikkeling van de volksgezondheid 84

### **4 Milieu in Europa 85**

- 4.1 Inleiding 86
- 4.2 Europees milieubeleid 86
- 4.3 Hardnekkige milieuproblemen 88
  - 4.3.1 Inleiding 88
  - 4.3.2 Klimaatverandering 88
  - 4.3.3 Grootschalige luchtverontreiniging 91
  - 4.3.4 De kwaliteit van het oppervlaktewater 96
  - 4.3.5 Geluid 97
  - 4.3.6 Risico's in Nederland van Europese kerncentrales 100
- 4.4 Ontwikkeling van de biodiversiteit 100
  - 4.4.1 Inleiding 100
  - 4.4.2 Natuurbeleid 101
  - 4.4.3 Milieukwaliteit en biodiversiteit 102
- 4.5 Ontwikkeling van de volksgezondheid en leefbaarheid 106
  - 4.5.1 Inleiding 106
  - 4.5.2 Milieukwaliteit en volksgezondheid 106
  - 4.5.3 Leefomgeving en leefbaarheid 107

### **5 Milieu in Nederland 111**

- 5.1 Inleiding 112
  - 5.1.1 Maatschappelijke ontwikkelingen in Nederland 112
  - 5.1.2 De betekenis van milieu voor natuur, gezondheid en leefomgeving 112
- 5.2 Klimaatverandering 114
  - 5.2.1 Inleiding 114
  - 5.2.2 Doelstellingen en beleid 117
  - 5.2.3 Emissies 118



- 
- 5.3 Verzuring en grootschalige luchtverontreiniging 124
    - 5.3.1 Inleiding 124
    - 5.3.2 Doelstellingen en beleid 125
    - 5.3.3 Emissies 126
    - 5.3.4 Luchtkwaliteit en depositie 131
    - 5.3.5 Kosteneffectiviteit NO<sub>x</sub> en verzuring 135
  - 5.4 Vermesting 139
    - 5.4.1 Inleiding 140
    - 5.4.2 Doelstellingen en beleid 140
    - 5.4.3 Productie en afzet van dierlijke mest 142
    - 5.4.4 Emissie van ammoniak naar de lucht 146
    - 5.4.5 Vermesting van bodem en grondwater 146
    - 5.4.6 Vermesting oppervlaktewater 150
  - 5.5 Verdroging 160
    - 5.5.1 Inleiding 160
    - 5.5.2 Doelstellingen en beleid 160
    - 5.5.3 Oorzaken van verdroging 161
    - 5.5.4 Verdroging in 2030 162
    - 5.5.5 Toename van vermisting door bestrijding van verdroging 163
  - 5.6 Verstoring 166
    - 5.6.1 Inleiding 166
    - 5.6.2 Geluid 166
    - 5.6.3 Externe veiligheid 176
    - 5.6.4 Lokale luchtkwaliteit 181
  - 5.7 Grensoverschrijdende milieudruk door consumptie en handel 182
    - 5.7.1 Inleiding 182
    - 5.7.2 Consumptie en ruimtegebruik 183
    - 5.7.3 Consumptie en energiegebruik 185
    - 5.7.4 Milieudruk door import en export 185
  - 5.8 Milieukwaliteit en natuur 189
    - 5.8.1 Inleiding 189
    - 5.8.2 De betekenis van milieukwaliteit voor planten- en diersoorten 190
    - 5.8.3 Natuurgebieden in Nederland 192
    - 5.8.4 Milieukwaliteit en terrestrische natuurgebieden 193
    - 5.8.5 Milieukwaliteit en natuur in graslanden buiten de natuurgebieden 198
    - 5.8.6 Milieukwaliteit en aquatische planten en dieren in natuurgebieden 200
    - 5.8.7 Invloed van klimaatverandering op de natuur 202
  - 5.9 Milieukwaliteit en volksgezondheid 204
    - 5.9.1 Inleiding 204
    - 5.9.2 Van kwantiteit naar kwaliteit van leven 204
    - 5.9.3 Met milieukwaliteit samenhangend gezondheidsverlies 207
    - 5.9.4 Gezond en veilig 214

- 
- 5.10 Leefomgeving en leefbaarheid 219
    - 5.10.1 Inleiding 219
    - 5.10.2 Ontwikkelingen in de afgelopen dertig jaar 220
    - 5.10.3 Woningen en woonmilieus in de toekomst 226
    - 5.10.4 Leefomgeving en recreatie 228
  - 5.11 Kosten van het milieubeleid 230
    - 5.11.1 Inleiding 230
    - 5.11.2 Milieukosten per doelgroep 230
    - 5.11.3 Milieukosten per thema 232

## **6 Perspectieven op duurzame ontwikkeling 235**

- 6.1 Inleiding 236
- 6.2 Hardnekkige milieuproblemen 236
  - 6.2.1 Inleiding 236
  - 6.2.2 Hardnekkige milieuproblemen op wereldschaal 237
  - 6.2.3 Hardnekkige milieuproblemen in Europa 238
  - 6.2.4 Hardnekkige milieuproblemen in Nederland 238
- 6.3 Perspectieven op duurzame productie en consumptie 239
  - 6.3.1 Inleiding 239
  - 6.3.2 Veranderingen in productiestructuur 239
  - 6.3.3 Veranderingen in consumptiepatronen 244
- 6.4 Barrières voor duurzame ontwikkeling 247
  - 6.4.1 Inleiding 247
  - 6.4.2 Barrières in het sociale domein 247
  - 6.4.3 Barrières in het economische domein 249
  - 6.4.4 Barrières in het institutionele domein 251

### **Bijlagen**

- Emissies in Nederland per thema 253
- Afkortingen, begrippen en verklaring van tekens 259
- Referenties 263

# SAMENVATTING

## Inleiding

### ***Nederland: een open economie met grensoverschrijdende milieuproblemen***

Veel milieuproblemen overstijgen de landsgrenzen, direct via lucht- en waterstromen of indirect via handelsrelaties, transport en institutionele activiteiten. Nederland is op het gebied van regelgeving steeds meer afhankelijk van de EU en veel milieuproblemen kunnen alleen internationaal worden aangepakt. Nederland is enerzijds een medeveroorzaker van internationale milieuproblemen en ondervindt anderzijds ook de gevolgen van grensoverschrijdende milieuproblemen. De inwoners van Nederland beïnvloeden door consumptie van geïmporteerde producten het milieu in het buitenland (*figuur 2*). Andersom wordt het Nederlandse milieu sterk beïnvloed door productie voor de export.

### ***Toegang tot technologie en kennis cruciaal voor duurzame ontwikkeling van de derde wereld***

De ontwikkelingsfase waarin een land zich bevindt is van grote invloed op aard en ernst van de milieuproblemen en de mogelijkheden om er wat aan te doen. Pas als de economische situatie in ontwikkelingslanden is verbeterd, zal de bevolkingsgroei afnemen. De milieudruk hangt in deze landen nu nog sterk samen met primaire levensbehoeften. In de overgangsfase van het ontwikkelingsproces, waarin zowel de bevolkingsomvang als de economie groeien, neemt zonder tegenmaatregelen de druk op het milieu sterk toe. Nederland heeft hier direct weinig invloed op, maar kan wel bijdragen aan de duurzame ontwikkeling van ontwikkelingslanden, onder andere door het verspreiden van kennis en technologie bijvoorbeeld in het kader van het gevoerde klimaat- en handelsbeleid.

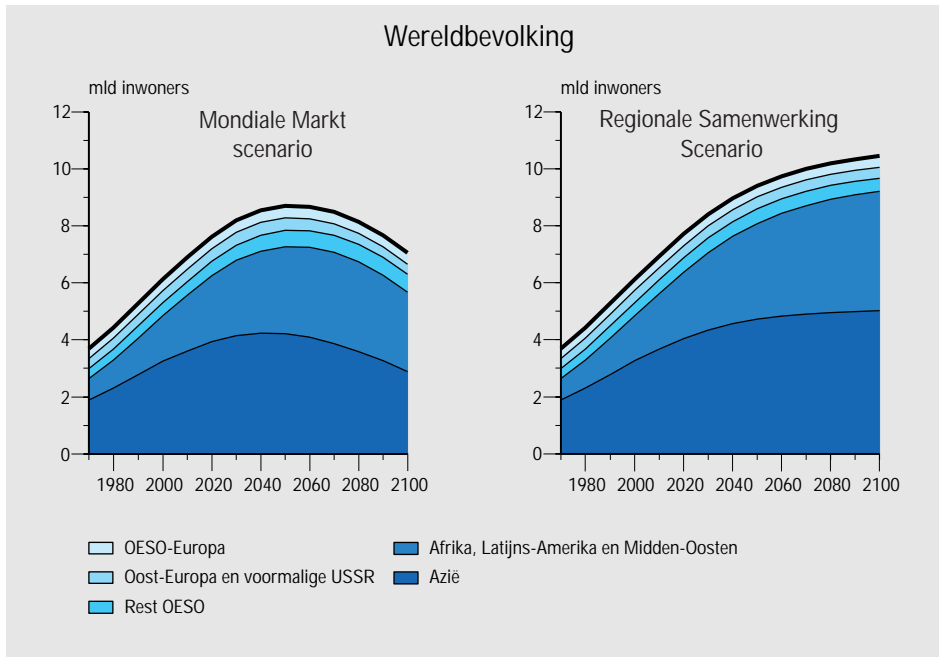
## Maatschappelijke ontwikkelingen op wereldschaal

### ***Bevolking groeit vooral in ontwikkelingslanden***

De wereldbevolking neemt naar verwachting toe van circa 6 miljard in 2000 tot circa 8-9 miljard in 2030 en 9-11 miljard in 2050. Bij een snelle toename van de welvaart in de ontwikkelingslanden kan de wereldbevolking na 2050 dalen naar circa 8 miljard mensen in 2100. Bevolkingsgroei vindt vooral plaats in Azië, Afrika, Latijns-Amerika en het Midden-Oosten (*figuur 1*). Het Bruto Wereldproduct zal in 2030 ongeveer driemaal en in 2050 ruim vier- tot zesmaal zo groot zijn als in 2000. Het totale energieverbruik zal in 2050 circa driemaal zo hoog zijn als in 1990.

### ***Ruimte vraag groeit door voedselbehoefte en verstedelijking***

De vraag naar landbouwgrond neemt met de verwachte bevolkingsgroei sterk toe, met name in de tropische zone. Efficiënter produceren vergt investeringen in infrastructuur, watervoorziening en landbouwtechnologie, maar ook bestuurlijke verbeteringen en



*Figuur 1 De wereldbevolking kan na 2050 afnemen bij voldoende welvaartsontwikkeling in de derde wereld*

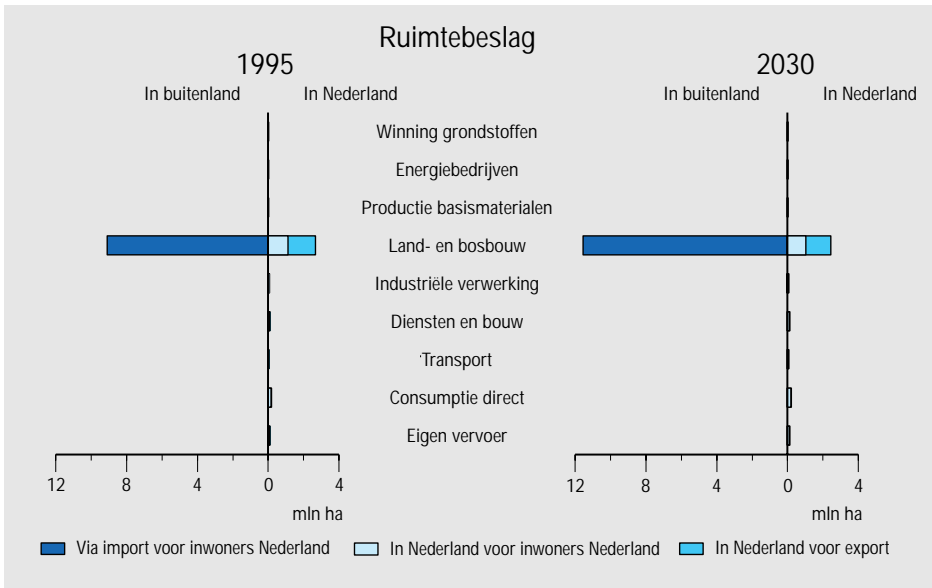
beter onderwijs. Verstedelijking is wereldwijd een dominante trend. In 2030 zal 60% van de wereldbevolking in een stedelijke omgeving wonen, in 2050 is dat 70%.

### ***De Nederlandse consument gebruikt steeds meer ruimte***

De inwoners van dichtbevolkt Nederland gebruiken voor hun consumptie ruim drie keer de oppervlakte van Nederland (figuur 2). Dit zal de komende dertig jaar nog wat toenemen. Het merendeel van het buitenlandse ruimtebeslag ligt in OESO-landen, maar in een open wereldeconomie wordt de sterkste groei verwacht in ontwikkelingslanden. In toenemende mate zal hout van buiten de OESO-landen worden ingevoerd.

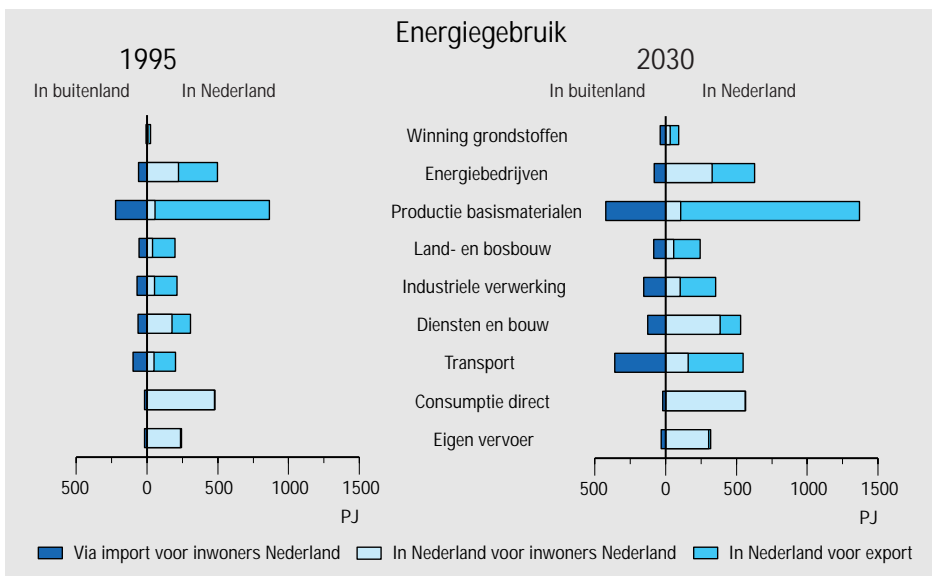
### ***Meer milieuschade in Nederland voor de export dan in het buitenland voor onze import***

Het directe en indirecte energiegebruik (energie voor productie en transport van goederen en diensten) van de inwoners van Nederland groeit tussen 1995 en 2030 met circa 50%. Het indirecte energiegebruik neemt sterker toe dan het directe gebruik. Het energiegebruik binnen Nederland ten behoeve van de export van producten, is groter dan het energiegebruik in het buitenland ten behoeve van importen voor de Nederlandse consument. De grootste energievraag voor de export komt voort uit de productie van basismaterialen (figuur 3). Meer dan de helft van de stikstofemissies naar de lucht in Nederland is gerelateerd aan de export. Landbouw, energiebedrijven en transport zijn hierbij de belangrijkste sectoren. Ongeveer 80% van het stikstofoverschot in de landbouw in



*Figuur 2 Nederlanders gebruiken drie keer het oppervlak van Nederland in het buitenland*

Nederland is het gevolg van productie voor de export. Dit aandeel kan gaan afnemen bij verkleining van de veestapel in Nederland en toename van de import van vlees in Europa uit andere werelddelen.



*Figuur 3 Het buitenland veroorzaakt meer energiegebruik in Nederland dan Nederlandse consumenten in het buitenland veroorzaken*

# Milieukwaliteit en effecten op wereldschaal

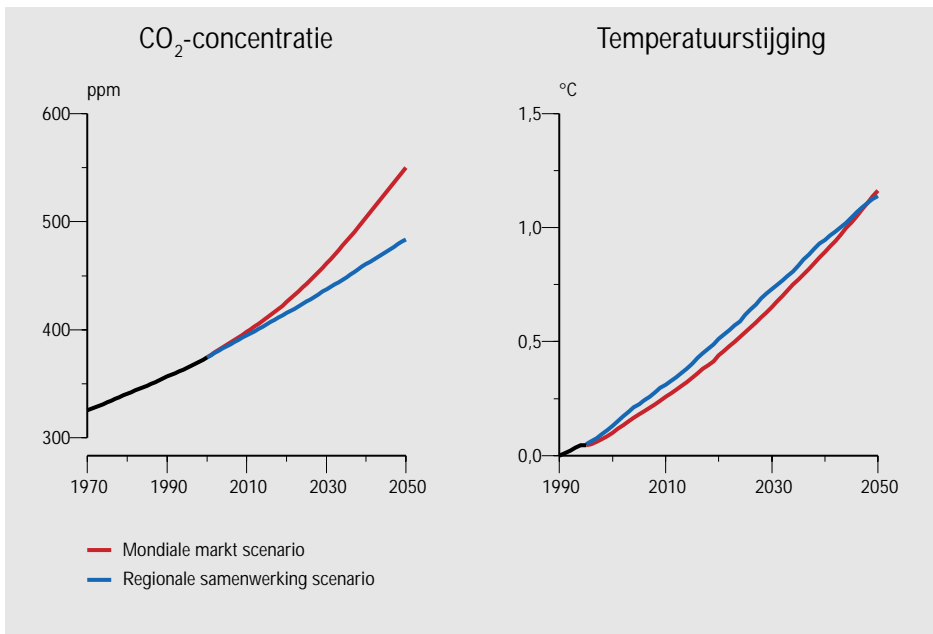
## Klimaat

### **Hardnekkig probleem met grote gevolgen**

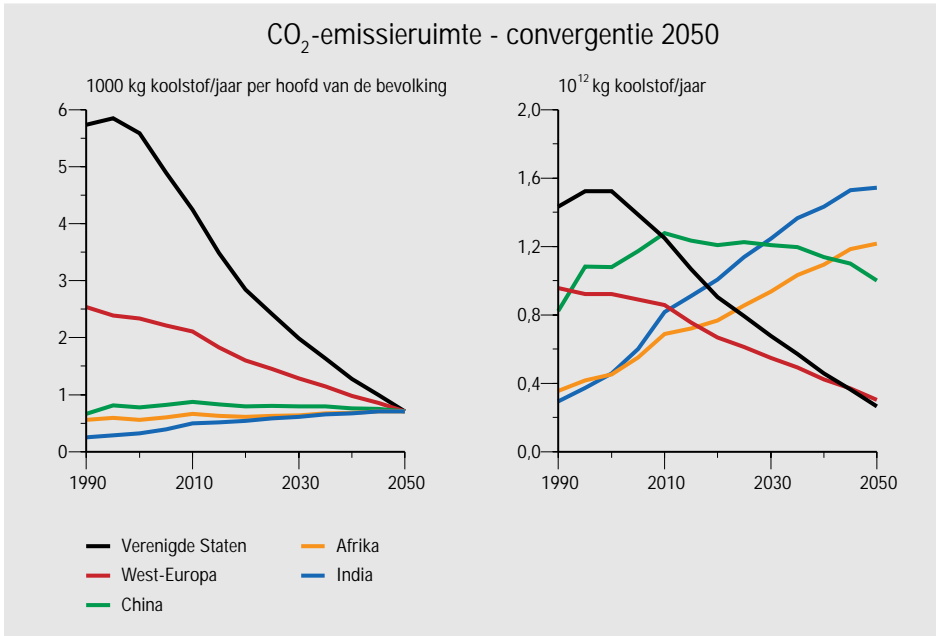
Vooral door het toenemende gebruik van fossiele energie zal tussen nu en 2050 de mondiale emissie van CO<sub>2</sub> met tenminste 70% en met maximaal 190% toenemen. De gemiddelde temperatuur op aarde is in de twintigste eeuw reeds gestegen met 0,4 tot 0,7°C en kan tot 2050 met nog eens ongeveer 1°C stijgen (figuur 4). Hierdoor zullen effecten die reeds gemeten zijn vermoedelijk doorzetten. Het gaat dan om veranderingen in lengte en variabiliteit van het groeiseizoen, zeestromingen, neerslagpatronen, biodiversiteit, voedsel- en watervoorziening, volksgezondheid en overstromingsrisico's.

### **Voorzorg en rechtvaardigheid onderdeel klimaatonderhandelingen**

Voor stabilisatie van de concentraties broeikasgassen in de atmosfeer zijn uiteindelijk wereldwijd emissiereducties nodig in orde van grootte van 50 tot 75% ten opzichte van 1990. Uitgaande van de uitgangspunten van de Vervolgnota Klimaatbeleid zouden de mondiale emissies in het midden van deze eeuw 15-20% lager moeten liggen. Als eerste stap zijn voor de industrielanden eind 1997 emissie-afspraken vastgelegd in het Kyoto-protocol. Bij verdere stappen speelt de vraag hoe de mondiaal toelaatbaar geachte emissieruimte moet worden verdeeld over landen. Daarbij kan bijvoorbeeld gestreefd worden naar gelijke CO<sub>2</sub> emissies per persoon (figuur 5). Dat zou ruimte bieden voor verdere groei in de derde wereld. Indien de emissieruimte mondiaal verhandelbaar zou



Figuur 4 Zonder aanvullend klimaatbeleid zullen de CO<sub>2</sub>-concentraties blijven toenemen



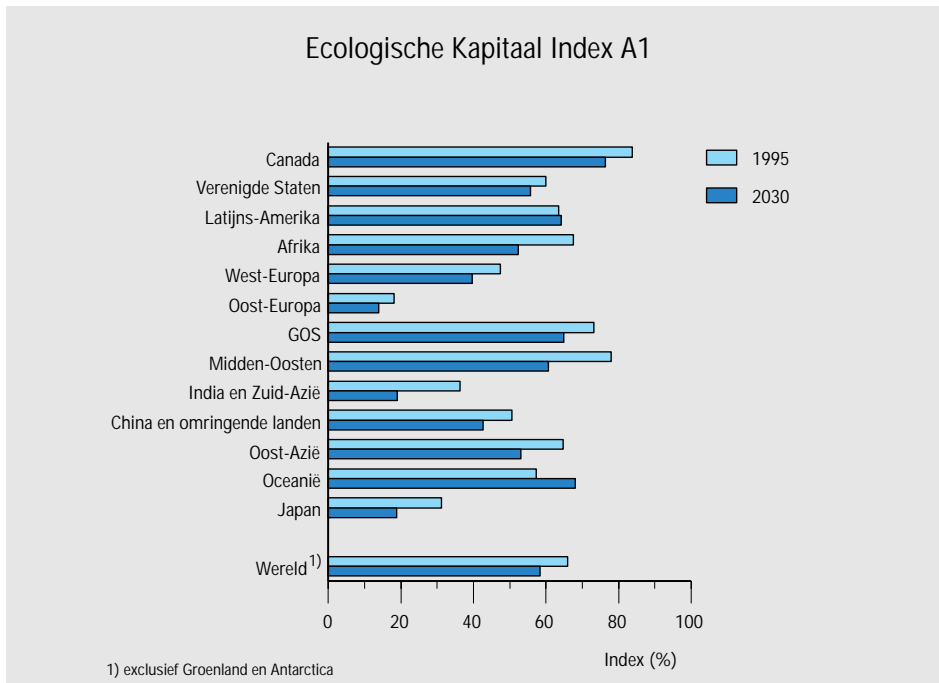
Figuur 5 Gelijke CO<sub>2</sub>-emissierechten per hoofd zullen in Noord-Amerika en Europa aanzienlijke extra reductie-inspanningen vergen

zijn kunnen, volgens eerste oefeningen met het CPB-Worldscanmodel, in de industrielanden aanzienlijke kostenbesparingen worden bereikt, waardoor de groeivertraging van het BBP daar in de komende decennia beperkt kan blijven tot tienden van procenten per jaar. Elke verdeling is subjectief van aard: sommige ontwikkelingslanden stellen dat ook de bijdrage die landen in het verleden aan het broeikas effect hebben geleverd moet worden meegerekend bij de verdeling van emissierechten, anderen vinden het juist onrechtvaardig dat de CO<sub>2</sub>-emissie in ontwikkelingslanden nog kan toenemen bij een dalende mondiale emissieruimte.

## Biodiversiteit

### **Grootste achteruitgang in gebieden met de grootste soortenrijkdom**

De biodiversiteit zal de komende dertig jaar over de hele wereld afnemen, met name in de oorspronkelijk zeer soortenrijke ecosystemen in de tropen en subtropen (figuur 6). Verlies van natuurlijk areaal is de belangrijkste oorzaak, gevolgd door achteruitgang in de milieukwaliteit. Rond 2030 zal het aandeel van het in cultuur gebrachte gebied op aarde de 50% overschrijden (figuur 7). De resterende natuur zal in 2030 vooral te vinden zijn in voor de mens moeilijk bewoonbare streken.



*Figuur 6 In vrijwel alle regio's neemt de biodiversiteit in de komende 30 jaar verder af*

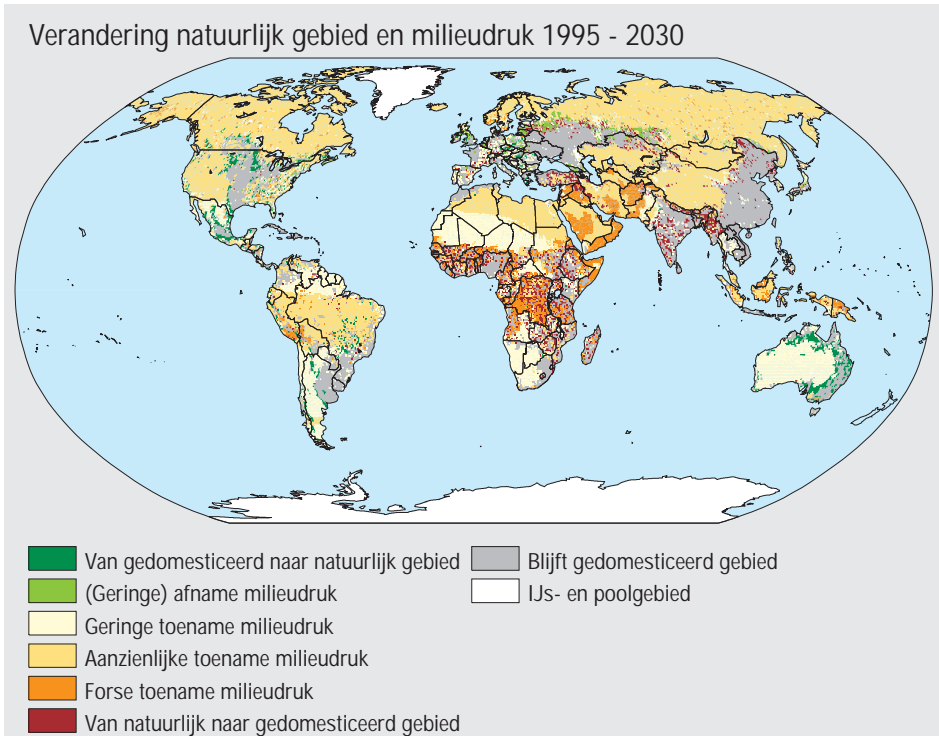
### **Veel natuurgebieden worden omgezet in landbouwgrond**

Door de groeiende behoefte aan landbouwgrond zal de druk op de beschikbare hoeveelheid vruchtbare grond sterk toenemen, met name in Afrika en Azië (*figuur 7*). Een grootschalige omschakeling op biobrandstoffen zou een bijdrage kunnen leveren van enkele tientallen procenten aan de oplossing van het klimaatvraagstuk, maar dat zou eveneens een grote claim leggen op het beschikbare land, oplopend tot 20-25% van het totale gewasareaal in 2050. Daarbij komt de behoefte aan land ter compensatie van gronden die reeds geërodeerd of uitgeput zijn door onduurzame landbouw. Klimaatverandering kan bovendien de kans op erosie vergroten. De grootste veranderingen in landgebruik worden verwacht in regio's van waaruit Nederland niet veel importeert. Mogelijkerwijs vormt de Nederlandse import uit ontwikkelingslanden van hout - en in de toekomst van vlees - een aandachtspunt.

### **Verzuring in steeds meer delen van de wereld een probleem**

De emissies van SO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub> nemen af in West- en Midden-Europa en Noord-Amerika, maar nemen sterk toe in de ontwikkelingslanden door de verdere industrialisatie en door de toename van het autogebruik. Effecten van verzuring worden steeds vaker zichtbaar in Azië, delen van Afrika en Latijns-Amerika, en in West-Siberië.





*Figuur 7 Rond 2030 zal bijna 50% van het landoppervlak gedomesticeerd zijn. Vooral in Afrika wordt nog veel natuur in landbouwgrond veranderd*

## Water

### ***Watertekorten dreigen vooral in steden in ontwikkelingslanden***

Het aantal mensen dat met watertekorten of een slechte kwaliteit te maken krijgt zal in de komende dertig jaar toenemen, vooral in de steden in ontwikkelingslanden. De groei van de vraag naar water vloeit voort uit de verwachte toename van de geïrrigeerde landbouw, industriële productie en het huishoudelijk gebruik. Het aanbod kan veranderen door klimaatverandering.

## Visvoorraden

### ***Grenzen aan de visvangst bereikt***

Vis is voor de mens een belangrijke bron van eiwit. Ongeveer 60% van de visgronden in de wereld was in 1994 uitgeput of in volle exploitatie en 40% in beginnende exploitatie. Er wordt in steeds verder gelegen gebieden gevist, de vangsten nemen af ten opzichte van de inspanning, er worden steeds jongere exemplaren gevangen en de vangst verschuift van hogere naar lagere soorten in de voedselketen. De biodiversiteit neemt vooral in kustgebieden af door overbevissing en het gebruik van sleepnetten. De Nederland-

se vloot heeft een deel van haar activiteiten verschoven naar verre wateren, met name voor de kust van West-Afrika. De Europese Unie subsidieert de visserij daar via akkoorden met de betreffende landen. Deze ontwikkeling heeft nadelige effecten op vispopulaties waarvan de bewoners in de betreffende regio afhankelijk zijn.

## Gezondheid

### ***Economische groei en een betere gezondheid gaan vaak samen***

Gezondheidsverlies is in ontwikkelingslanden voor een belangrijk deel te wijten aan slechte milieuhygiënische omstandigheden. Het aandeel van milieu-factoren in de ziektelast van de meer ontwikkelde landen is bescheiden. Grootschalige problemen zoals klimaatverandering, landdegradatie en watertekorten kunnen catastrofale gevolgen hebben voor de sociaal-economische ontwikkeling, met gevolgen voor de gezondheid.

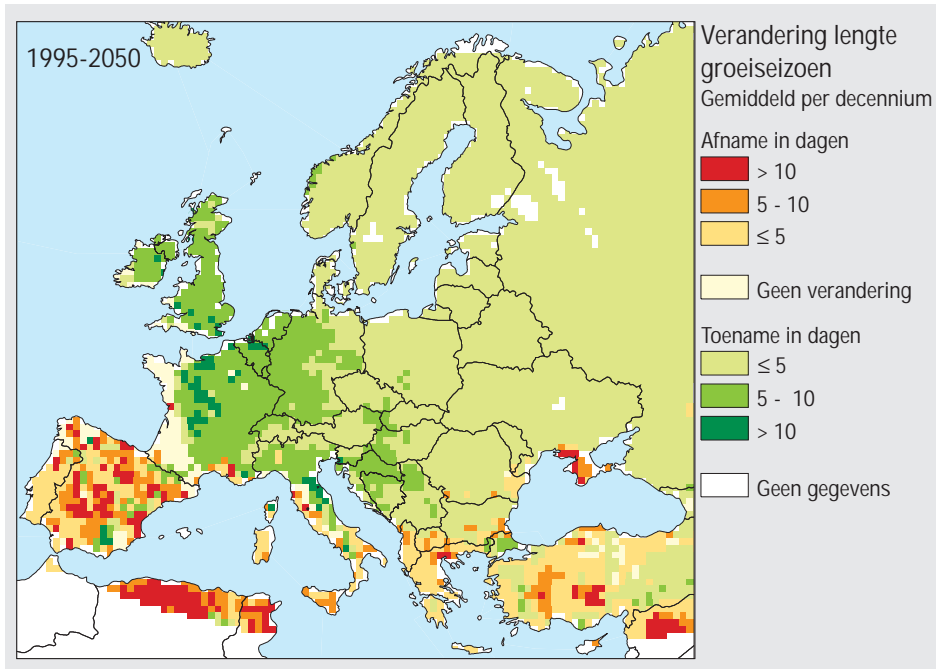
## Maatschappelijke ontwikkelingen in Europa en Nederland

### ***Extra milieudruk in Europa vooral door economische groei***

Zowel in Europa als Nederland zal de bevolkingsomvang tegen 2030 naar verwachting stabiliseren. Het Nederlandse inwonertal zal vermoedelijk tussen de 17 en 18,5 miljoen komen te liggen. Vergrijzing speelt in heel Europa, evenals gezinsverdunding. Productie, consumptie en energiegebruik nemen toe, maar het tempo van de groei neemt af. In 2030 zal het BBP van Nederland twee- tot driemaal zo hoog zijn als in 1995, maar het energiegebruik zal minder hard toenemen. Er worden geen forse veranderingen in de energieprijzen aangenomen ten opzichte van 2000. Het energiegebruik zal door voortgaande inspanningen op het gebied van energiebesparing minder snel toenemen dan in de afgelopen dertig jaar. Het aandeel duurzame energie in het totale energie aanbod zal in Nederland bij ongewijzigd beleid in 2030 naar verwachting minder dan 5% zijn. Voor de economische en ruimtelijke ontwikkelingen van Europa zijn de verdergaande economische integratie en samenwerking tussen lidstaten van belang, evenals de eventuele uitbreiding van de Europese Unie.

### ***Spanning tussen economie en ecologie door ruimtegebrek***

Bevolking, bedrijvigheid en verkeer zullen in Europa vooral groeien in gebieden waar deze nu al geconcentreerd zijn, zoals langs transportassen. In Nederland blijft de vraag naar ruimte voor de verschillende functies toenemen. In 2020 zal, rekening houdend met mogelijke combinaties van functies, het tekort op de grondbalans minimaal 1000 km<sup>2</sup> zijn. Dit betekent dat de ene vorm van ruimtegebruik moet inleveren voor de andere en dat verschillende vormen van ruimtegebruik die niet goed combineren vermoedelijk toch in elkaars directe nabijheid zullen plaatsvinden. Het gevolg is toenemende hinder en veiligheidsrisico's voor de mens en blijvende druk op de natuur.



Figuur 8 In Zuid-Europa zouden landbouwopbrengsten door klimaatverandering kunnen afnemen

## Milieukwaliteit en effecten in Europa en Nederland

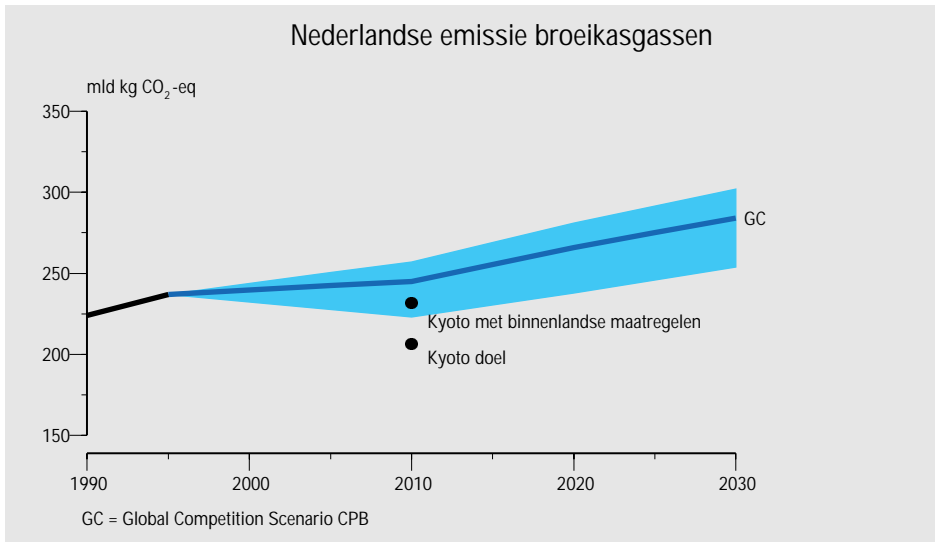
### Klimaat

#### **Scherpe doelstelling, moeizame start**

In Europa zijn effecten van klimaatverandering te verwachten (figuur 8). De EU15 heeft zich verplicht tot een gezamenlijke vermindering van de broeikasgas-emissies met 8% in de periode 2008-2012 ten opzichte van 1990. De Nederlandse emissies moeten in dezelfde periode met 6% zijn verminderd. Het Kyoto-protocol was begin januari 2000 weliswaar door 84 partijen ondertekend, maar nog door geen enkel industrieland bekrachtigd.

#### **Kyoto-afspraken vragen grote inspanning**

Nederland heeft van alle Europese landen de grootste kloof te overbruggen tussen de huidige emissies en de Kyoto-doelstelling. Met het vastgestelde beleid blijven emissies van broeikasgassen in Nederland in de periode 2000-2030 toenemen van 235 miljard kg CO<sub>2</sub>-equivalenten in 1995 naar 250-285 miljard kg CO<sub>2</sub>-equivalenten in 2030 (figuur 9). De emissiedoelstelling voor Nederland rond 2010 (206 miljard kg CO<sub>2</sub>-equivalenten per jaar) is alleen haalbaar indien alle voornog onzekere maatregelen die worden genoemd in de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid volledig worden geïmplementeerd en de voorziene emissiereducties in het buitenland worden gekocht. Daarnaast moet ofwel de economische groei lager uitvallen dan wordt voorzien of door gunstige ontwikkelingen de binnenlandse energievraag beperkt blijven (bijvoorbeeld extra stroomimport).



Figuur 9 Aanvullende maatregelen zijn nodig om de Kyoto-afspraken ook na 2010 na te komen

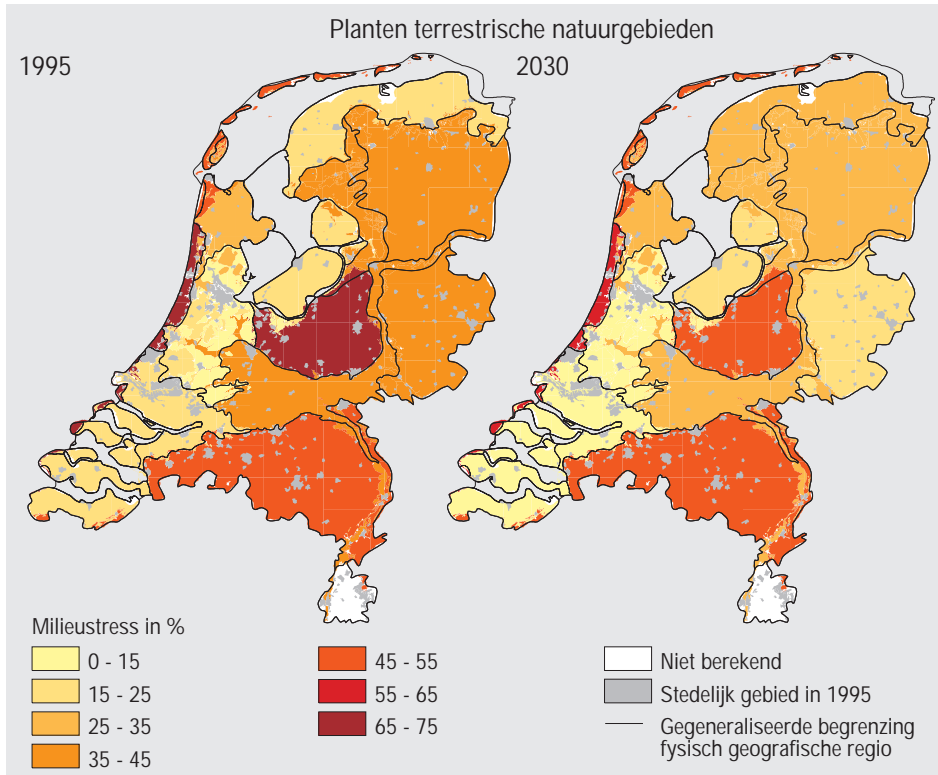
## Natuur en biodiversiteit

### ***Kansen voor natuur, maar de milieudruk blijft te hoog***

De EU heeft een internationale verantwoordelijkheid voor de wereldwijde biodiversiteit: het Mediterrane gebied is één van de soortenrijkste van de wereld en Nederland is bijvoorbeeld jaarlijks het tijdelijke leefgebied van een groot aantal migrerende vogelsoorten. De milieudruk op de natuur in Europa neemt af, maar zal nog zo hoog blijven dat deze tot verdere achteruitgang van de natuur zal leiden. Verslechtering van de milieukwaliteit in Nederland is een belangrijke factor geweest in de sterke afname van veel planten- en diersoorten in de twintigste eeuw. De milieukwaliteit zal verbeteren door het terugdringen van de verzuring, verdroging en vermesting. Planten en dieren krijgen hierdoor met name in natuurgebieden kans op herstel (*figuur 10*). In het agrarisch gebied zal de situatie niet of nauwelijks verbeteren. Ook in de regionale oppervlaktewateren geeft de verwachte milieukwaliteit weinig zicht op verbetering van de natuurkwaliteit.

### ***Ook in 2030 nog effecten van verzuring en grootschalige luchtverontreiniging***

Ondanks verbetering van de Nederlandse luchtkwaliteit zullen de deposities van verzurende stoffen en stikstof in 2030 ongeveer 60-70% boven de NMP3-doelstellingen voor 2010 liggen (*figuur 11*). Ook al zouden deze doelstellingen worden gehaald, dan nog is 50% van het areaal natuur blootgesteld aan overmatige stikstofdepositie en 20% aan een te hoge zure depositie. Nederland is en blijft tot 2030 een netto-exporteur van verzurende stoffen. In 2030 zullen de emissies van verzurende stoffen in Nederland minder dan de helft zijn van die in 1980, maar ook dan zijn ze nog hoger dan de NMP3-doelen voor 2010.

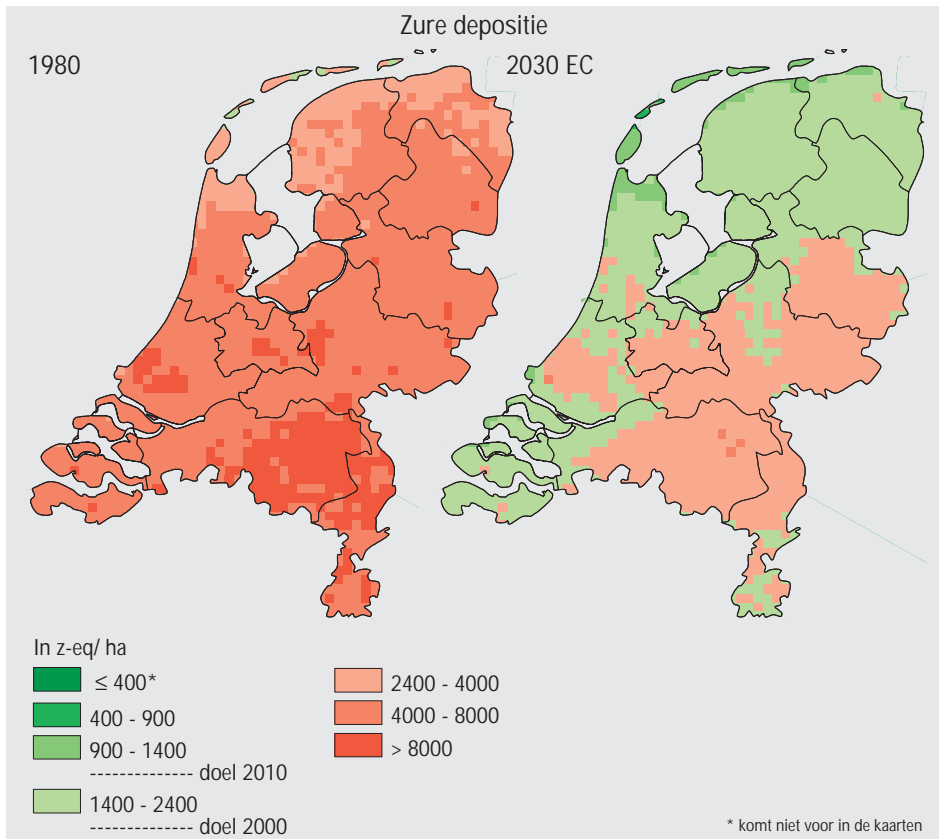


*Figuur 10 In 2030 zullen verzuring, verdroging en vermessing het vóórkomen van plantensoorten minder beperken dan nu, maar dan nog zullen er door de milieudruk 45% minder potentiële vindplaatsen zijn dan in 1950 (= 45% milieustress)*

Met de in Europees verband gemaakt afspraken lijkt de EU-tussendoelstelling voor ozon op leefniveau vanaf 2010 realiseerbaar. Voor het bereiken van de lange termijn ozon doelstelling ter bescherming van ecosystemen zouden de afgesproken emissieplafonds voor  $\text{NO}_x$  en VOS nog de helft lager moeten liggen (figuur 12).

### **Minder kans op algenbloei in de Noordzee**

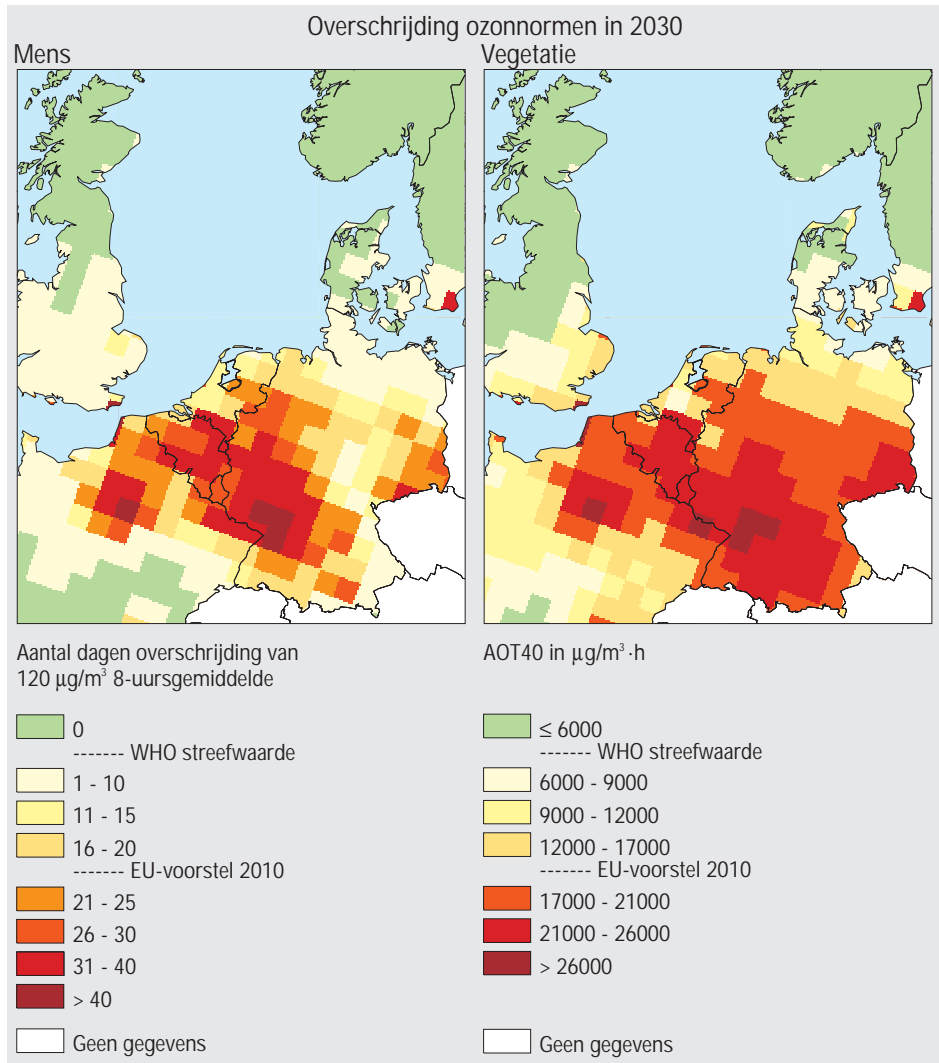
Bij uitvoering van diverse Europese richtlijnen zullen de concentraties stikstof en fosfor aan de mondingen van Europese rivieren de komende tien jaar afnemen en hiermee de belasting van de zeeën. De belasting met fosfor zal in 2010 ongeveer een kwart zijn van die begin jaren tachtig, toen de belasting een maximum bereikte. De belasting met stikstofverbindingen zal in 2010 ongeveer gehalveerd zijn ten opzichte van begin jaren tachtig. Tussen 2010 en 2030 zal zonder nieuw beleid de belasting nauwelijks verder afnemen. De kans op ongewenste algenbloei in de kustzone zal na 2010 afnemen. De aanvoer uit het buitenland van fosfor en stikstof door de Rijn vermindert met 15% in 2030 ten opzichte van 1996. De waterkwaliteit van het IJsselmeer, die afhankelijk is van de kwaliteit van het Rijnwater, verbetert hierdoor.



*Figuur 11 De zure depositie wordt vooral dankzij internationale afspraken sterk teruggebracht, maar blijft met name in concentratiegebieden van intensieve veehouderij te hoog*

### **Mestoverschot afhankelijk van medewerking akkerbouwers**

De maatregelen die zijn voorgesteld in de nota Integrale Aanpak Mestproblematiek (1999) leiden tot een forse vermindering van de stikstof- en fosfaatverliezen naar het milieu. De gevolgen voor het mestoverschot en de omvang van de veestapel, zijn sterk afhankelijk van de bereidheid van akkerbouwers om via afzetcontracten kunstmest te vervangen door dierlijke mest, de verdere verlaging van het fosfaatgehalte in voer en de mogelijkheden voor verhoging van de export van mest. Wanneer slechts 90-95% van de mest via afzetcontracten hoeft te worden afgezet, ontstaat een nationaal mestoverschot van 19 miljoen kg fosfaat per jaar. Het is onduidelijk hoe dat binnen de verliesnormen kan worden aangewend. De stikstof-verliesnormen worden dan wel gehaald, vooral door besparing op het gebruik van stikstof-kunstmest. De ammoniak-emissie daalt met 30% maar er zullen aanvullende maatregelen nodig zijn (emissie-arme stallen en mest-aanwending), om onder het in Gothenburg afgesproken nationale emissieplafond van 128 miljoen kg  $\text{NH}_3$  per jaar te komen.



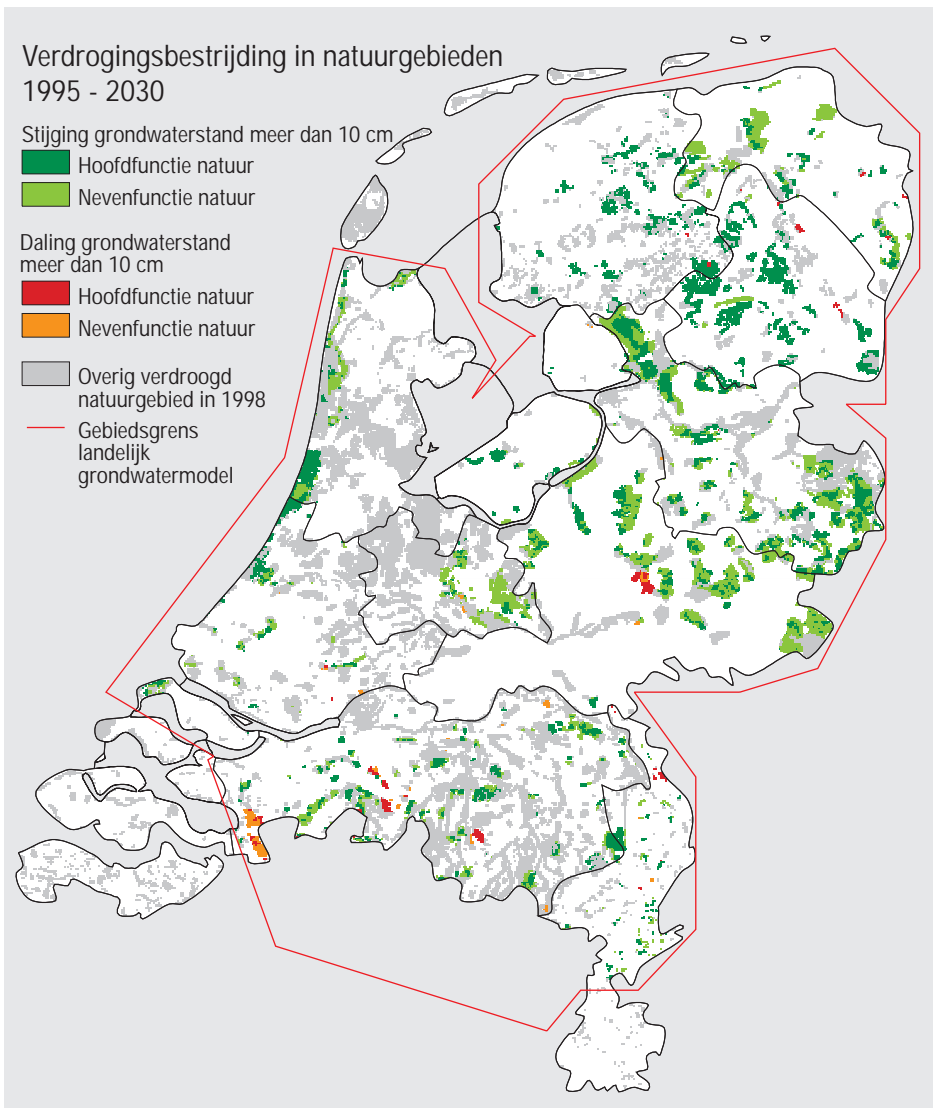
*Figuur 12 Ook met de gemaakte internationale afspraken blijven de ozonconcentraties in gebieden met veel industrie en verkeer nog risico's voor mens en natuur opleveren*

***Nog jarenlang najleffecten van overbemesting***

De verliesnormen voor fosfaat zijn niet toereikend om verdere fosfaatophoping in de bodem en de daarmee gepaard gaande afspoeling naar het oppervlaktewater tegen te gaan. Wel neemt door het beleid het tempo van opladen van de bodem sterk af. In veel kleine regionale wateren zoals sloten, blijft de hoge aanvoer van fosfor een belemmering voor de biodiversiteit en herstel van natuur. Met het voorgenomen mestbeleid zullen de nitraatconcentraties in het ondiepe grondwater bijna halveren. Het grondwater dat wordt gebruikt voor de drinkwatervoorziening zal hooguit lokaal niet voldoen aan de drinkwaternorm voor nitraat. Plaatselijk blijft de benedenstroomse natuur in beekdalen onder druk staan door afspoeling van stikstof uit bovenstrooms gelegen landbouwgronden.

### **In 2030 circa 40% minder verdroogde natuur**

In 1998 werd 6000 km<sup>2</sup> van het areaal natuurgebied of gebied met nevenfunctie natuur door de provincies aangemerkt als verdroogd. Met het vastgestelde beleid zal in 2030 in ongeveer 2300 km<sup>2</sup> van dit gebied de verdrogingstoestand zijn verbeterd of de verdroging zijn opgelost door een verhoging van de grondwaterstand van minstens 10 cm of verbetering van de waterkwaliteit (figuur 13). Of de verdroging zal zijn opgelost hangt ook af van de natuurdoelen ter plaatse en het daarmee samenhangende gewenste grond- en oppervlaktewaterregime.



*Figuur 13 Met het huidige beleid zal in 2030 in 40% van de nu verdroogde natuur sprake zijn van een verbetering van de situatie. In 30% komt dit door een hogere grondwaterstand*



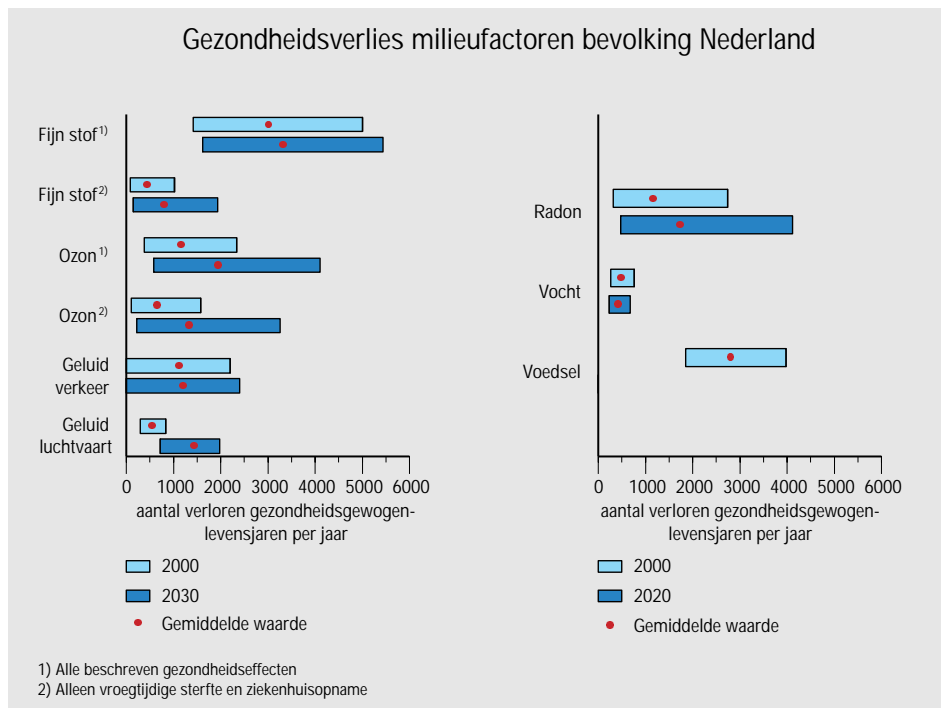
## Gezondheid en veiligheid

### **Milieu heeft ook in 2030 nog een (beperkte) invloed op de gezondheid**

In Nederland is het gezondheidsverlies dat is toe te schrijven aan milieuverontreiniging, uitgedrukt als het aantal verloren gezonde levensjaren, ongeveer 2 tot 5% van de totale gezondheidsverliezen. Belangrijk zijn luchtverontreiniging (fijn stof, ozon op leefniveau), geluid en de kwaliteit van het binnenmilieu (figuur 14). Problemen met gezondheid en leefbaarheid in relatie tot milieukwaliteit hebben in Europa vooral te maken met verstedelijking. In 2000 woont 75-80% van de Europese bevolking in stedelijk gebied en dit aandeel neemt nog toe.

### **Luchtkwaliteit verbetert, maar gezondheidseffecten blijven**

In de komende 30 jaar zal in Nederland het gezondheidsverlies door luchtverontreiniging toenemen. Dit komt vooral door de vergrijzing en daarmee samenhangende grotere gevoeligheid voor luchtverontreiniging. De verontreiniging met fijn stof neemt af en de ozongehalten stabiliseren in dezelfde periode. De luchtkwaliteit in Nederlandse steden zal tot 2020 verbeteren en daarna weer iets achteruitgaan. Ongeveer een half tot één miljoen inwoners van Nederland zullen in 2030 aan te hoge niveaus van verontreiniging blootstaan.



Figuur 14 Het aan milieufactoren toe te schrijven gezondheidsverlies neemt in de meeste gevallen toe

### ***Nog tot 2100 naijleffecten van aantasting ozonlaag***

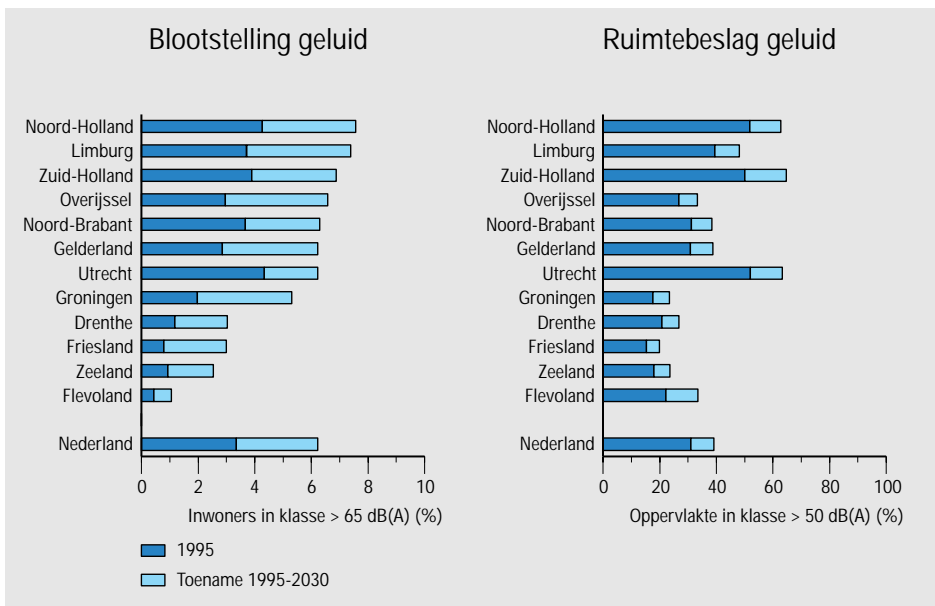
In de eenentwintigste eeuw is nog een aanzienlijke toename te verwachten van het aantal gevallen van huidkanker. Dit geldt zelfs na uitvoering van de meest recente aanscherping van de internationale afspraken over het gebruik van stoffen die stratosferische ozon afbreken. Pas tegen 2100 zal de UV-belasting weer ongeveer op het niveau van 1970 zijn, toen van aantasting van de ozonlaag nog geen sprake was. Zonder de internationale afspraken zou het aantal extra gevallen van huidkanker een veelvoud zijn van wat nu wordt verwacht.

### ***Stilte wordt schaars***

Nederland wordt voller en lawaaiiger. De NMP3-doelstelling voor 2010 om de ernstige geluidhinder terug te dringen tot een verwaarloosbaar niveau, zal met het vastgestelde beleid niet worden gehaald. In 2030 zal het percentage inwoners dat blootgesteld is aan een hoge geluidbelasting verdubbeld zijn ten opzichte van 1995. Ook het oppervlak met lawaai neemt toe. Stiltegebieden waar het echt stil is worden schaars, evenals perioden van stilte (figuur 15). Wegverkeer blijft door de jaren heen de belangrijkste hinderbron. Het effect van maatregelen gericht op het reduceren van de geluidhinder wordt teniet gedaan door de groei van het verkeer en de bevolking.

### ***Ernstige hinder door vliegtuigen neemt toe***

Het huidige tempo waarin stille vliegtuigen worden ingezet voor het luchtvervoer is onvoldoende om de verwachte groei in verkeersvolume te kunnen accommoderen binnen de huidige en toekomstige geluidnormen voor de luchtvaart. Na opening van de vijfde Schipholbaan zal de geluidbelasting aanvankelijk 10 tot 20% lager liggen dan in



Figuur 15 Zowel het aantal inwoners met ernstige geluidhinder als de oppervlakte met hoge geluidbelasting nemen toe

1990. Zelfs bij handhaving van de PKB-normen voor Schiphol zal, bij verdere toename van het luchtverkeer, de ernstige geluidhinder in de wijde omgeving toenemen, ondermeer door de Vinex-plannen in de Randstad.

### ***Meer veiligheidsrisico's in een voller land***

Het externe veiligheidsbeleid is gericht op het beheersen van de risico's van grote ongevallen verbonden aan gebruik, opslag en transport van gevaarlijke stoffen en vliegverkeer, waarbij groepen burgers betrokken kunnen zijn. In de periode 1995-2030 wordt in Nederland een verdubbeling tot verdrievoudiging van de productie door de chemische industrie verwacht. Daarmee samenhangend wordt een toename van gebruik, transport en opslag van gevaarlijke stoffen voorzien. De luchtvaart maakt een vergelijkbare groei door. Tevens wordt Nederland steeds voller en breiden woon- en werklocaties zich uit. Indien de bebouwde omgeving wordt ingericht volgens de huidige beleidsvoornemens op het gebied van ruimtelijke ordening en veiligheid, zal naarmate de bebouwing in Nederland dichter wordt, het steeds vaker voorkomen dat ongelukken ernstige gevolgen hebben.

### ***Veiligheid van voedsel en drinkwater blijft aandacht vragen***

Het voedsel in Nederland is nog nooit zo veilig geweest als nu. Toenemende internationalisering en technologische ontwikkelingen rond de voedselproductie zullen de aandacht voor de kwaliteit en veiligheid van onze voeding doen toenemen. Het aandeel oppervlaktewater voor de bereiding van drinkwater zal in Nederland toenemen van ongeveer éénderde nu naar krap de helft in 2030. Dit zal leiden tot hogere kosten voor de zuivering en bereiding maar niet tot een slechtere kwaliteit van drinkwater.

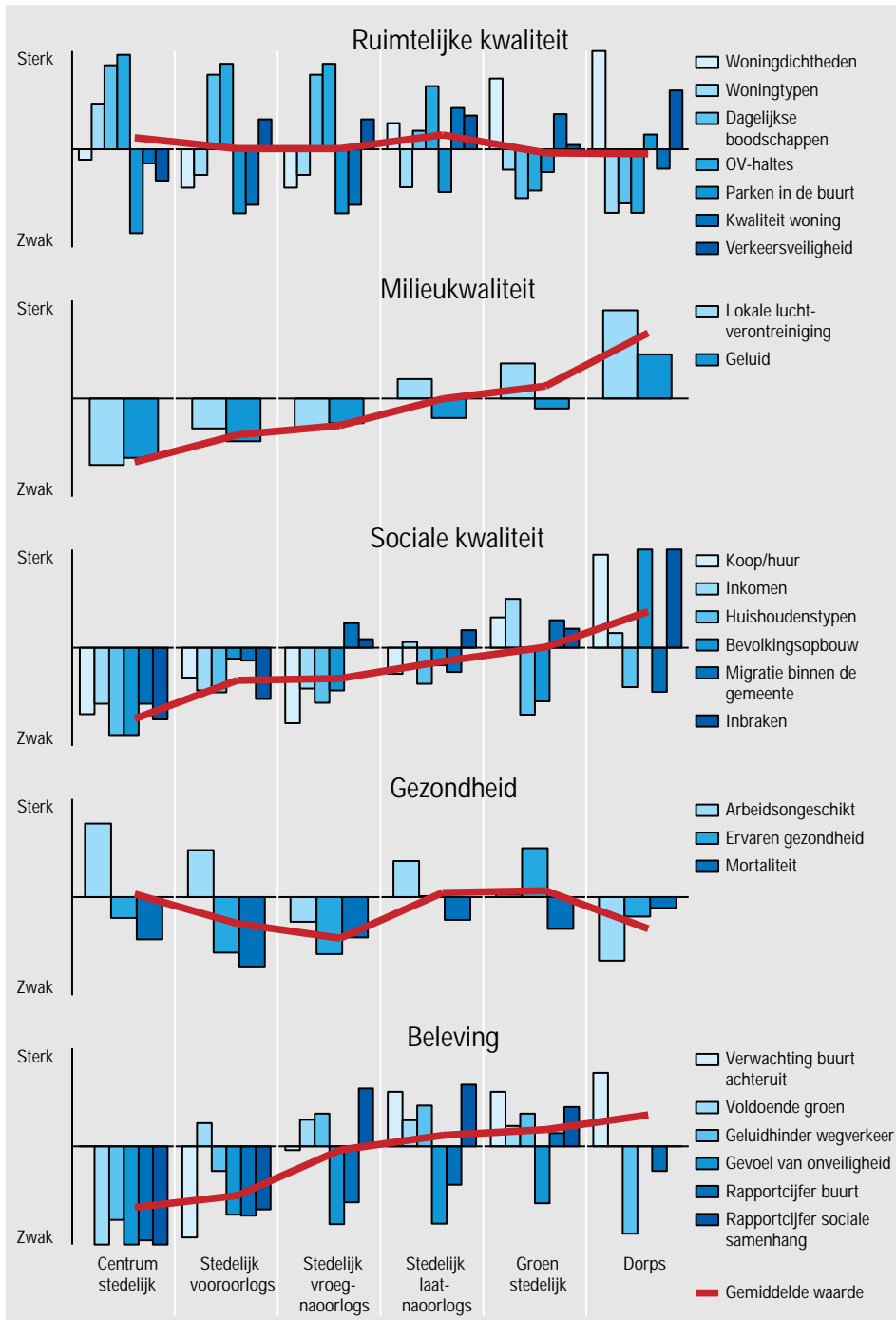
## **Hoogwaardige leefomgeving**

### ***Achterstand in gezondheid en leefbaarheid in oude stadswijken***

In vooroorlogse en vroeg-naoorlogse stadswijken in Nederland zijn de ruimtelijke, sociale en milieukwaliteit ongunstiger dan in andere woonmilieus. Ook de gezondheid van de bewoners en hun waardering van de leefbaarheid zijn er relatief slechter. Concentratie van kansarme bevolkingsgroepen in buurten met een ongunstige kwaliteit van de dagelijkse leefomgeving zal in de komende decennia aandacht blijven vragen. De forse groei van groenstedelijke woonmilieus die in Nederland tot 2030 wordt verwacht, is weliswaar gunstig voor de beleefde kwaliteit van de dagelijkse leefomgeving (*figuur 16*), maar bedreigt tegelijkertijd ecologische en landschappelijke waarden. Door vergrijzing zal in de steden de behoefte aan toegankelijke en geconcentreerde bebouwing toenemen, ook met het oog op de zorgvoorziening.

### ***Mogelijkheden voor rustig fietsen en wandelen in het groen nemen verder af***

De recreatieve waarde van het landelijk gebied in Nederland wordt matig gewaardeerd. De voor de huidige beleving belangrijke factoren in de omgevingskwaliteit zullen in 2030 nauwelijks anders zijn dan nu. Toename in belevingswaarde door uitbreiding van bos en natuur wordt tenietgedaan door een afname in belevingswaarde door uitbreiding



Figuur 16 De leefkwaliteit wordt vooral hoog gewaardeerd in de groenstedelijke gemeenten

van woningen, industrie en glastuinbouw. Door de groeiende recreatievraag en het toenemende lawaai neemt de ruimte om rustig en in stilte te recreëren af van bijna 30% van het landelijk gebied in 1995 tot nog geen 10% in 2030. Ook de provincies waar het nu nog stil en rustig is buiten de Randstad zullen voller en lawaaiiger worden.

## Milieukosten

### ***Milieukosten nemen absoluut toe maar relatief af***

Zonder nieuw beleid nemen de totale milieukosten tussen 1995 en 2020 toe van circa 19 miljard gulden tot circa 30 miljard gulden per jaar. Het aandeel milieukosten in het BBP is tussen 1995 en 2000 toegenomen van 2,5% naar 3%. Na 2000 neemt dit aandeel af, omdat het BBP harder groeit dan de milieukosten. Met name de verdere aanscherping van de emissie-eisen voor het wegverkeer, de verwijdering van afval, het uitvoeren van gemeentelijke rioleringsplannen en extra klimaatbeleid verklaren de toename in milieukosten tussen 1995 en 2020.

## Perspectieven op duurzame ontwikkeling

### ***Het gaat niet vanzelf goed***

Technologisch gezien zijn er in de komende 30 jaar nog verschillende innovaties denkbaar die een oplossing bieden voor de hardnekkige milieuproblemen. De overheid zal dan wel een actieve rol moeten spelen bij het op gang brengen van innovatieprocessen en daar snel mee moeten beginnen, wil men voor 2030 kans maken op substantiële resultaten. Daarbij kan de overheid er onder meer voor zorgen dat de risico's van langlopend onderzoek naar milieugerichte innovaties worden weggenomen, bijvoorbeeld door medefinanciering, prijsprikkels of door strengere normen in het vooruitzicht te stellen die voor de bedoelde innovaties een markt creëren. Betrokkenheid van maatschappelijke groeperingen lijkt voor een breed gedragen transitieproces noodzakelijk, gezien de vereiste veranderingen in normen en waarden. Het blijft de vraag of technologische innovaties voldoende zijn om milieuproblemen op te lossen, of dat zij weer nieuwe problemen met zich mee zullen brengen. Het lijkt daarom zinvol ook oplossingsrichtingen te verkennen die gedragsverandering en verandering van de sectorstructuur met zich meebrengen. Daarbij is het onder meer de vraag in welke mate de overheid trends op het gebied van bijvoorbeeld het kopen van natuurlijke producten, versobering en korter werken kan stimuleren.

### ***Globalisering van de economie vergt globalisering van milieubeleid***

Naast een economische globalisering voltrekt zich in een vergelijkbaar tempo een ecologische globalisering, waarbij de invloed van de mens op het ecosysteem op alle schaalniveaus sterk toeneemt. Economische, sociale en ecologische verdelingsvraagstukken zullen steeds meer internationale coördinatie vereisen. Alleen dan kan de toenemende mondiale schaarste van natuurlijke voorraden, buffers en biodiversiteit in ecologische randvoorwaarden worden vertaald en kunnen de maatschappelijke ontwikkelingsmogelijkheden daarbinnen worden geoptimaliseerd.



# 1

## Inleiding



De welvaart in Nederland neemt in de komende decennia verder toe met de globalisering en liberalisering van de wereldeconomie. Grensoverschrijdende milieuproblemen worden steeds belangrijker. Milieubeleid vergt daardoor steeds meer internationale afspraken.

## 1.1 Doel en reikwijdte van de Milieuverkenning 5

In het jaar 2000 is Nederland een open en welvarend land, een van de vijftien lidstaten van de Europese Unie (EU15), en profiteert volop van de globalisering en liberalisering van de wereldeconomie. De bevolking nam in 1999 met circa 0,7% toe en de vergrijzing wordt langzaam zichtbaar. De consumptie groeit, met name in de energie-intensieve bestedingscategorieën.

In het jaar 2000 wordt internationaal erkend dat de wereld in de komende decennia geconfronteerd wordt met een van de grootste uitdagingen op het terrein van de milieuproblematiek, namelijk de klimaatverandering op aarde. In het voorjaar van 2000 zijn door het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) scenario's met vele varianten opgesteld die de basis moeten gaan vormen voor wereldwijd klimaatbeleid als vervolg op het Kyoto Protocol (IPCC, 2000). In het najaar van 2000 zal in Nederland de zesde Conference of Parties van het klimaatverdrag (CoP6) plaatsvinden, met als doel de verdere ontwikkeling van het internationale klimaatbeleid.

In het jaar 2000 is in Nederland geen milieubeleid meer denkbaar zonder internationale context. Ongeveer 70 tot 80% van de regelingen op nationaal niveau hebben direct of indirect een relatie met milieubeleid op EU15-niveau. Een groot deel van de problemen in Europa heeft een grensoverschrijdend karakter; oplossingen vereisen derhalve een aanpak op internationale schaal.

In het licht van deze internationale ontwikkelingen en de positie van Nederland daarin heeft deze vijfde milieuverkenning als doel: *het schetsen van mogelijke toekomstbeelden van het milieu in Nederland in internationale context en van de gevolgen van de toekomstige milieukwaliteit voor mens en natuur; het aangeven van denkrichtingen voor verdere stappen naar een duurzame ontwikkeling.*

Conform de Wet Milieubeheer wordt ter voorbereiding op een nationaal beleidsplan een milieuverkenning opgesteld. Deze vijfde milieuverkenning (MV5) dient mede als voorbereiding op het vierde Nationaal Milieubeleidsplan (NMP4) dat begin 2001 zal verschijnen. De vijfde milieuverkenning kijkt, aansluitend op het zichtjaar van NMP4, 30 jaar vooruit en rapporteert de verwachte uitwerking op het milieu van toekomstige economische ontwikkelingen bij vastgesteld beleid. De verkenning is, aansluitend op de reeks van Milieubalansen, in een historisch perspectief geplaatst. Het NMP4 is gericht op de hardnekkige milieuproblemen waarop het milieubeleid tot nu toe geen of onvoldoende greep heeft gekregen. Hiertoe wordt in de MV5 enerzijds de aard en achtergrond van de hardnekkigheid van reeds erkende milieuproblemen op mondiale, Europese en Nederlandse schaal in beeld gebracht en anderzijds mogelijk nieuwe problemen gesignaleerd. Speciale aandacht is besteed aan de milieugevolgen, zowel in Nederland als in het buitenland, van handelsrelaties van Nederland. De analyse van de hardnekkigheid is zowel gebaseerd op historische gegevens over maatschappelijke ontwikkelingen, milieudruk en milieukwaliteit in relatie tot het gevoerde milieubeleid over de periode 1970-2000, als op berekende en beredeneerde toekomstschetsen in relatie tot bestaande



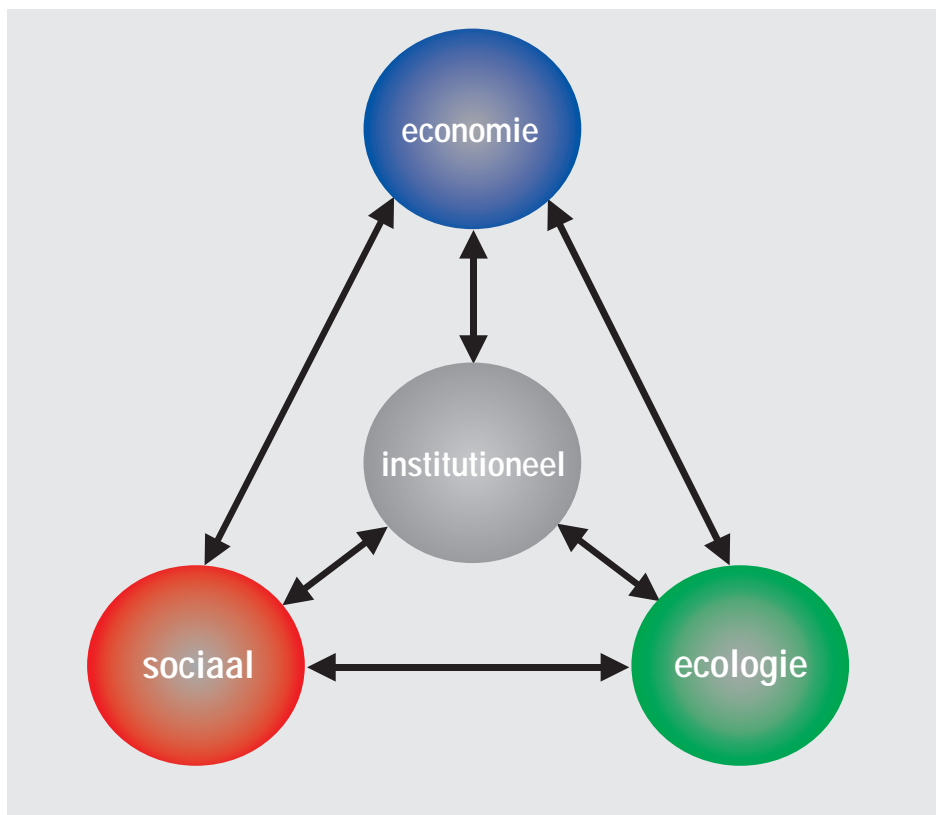
beleidsdoelen. De relevantie van een hardnekkig milieuprobleem voor de perspectieven op duurzame ontwikkeling is vooral afgemeten aan de betekenis voor natuurontwikkeling, volksgezondheid en kwaliteit van de leefomgeving.

Vergeleken met de vierde milieuverkenning (MV4; RIVM, 1997a) is in de MV5 meer aandacht aan internationale ontwikkelingen in milieuproblemen gegeven en minder tot geen aandacht aan een aantal milieuproblemen die in het nationale milieubeleid reeds lang aandacht hebben, zoals bodemsanering, bestrijdingsmiddelen en afvalverwerking. Belangrijkste overweging bij de selectie van thema's was de mate waarin naar verwachting nog additioneel beleid in NMP4-kader zou moeten worden ontwikkeld.

De tijdshorizon voor de toekomstschetsen verschuift verder de toekomst in met de grootte van de ruimtelijke schaal. Voor de problemen binnen Nederland is de beschouwde periode 2000-2030, voor problemen op Europese schaal varieert het zichtjaar van 2010 tot 2050. Voor de problemen die wereldwijd spelen zijn analyses tot 2100 gemaakt.

## 1.2 Domeinen van duurzame ontwikkeling

Duurzame ontwikkeling is een maatschappelijke ontwikkeling waarbij aan de huidige behoeften wordt voldaan zonder dat dit het vermogen van toekomstige generaties om aan hun behoeften te voldoen in gevaar brengt (WCED, Commissie Brundlandt, 1987). Het gaat daarbij om het resultaat van relaties tussen voorraden en processen in de zogenoemde economische, sociale en ecologische domeinen, welke beïnvloed worden door institutionele (beleids)activiteiten (*figuur 1.2.1*). De relaties tussen de voorraden en processen in de verschillende domeinen zijn complex, zowel binnen de domeinen als ook tussen de domeinen. De keuze van de indicatoren om duurzame ontwikkeling in beeld te brengen is niet eenduidig. Dit komt vooral doordat de begrenzing van de domeinen afhankelijk is van individuele perceptie en wetenschappelijke achtergrond. *Milieudruk* is een verzamelterm voor beïnvloeding van het milieu door maatschappelijke activiteiten, bijvoorbeeld het onttrekken van hout uit bossen en het toevoegen van verontreinigende stoffen (emissie) aan de lucht, beide gerekend tot het ecologisch domein. *Milieukwaliteit* reflecteert de voorraadbeschikbaarheid en de mate van verontreiniging daarvan. Milieudruk kan voortkomen uit activiteiten in het economische domein en in het sociale domein. Kenmerkende indicatoren in het ecologisch domein zijn bijvoorbeeld luchtkwaliteit en biodiversiteit. In het economisch domein zijn dat het Bruto Binnenlands Product en de woningvoorraad, in het sociale domein consumptiebehoefte en de volksgezondheid. De leefomgeving is een combinatie van componenten uit alle drie de domeinen. Het institutioneel domein bevat enerzijds maatschappelijke spelregels (normen en waarden) en anderzijds de instellingen die de regelgeving ontwikkelen en toezien op uitvoering. Het domeinenmodel voor duurzame ontwikkeling fungeert in deze verkenning voornamelijk als achtergrond voor de beschrijving van de milieudruk en milieukwaliteit en om in het slothoofdstuk de conclusies en perspectieven op duurzame ontwikkeling te ordenen.



Figuur 1.2.1 Domeinen van duurzame ontwikkeling

Onderscheid wordt gemaakt tussen de zogenoemde *harde duurzaamheid*, waarbij uitgaande van de eindigheid van voorraden op aarde een minimumgrootte van de verschillende onderdelen van het ecologisch domein als randvoorwaarde wordt geformuleerd, en *zachte duurzaamheid* waarbij evenwichtige uitruil van voorraden tussen de domeinen het uitgangspunt is. Beide concepten kennen grote onzekerheden. De minimumarealen die nodig worden geacht voor het voortbestaan van soorten in het ecologische domein zijn in vele gevallen niet bekend. De gevolgen van economische groei voor het milieu zijn in de afgelopen decennia gedeeltelijk in beeld gekomen, maar nog onvoldoende bekend om een gegarandeerd duurzame ontwikkeling van de wereld te kunnen plannen.

De aard en omvang van de milieuproblemen in Nederland heeft te maken met de verschillende soorten relaties die Nederland met de rest van de wereld heeft. Omgekeerd heeft Nederland een aandeel in de milieuproblemen elders in de wereld. In het *ecologische domein* zijn er fysieke stromen en ruimtelijke relaties met buurlanden en de Noordzee (rivieren, grondwaterstromen en grensoverschrijdende natuurgebieden) en fysisch-chemische relaties (grensoverschrijdende verontreiniging via lucht, water en grondwater). In het *economische domein* treft men onder andere de handelsrelaties aan.

Ten eerste de importstromen, zowel grondstoffen en tussenproducten ten behoeve van productie als finale producten ten behoeve van de consumptie. Ten tweede de export van in Nederland geproduceerde goederen en diensten. En tenslotte de doorvoer van goederen: de distributiefunctie van Nederland. Tot het *sociale domein* kan men rekenen de migratie- en toeristenstromen naar en vanuit Nederland. In het *institutionele domein* speelt Nederland een rol in internationale organisaties, die van belang zijn voor het nationale en internationale (milieu)beleid.

## 1.3 Scenario's en onzekerheden

De in de MV5 beschreven toekomstbeelden zijn ontwikkeld op basis van scenario's voor demografische, economische en technologische ontwikkelingen op mondiale, Europese en Nederlandse schaal. De ontwikkelingen zijn geplaatst in ruimtelijk perspectief en vertaald naar ontwikkelingen in consumptie, productie en energiegebruik.

Er zijn twee redenen om de milieuverkenning als een scenario-analyse uit te voeren. Ten eerste is het doel van de milieuverkenning om naar de toekomst te kijken en het aandeel van de factor milieukwaliteit in de toekomstige kwaliteit van volksgezondheid, natuur en leefomgeving in beeld te brengen. De tweede reden is dat de toekomst onzeker is. De verkenning is derhalve gebaseerd op alternatieve, soms contrasterende, veronderstellingen voor de sturende factoren.

### Scenario's in de milieuverkenningen

De vijfde milieuverkenning gaat voort op de weg die met Zorgen voor Morgen is ingeslagen. In de eerste en tweede milieuverkenning is voor Nederland uitgegaan van bevolkingsprognoses van het CBS en economische prognoses van het CPB. Van de beschikbare varianten is in de milieuberekeningen alleen gebruik gemaakt van het zogenoemde middenscenario. De CPB-scenario's hebben een mondiale en Europese strekking maar zijn alleen

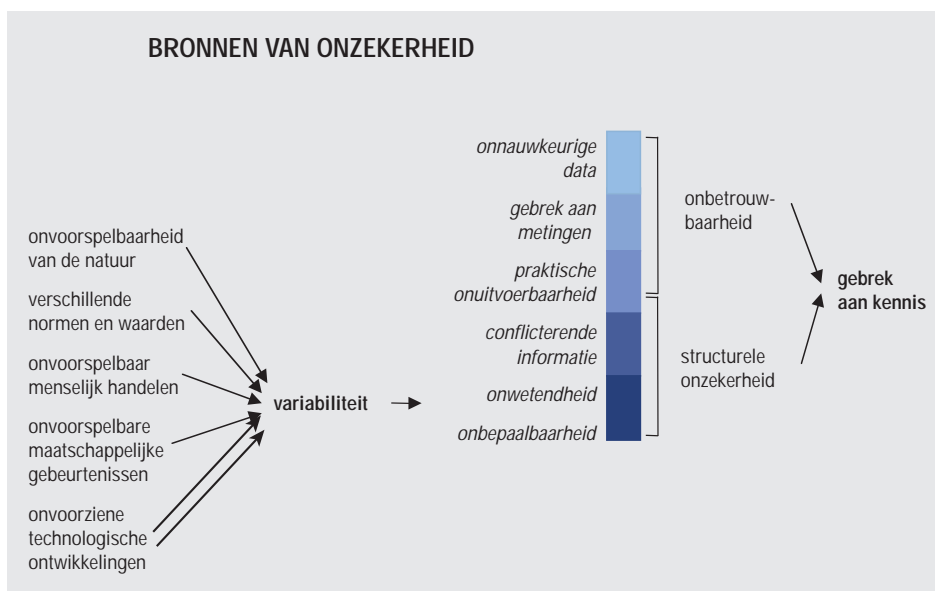
gedetailleerd uitgewerkt voor Nederland. In de derde milieuverkenning zijn twee van de vier toen beschikbare lange termijn scenario's van het CPB gebruikt (Global Shift en European Renaissance). De vierde milieuverkenning is gebaseerd op de destijds geactualiseerde lange termijnsenario's van het CPB, te weten Global Competition, European Coordination en Divided Europe.

Deze vijfde milieuverkenning presenteert de toekomstbeelden voor Nederland vanuit een mondiaal perspectief, met speciale focus op ontwikkelingen in Europa (met name de Europese Unie). Vanwege de internationale context en de focus op hardnekkige milieuproblemen is er voor gekozen om voor de maatschappelijke ontwikkelingen uit te gaan van de internationaal erkende scenario's van het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2000). Voor de Europese schaal is gebruik gemaakt van zowel IPCC-scenario's als van het recente EU-baseline scenario (RIVM, EFTEC, NTUA & IIASA, 2000). Voor Nederland is het uitgangspunt de CPB-scenario's *Global Competition (GC)* en *European Coordination (EC)* (CPB, 1997), die ook in de vierde milieuverkenning zijn gebruikt. Deze zijn op hoofdlijnen doorgetrokken tot 2030 (Drissen *et al.*, 2000). Het *Divided Europe (DE)* scenario is, vanwege verminderde plausibiliteit door de ontwikkelingen in de afgelopen vijf jaar, in de MV5 niet gebruikt. De scenario's

omspannen overigens niet het geheel aan maatschappelijke of natuurlijke onzekerheden. De milieuverkenning is bijvoorbeeld niet gericht op het potentiële milieu-effect van incidenten en rampen. In de scenario's kunnen maatschappelijke contrasten zijn opgenomen die niet kwantitatief tot uiting komen in de voor de milieuverkenning gebruikte productie en consumptiecijfers. Voorts wordt in de verkenning op een groot aantal plaatsen volstaan met het presenteren van de resultaten van doorrekening van slechts één van de scenario's, namelijk in die gevallen waar de verschillen in maatschappelijke ontwikkelingen tot 2030 niet tot significante verschillen in de waarden van de milieu-indicatoren leidt. Waar zinvol zijn de verschillen aanvullend in de tekst vermeld.

Een milieuverkenning is *per definitie* geen voorspelling van de toekomst. Het niveau van de jaarlijkse groei van wereldhandel en bevolking, de aard en effecten van nieuwe technologie, de houding van de burger ten aanzien van milieu en natuur en de toekomstige samenwerking in Europa liggen niet vast voor de komende decennia. Dit verschijnsel wordt aangeduid met het begrip onzekerheid. De processen in de beschrijvingen van verleden, heden en toekomst in deze milieuverkenning zijn doorspekt met onzekerheden, zowel van het type *variabiliteit* als van het type *gebrek aan kennis* (figuur 1.3.1). Gebrek aan kennis kent een gradatie van onnauwkeurige data tot principiële onbepaalbaarheid voortvloeiend uit onzekerheden van het type variabiliteit.

In de presentatie van de resultaten wordt waar zinvol en mogelijk, in woord en beeld, aandacht geschonken aan de betekenis van de onderliggende onzekerheden. Ondanks de onzekerheden is het mogelijk plausible beelden te schetsen van de kwaliteit van de volksgezondheid, veiligheid, natuur en leefomgeving in een verre toekomst, mede door



Figuur 1.3.1 Typologie van onzekerheden (Van Asselt, 2000)

de vele langzaam veranderende grootheden in de verschillende domeinen. Het is vervolgens mogelijk om in het licht van de geschetste scenariocontext de effectiviteit van beleid te analyseren. Voor het zichtbaar maken van mogelijke toekomst is in de MV5 uitgegaan van de doorwerking van de thans vastgestelde beleidsmaatregelen. Voorts is geanalyseerd wat de bijdrage zou zijn van enkele reeds in de politiek of het beleid in bespreking zijnde maatregelen. Van de mate van uitvoering en handhaving is, gegeven de nu vastgestelde inzet van beleidsinstrumenten, een zo reëel mogelijke inschatting gemaakt. Een milieuverkenning is onderdeel van een interactief proces tussen het RIVM als milieuplanbureau en de NMP4-ministeries. Als vervolg op de MV5 wordt door de ministeries het NMP4 uitgebracht. Daarna wordt het milieurendement van eventuele aanvullende maatregelen uit het NMP4 weer door het RIVM berekend, terwijl de sociale en economische gevolgen van het NMP4 door de andere planbureaus worden belicht. Over deze analyses wordt niet in MV5, maar in een vervolg op MV5 apart gerapporteerd.

## 1.4 Structuur van de Milieuverkenning 5

De milieukwaliteit in 2030 en verder zijn in de MV5 geschetst aan de hand van voorbeelden uit een grote hoeveelheid berekeningsresultaten. In achtergrondrapporten (*zie Bijlage, Referenties, RIVM-Achtergrondrapporten*) zijn aanvullend nog meer resultaten opgenomen, met uitgebreide toelichting en onderbouwing.

In *hoofdstuk 2* worden vier mondiale scenario's, de scenariocontext voor het Europese schaalniveau en de samenhang met de CPB-scenario's voor Nederland gepresenteerd. In de scenario's worden de maatschappelijke ontwikkelingen aan de hand van macro-economische indicatoren en bevolkingsindicatoren beschreven. Tevens worden autonome technologische en ruimtelijke ontwikkelingen en het geanalyseerde beleidspakket in de scenariocontext geplaatst. Dit hoofdstuk is informerend van aard en presenteert de context voor de beschouwingen van milieuentwikkelingen in de volgende hoofdstukken.

*De hoofdstukken 3 en 4* beschrijven de hardnekkige milieuproblemen en effecten op de ontwikkeling van de natuur, volksgezondheid en leefomgeving op respectievelijk mondiale en Europese schaal. In deze hoofdstukken worden de problemen belicht die voor Nederland en het Nederlandse milieubeleid relevant zijn en wordt tevens de context gegeven voor de analyse van het aandeel dat Nederland heeft in die problemen. Deze hoofdstukken presenteren resultaten van analyses die het RIVM heeft uitgevoerd in internationale samenwerkingsverbanden aangevuld met recente eigen berekeningen en resultaten uit de literatuur.

Toekomstbeelden van het Nederlandse milieu en analyses van de hardnekkigheid van milieuproblemen worden beschreven in *hoofdstuk 5* (milieudruk, milieukwaliteit, natuur, volksgezondheid en leefomgeving). Dit hoofdstuk is technisch van aard en gebaseerd op modelberekeningen en data-analyses die speciaal voor de vijfde milieuverkenning zijn gemaakt.

In *hoofdstuk 6* worden perspectieven op duurzame ontwikkeling geschetst in een analyserende en kwalitatieve beschouwing. Hierin worden de resultaten van de verkenning in het licht geplaatst van toekomstige technologieën en alternatieve consumptiepatronen en productiestructuren. Tot slot is er aandacht voor maatschappelijke barrières die in de weg staan voor de implementatie van nieuwe technologieën en de daarmee beoogde veranderingen in productie en consumptie.

# 2

## Maatschappelijke ontwikkelingen



De toename van de wereldbevolking veroorzaakt een verder verlies aan natuur ten gunste van de voedselproductie. De bevolkingsgroei kan alleen stoppen bij voldoende welvaartsgroei in ontwikkelingslanden. Om gelijktijdig het gebruik van fossiele energie te matigen zijn inspanningen vanuit rijke landen nodig.

## 2.1 Inleiding

Bevolkingsgroei, productie en consumptie, het daaruit voortvloeiende energie- en ruimtegebruik, technologie-ontwikkeling en (milieu)beleid zijn de maatschappelijke krachten die de ontwikkeling van de kwaliteit van het milieu in Nederland bepalen. Deze wordt voor een deel ook bepaald door de ontwikkelingen buiten Nederland. Voor de analyse van de toekomstige milieukwaliteit zijn mogelijke ontwikkelingen van de nationale en internationale maatschappelijke krachten vastgelegd in scenario's. Voor de mondiale schaal is gebruik gemaakt van studies voor het Intergovernmental Panel for Climate Change (IPCC, 2000). Voor de Europese schaal zijn, naast resultaten uit IPCC-studies, gegevens gebruikt uit een studie voor de Europese Unie (RIVM, EFTEC, NTUA & IASA, 2000). Voor Nederland is uitgegaan van de scenario's van het Centraal Planbureau (CPB, 1997) die voor de vijfde milieuverkenning zijn bewerkt en doorgetrokken tot 2030 (Drissen *et al.*, 2000). Binnen de zes scenario's in de IPCC-studie is de focus vooral op de twee scenario's die het meest aansluiten op trends in Europa en Nederland en het meest lijken op de Europese en Nederlandse scenario's: het Mondiale Markt scenario (A1b; verder aangeduid als A1) en het Regionale Samenwerking scenario (B2).

Toekomstverkenningen bestaan uit een combinatie van verhalen, scenario's en modelberekeningen. Verhalen zijn schetsen van mogelijke ontwikkelingen binnen het sociale, economische, institutionele en ecologische domein in een maatschappij. Modelberekeningen zijn gericht op een kwantitatieve weergave van de ontwikkelingen binnen deze domeinen aan de hand van indicatoren zoals Bruto Binnenlands Product en bevolkingsomvang. Het kwantificeren reduceert de complexiteit van de verhalen. Scenario's nemen een middenpositie in. Het zijn verhalen die onderbouwd zijn met berekeningsresultaten.

### Toekomstverkennen: omgaan met onzekerheden

De vijfde milieuverkenning is een mengsel van verhalen, scenario's en resultaten van modelberekeningen. Kenmerkend is dat enerzijds trends worden doorgetrokken en anderzijds contrasterende ontwikkelingen worden verkend. Hiermee wordt niet de toekomst voorspeld, maar worden mogelijke toekomsten in beeld gebracht. De relatief dominante en de relatief zekere ontwikkelingen worden gescheiden van de minder belangrijke en zeer onzekere ontwikkelingen en incidenten. De trend in de demografische ontwikkeling wordt bijvoorbeeld als een relatief zekere en dominante factor voor de ontwikkeling van de consumptie beschouwd. Daarentegen kan de aard en snelheid van technologische ontwikkelingen in niet-geïndustrialiseerde wereldregio's als betrekkelijk onzeker worden beschouwd.

Wetenschappelijke zekerheid wordt in de zin van de moderne wetenschap slechts verkregen op basis van herhaalbare experimenten in een gecontroleerd systeem: men verkrijgt *sterke* kennis. Veel uitspraken over complexe maatschappelijke ontwikkelingen in het verleden en het verloop ervan in de toekomst zijn in deze zin *zwak*: zij kunnen slechts in beperkte mate wetenschappelijk worden bewezen omdat strikt gecontroleerde experimenten onmogelijk zijn. De hiermee gepaard gaande onzekerheden geven ruimte voor uiteenlopende interpretaties van het verleden en heden en derhalve voor controversiële standpunten waar het de toekomst betreft. In de milieuverkenning worden dergelijke onzekerheden indien relevant voor het beleid in de tekst en cijfers in beeld gebracht.



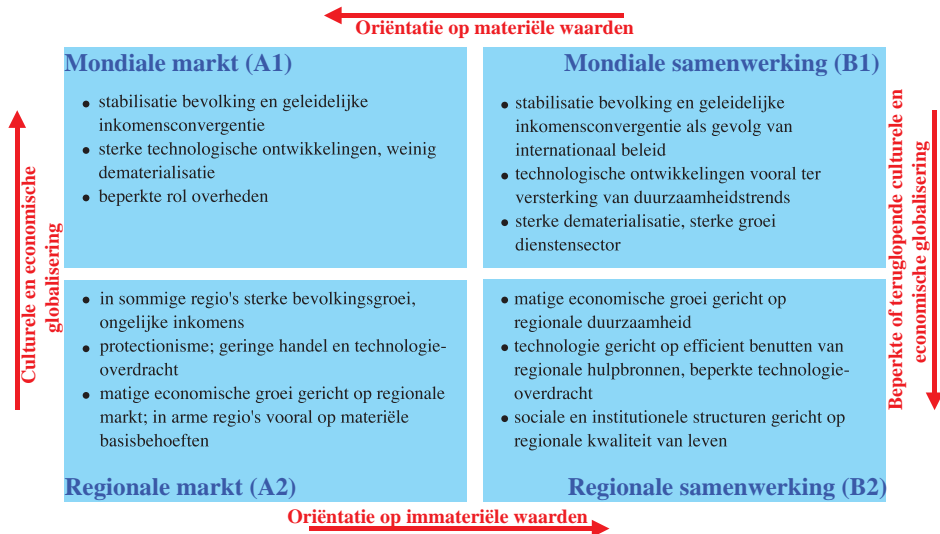
Op elk van de drie ruimtelijke schaalniveaus in de verkenning (wereld, Europa en Nederland) bevatten de scenario's verschillende typen beleid, waaronder ook milieubeleid. De IPCC-scenario's zijn beleidsarm op het terrein van de klimaatproblematiek, maar zijn dat niet voor andere milieuproblemen. Voor Europa is met vastgesteld en voorgenomen beleid gerekend. Voor Nederland zijn de toekomstige veranderingen in milieudruk en milieukwaliteit berekend bij vastgesteld beleid (zie *paragraaf 2.4.6*). Voorts zijn de mogelijke effecten van het voorgenomen energie- en landbouwbeleid geanalyseerd.

In de scenario's is in beperkte mate autonome technologieontwikkeling opgenomen. In de ramingen van het energiegebruik is bijvoorbeeld een voortdurende efficiëntieverbetering verondersteld. Voorts is bestaande technologie in de berekeningen meegenomen. De voor het milieubeleid mogelijk interessante ontwikkelingen op het terrein van informatie- en communicatietechnologie, bio- en materialentechnologie zijn in de scenario's niet expliciet gebruikt, maar de verwachte veranderingen in bijvoorbeeld voedsel- en energieproductie en gezondheidszorg zijn impliciet wel op de voortgang in die technologieën gebaseerd. In *hoofdstuk 6* worden de perspectieven verkend van deze technologische ontwikkelingen voor de oplossing van hardnekkige milieuproblemen.

## 2.2 Maatschappelijke ontwikkelingen in de wereld

### 2.2.1 Inleiding

De scenario's van het IPCC beschrijven mogelijke ontwikkelingen van de wereld in de eenentwintigste eeuw. Zij zijn geconstrueerd vanuit vier wereldbeelden die ontstaan door de volgende trends tegen elkaar af te zetten: 1) globalisering versus regionalisering en 2) geliberaliseerde markten versus op duurzaamheid gerichte overleconomieën (*figuur 2.2.1*). Binnen het wereldbeeld met mondiale vrijhandel zijn scenario's uitgewerkt die verschillen in technologische ontwikkeling. De scenario's zijn kwantitatief ingevuld met behulp van internationaal geaccepteerde rekenmodellen (IPCC, 2000). De scenario's zijn uitwerkingen naar de toekomst van dominante trends in sturende krachten, zoals die in de afgelopen decennia wereldwijd, dan wel in bepaalde wereldregio's zijn voorgekomen. Dergelijke trends worden in de verhalen op een samenhangende manier doorgetrokken. In de scenario's is dit vertaald naar gekwantificeerde, onderling consistente veronderstellingen voor de sturende krachten. Dit impliceert overigens niet dat het ene scenario een meer waarschijnlijker toekomst voor de wereld oplevert dan het andere. Hoe dominantier bepaalde trends in een wereldregio worden, hoe meer tegenkrachten zich zullen doen gelden. In de scenario's wordt verondersteld dat dergelijke tegenkrachten op de een of andere manier worden opgevangen.



Figuur 2.2.1 De kenmerken van de IPCC werelden (Bron: IPCC, 2000)

## De IPCC-werelden

### Mondiale Markt (A1, met kenmerken van het Global Competition scenario, CPB, 1997)

De Mondiale Markt wereld wordt gekenmerkt door een sterke economische dynamiek. Op internationaal niveau worden afspraken gemaakt om protectionisme tegen te gaan en toetredingsbarrières op de markten af te breken. Het investeringsniveau ligt hoog, ook voor investeringen in technologisch onderzoek en onderwijs. De productiviteit van arbeid, kapitaal en hulpbronnen neemt daardoor sterk toe. De informatie- en communicatietechnologie (ICT) speelt een grote rol. De ontwikkeling van de biotechnologie werkt door in gezondheidszorg en landbouw. De arbeidsmarkt wordt in sterke mate flexibel. Convergentie van de Bruto Binnenlands Producten (BBP's) van de wereldregio's gaat gepaard met een toename van de inkomensongelijkheid, wereldwijd, tussen werkenden en uitkeringsgerechtigden en tussen hoog en laag opgeleiden.

De wereldbevolking bereikt een maximum rond 2050 en daalt daarna. De focus in het welvarende deel van de bevolking is op materiële consumptie, met weinig zorg over onrechtvaardige verdelingen. In deze cultuur past ook aandacht voor kunst,

maar voor natuur en milieu is minder belangstelling. In toenemende mate ontstaat convergentie tussen regionale culturen. Dit leidt tot een toename van de mobiliteit van mensen en ideeën.

De besturingsystemen globaliseren. De mondiale ICT-infrastructuur bevordert snelle uitwisseling van ideeën en snelle besluitvorming, hetgeen leidt tot een afnemende rol voor overheden in economisch management en in gezondheidszorg, onderwijs en andere diensten en tot een toenemende druk om belastingen te verlagen. De nutsmarkten worden nog slechts in lichte mate gereguleerd. De Midden-Europese landen treden toe tot de Europese Unie. Dit gaat echter niet gepaard met een intensievere samenwerking. Er is geen overeenstemming over de einddoelen van de Europese integratie. Ieder land probeert afzonderlijk een zo sterk mogelijke positie te bereiken. De besluitvorming binnen de Europese Unie wordt niet verder verdiept. De steun van de Europese Unie aan de landbouwsector wordt verminderd. Er komt geen gemeenschappelijk beleid voor energie, verkeer en milieu.

### Regionale Markt (A2, met kenmerken van het Divided Europe scenario, CPB, 1997)

Mensen, ideeën en kapitaal zijn niet erg mobiel. Er kunnen grote regionale verschillen in welvaart ontstaan afhankelijk van de beschikbaarheid van voorraden, het onderwijsniveau en de cultuur. De nadruk op familiewaarden laat de bevolkingsgroei slechts langzaam afnemen. Dit leidt tot een grote totale bevolking met grote verschillen in groei tussen de regio's. De combinatie van matige economische groei en hoge bevolkingsgroei leiden

ertoe dat het inkomen per hoofd van de bevolking het laagste is van de vier werelden. Voedselvoorziening heeft de hoogste prioriteit vanwege de hoge bevolkingsgroei. De economieën in het algemeen en de industrie in het bijzonder kennen een hoge energie- en koolstofintensiteit doordat zij terugvallen op de regionaal beschikbare fossiele voorraden vanwege een trage ontwikkeling van schone energietechnologie. Regionale identiteit

prevaleert. Er is een toename van religieuze en culturele activiteiten. Welvarende regio's beperken immigratie en technologie overdracht om hun voorsprong te behouden. De cultuurverschillen tussen de regio's leiden tot verschillen in consumptieve voorkeuren hetgeen de interactie en handel tussen regio's verder vermindert. Multilaterale instituties blijken steeds minder in staat om marktonvolkomenheden en handelsbarrières het hoofd te bieden. Aandacht voor mondiale problemen wordt daardoor minder. Het pure vrije markt model steunend op monetaire regulering en beperkt overheidsingrijpen verliest op den duur

zijn aantrekkingskracht. Regionale en nationale sturing van overheden wordt weer sterker. De Europese Unie is geconcentreerd op bescherming van de verworven positie en concurrentie met de andere economische regio's. De Midden-Europese landen worden niet of met grote aarzeling toegelaten tot de Europese Unie. Regelgeving vanuit Brussel blijft beperkt. De steun van de Europese Unie aan de eigen landbouwsector en de optimalisatie van de industrie en het vervoer wordt voortgezet. Er komt slechts in beperkte mate voortgang in het gemeenschappelijk beleid voor energie en milieu.

**Mondiale Samenwerking (B1; geen vergelijkbaar CPB-scenario beschikbaar)**

Economische ontwikkeling is gebalanceerd en effectief in het realiseren van een rechtvaardige inkomensverdeling. Dit scenario levert net als het A1-scenario een snel veranderende en convergerende wereld, maar met andere prioriteiten dan in die wereld. De rijke regio's ontwikkelen effectieve methoden om de ontwikkelingsregio's te helpen met onder meer technologieoverdracht. De dienstensector groeit met telewerken, internetonderwijs, openbaar vervoer en een uitgebreide verzorging in het sociaal-medische vlak. Dematerialisatie van de consumptie is de trend. Bijzondere aandacht is er voor efficiëntie in het gebruik van strategische voorraden zoals natuur en drinkwater. Er zijn grote natuurgebieden, hetgeen indirect leidt tot hoge voedselprijzen. De herverdeling van de welvaart en de hoge belastingen om de duurzaamheidsinitiatieven te financieren remmen het functioneren van wereldmarkten. De demografische transitie naar lage sterfte en geboortecijfers vindt net als in de A1-wereld overal plaats, hier vooral om sociale en milieuredenen. Toenemende welvaart en welvaartsverdeling gesteund door beleid gericht op onderwijs voor vrouwen en lokale initiatieven leiden tot een snelle

daling van de vruchtbaarheid. Een groot deel van het inkomen wordt uitgegeven aan diensten in plaats van aan materiële goederen en meer aan kwaliteit dan aan kwantiteit. Het duurzaamheidsdenken dringt door in de ontwikkeling van technologie en levensstijl. De marktideologie wordt vervangen door de duurzaamheidwaarden. De trend van globalisering en liberalisering gaat door. Nationale en internationale overheden vormen een belangrijke factor in de sturing op weg naar duurzaamheid. Internationale instituties helpen schone technologie te verspreiden. Recycling en hergebruik zijn overal ingevoerd. De combinatie van organisatorische en technische verandering leidt tot grote besparingen (materiaal en energie) en dus tot emissiereductie. Er ontstaat een soepele transitie naar alternatieve energiesystemen. Het landgebruik wordt strak bestuurd. In Europa worden de Midden-Europese landen toegelaten tot de Europese Unie. Deze uitbreiding vergt, een intensieve samenwerking met een sterke sturing vanuit Brussel. De steun aan duurzame landbouw wordt uitgebreid en er ontstaat een gemeenschappelijk beleid voor duurzame energieproductie, openbaar vervoer en milieukwaliteit.

**Regionale Samenwerking (B2, met kenmerken van het European Coordination scenario, CPB, 1997)**

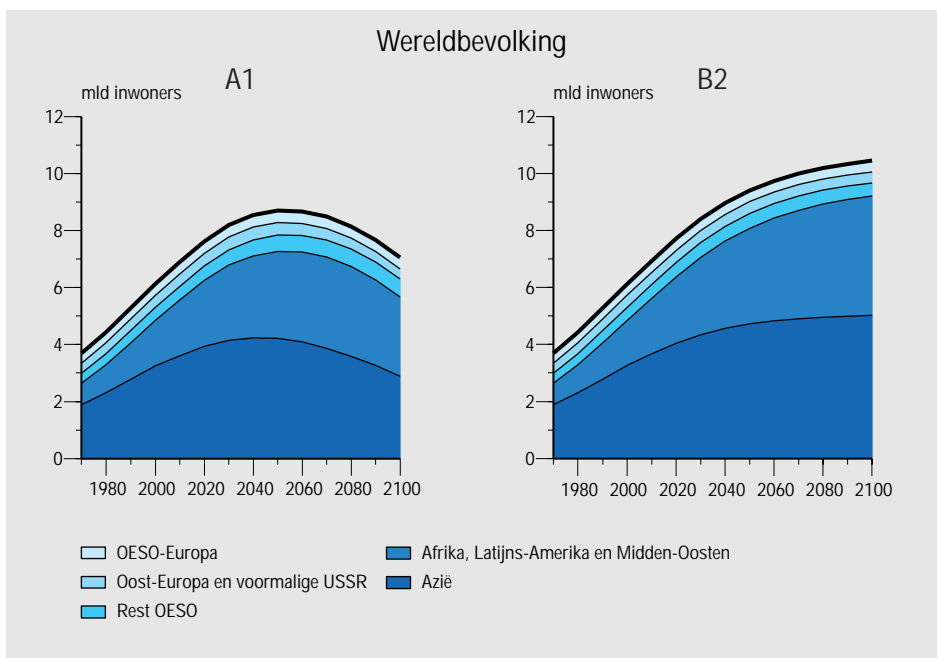
In de wereld ontstaat economische blokvorming. De opgeworpen handelsbarrières hebben een negatief effect op de groei van de handel en, in het verlengde daarvan, op de economische groei. De nadruk ligt op de eigen identiteit en zelfvoorzienendheid. Deze waarden ontwikkelen zich binnen de eigen culturele en economische regio. Regionale verschillen in bevolkingsontwikkeling en inkomens kunnen groot zijn. In vergelijking met de Mondiale Markt wereld is de internationale concurrentie minder scherp, waardoor de druk om uit concurrentievervalsingen te innoveren geringer is. De grotere waardering van een schoon milieu leidt tot stimulering van milieu- en energietechnologie. In deze technologievelden wordt bovendien meer informatietechnologie toegepast. De consumptie is niet erg modegevoelig, terwijl duurzaamheid van producten een belangrijk aspect is in het consumptiepatroon. Gemeenschappelijkheid komt ook terug in de waardering van de regio-

nale cultuur en van regionale producten. De maatschappelijke betrokkenheid is groot. Dit uit zich zowel in een ruime sociale zekerheid, maar ook in een groot draagvlak voor milieumaatregelen. Het geloof in het vermogen van internationale politieke instituties om duurzame ontwikkeling te bereiken neemt af. Samenwerking binnen de regio's en steun van overheden aan nationale en lokale inspanningen worden als kansrijkere route gezien. De transitie naar alternatieve energiesystemen is in sommige regio's soepel, maar andere regio's blijven achter. Milieubewuste ruimtelijke planning en beheer van milieukwaliteit binnen de regio's krijgen voorrang boven investeringen in mondiale afspraken en verdragen. De Europese Unie kiest voor een verdere verdieping van de samenwerking. Verdere integratie van de Europese Unie vindt via de weg van meerdere snelheden plaats, waarbij een kopgroep de andere landen meetrekt.

## 2.2.2 Demografie

In de afgelopen drie decennia is de wereldbevolking met ruim 2300 miljoen burgers toegenomen. In de eerste helft van de eenentwintigste eeuw neemt de bevolking in de IPCC-scenario's verder toe. In het Mondiale Markt scenario (A1; *figuur 2.2.2*) stabiliseert rond 2050 de bevolkingsomvang op een niveau van 9 miljard mensen, waarna een daling inzet tot ruim 7 miljard mensen in 2100. De bevolkingsomvang in het Mondiale Samenwerking scenario (B1) ontwikkelt zich op dezelfde wijze. In het A1-scenario is dit vooral een effect van de economische groei, van verbeteringen in levensomstandigheden en van grotere uitgaven voor en effectiviteit van medische technologie. In het B1-scenario is het mede het gevolg van overheidsbeleid gericht op bijvoorbeeld onderwijs voor vrouwen (IPCC, 2000). Hilderink (2000) komt tot een vergelijkbaar verloop van de bevolkingsomvang. Op grond van een analyse van historische demografische transitie's in geïndustrialiseerde landen berekent hij gedetailleerde prognoses voor de bevolkingsgroei in ontwikkelingslanden, met als resultaat een maximum van 8,8 miljard tussen 2050 en 2060 voor de totale wereldbevolking, gevolgd door een daling naar 7,6 miljard rond 2100.

In de scenario's Regionale Markt (A2) en Regionale Samenwerking (B2; *figuur 2.2.2*) spelen de heersende culturele waarden een grotere rol dan in de Mondiale scenario's, hetgeen in combinatie met onder meer een lagere inkomensgroei leidt tot een hogere bevolkingsgroei. Het meer op duurzaamheid gerichte Regionale Samenwerking scenario leidt tot een wereldbevolking van 10-11 miljard mensen in 2100. De grote inko-



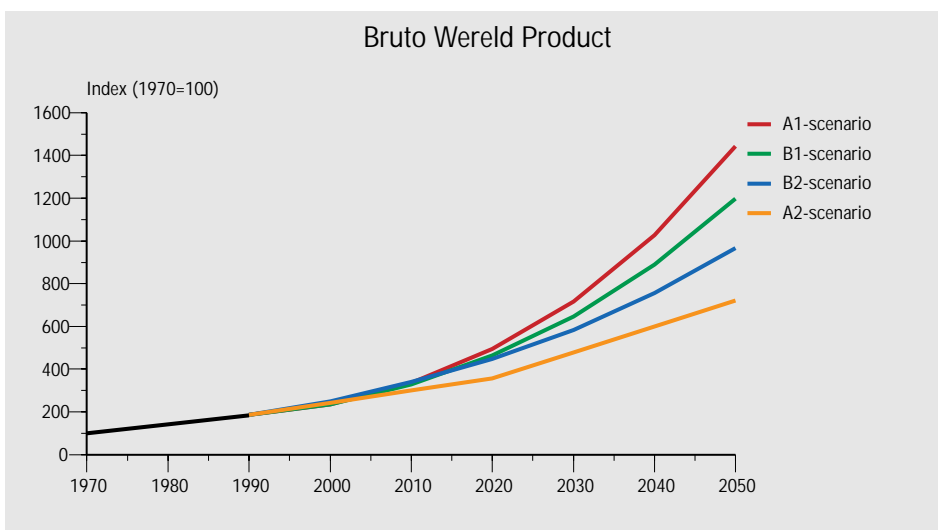
Figuur 2.2.2 Omvang wereldbevolking (Bron: IPCC, 2000)

mensongelijkheid in en tussen regio's in het Regionale Markt scenario (A2) zou de wereldbevolking reeds in 2050 kunnen opstuwen tot meer dan 11 miljard mensen. De bevolkingsgroei verschilt per regio. Voor alle scenario's geldt dat de groei in Azië, Afrika, Latijns-Amerika en het Midden-Oosten de grootste is, terwijl de groei in de OESO-landen, Oost-Europa en de landen van de voormalige Sovjet-Unie daarbij vergeleken zeer gering is. Een eventuele bevolkingsafname in de tweede helft van de eenentwintigste eeuw zal ook het sterkst optreden in de landen die nu als ontwikkelingslanden worden aangemerkt.

### 2.2.3 Economie

In de geïndustrialiseerde wereldregio's wordt de toekomstige economische groei vooral bepaald door technologische ontwikkelingen en een verschuiving naar een diensteneconomie. In minder geïndustrialiseerde landen speelt vooral groei in arbeidsproductiviteit en geïmporteerde technologie een belangrijke rol. Een verdergaande integratie van de wereldeconomie met een groeiende handel en communicatie kan een belangrijke impuls geven. Vanuit deze achtergrond wordt verondersteld dat de globaliseringsscenario's de beste perspectieven bieden voor hoge economische groei. In het Mondiale Markt scenario (A1) zal het Bruto Wereld Product (BWP) op mondiale schaal tot 2050 met ongeveer 3,5% per jaar toenemen; de groei is met name hoog in de periode 2020-2050, ongeveer 4% per jaar (figuur 2.2.3).

In het Mondiale Samenwerking scenario (B1) is de BWP-groei iets lager, in lijn met een minder op materiële welvaart gerichte oriëntatie en als mogelijk gevolg van op duurzaamheid gerichte regulering van nationale en internationale overheden. In het Regionale Samenwerking scenario (B2) ontstaat op mondiaal niveau economische blokvor-



Figuur 2.2.3 Bruto Wereld Product (Bron: IPCC, 2000)

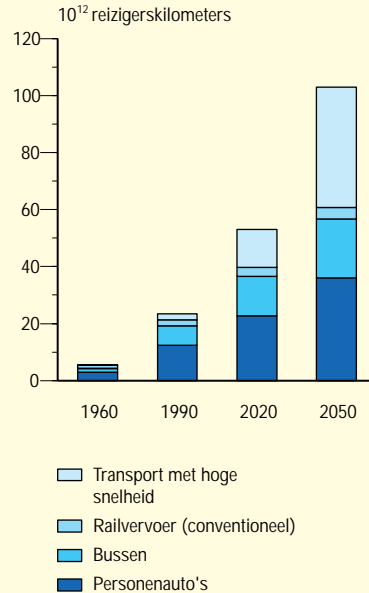
ming. De opgeworpen handelsbarrières hebben een negatief effect op de groei van de wereldhandel en, in het verlengde daarvan, op de mondiale economische groei (jaarlijks gemiddelde van ongeveer 3% tot 2020). Tussen 2020 en 2050 is de jaarlijkse groei nog altijd ruim 2,5%. Tot 2020 ligt de groei in deze scenario's nog niet zover uit elkaar, maar daarna gaan ze divergeren.

#### DE ONTWIKKELING VAN DE MONDIALE PERSONEN-MOBILITEIT

In de periode 1990-2020 zal de mondiale personenmobiliteit verdubbelen en voor de periode 1990-2050 ruwweg verviervoudigen (Schafer en Victor, 1997). Met name de luchtvaart en het hoge snelheid railverkeer zal naar verwachting in de toekomst een groot marktaandeel krijgen (figuur 2.2.4). Dit zal vooral plaatsvinden in de hoge-inkomenslanden terwijl in lage-inkomenslanden vooral de trend van de laatste jaren wordt doorgezet, namelijk een verschuiving van het niet-gemotoriseerde verkeer en van het openbaar vervoer naar de auto.

Figuur 2.2.4 Ontwikkeling mondiale personenmobiliteit (Bron: Schafer en Victor, 1997)

#### Personenmobiliteit mondiaal



### 2.2.4 Energie

Het energiegebruik stijgt voor de wereld als totaal van circa 350 EJ (Exa Joule= $10^{18}$  Joule) in 1990 naar ruim 800 EJ in 2050 in het B1-scenario en ongeveer 1200 EJ in het A1-scenario (tabel 2.2.1). In het Mondiale Samenwerking scenario (B1) is de energie-intensiteit het laagst en derhalve stijgt het energiegebruik het minst. De beide andere scenario's leiden tot niveaus van energiegebruik die daar tussen liggen.

### 2.2.5 Ruimte

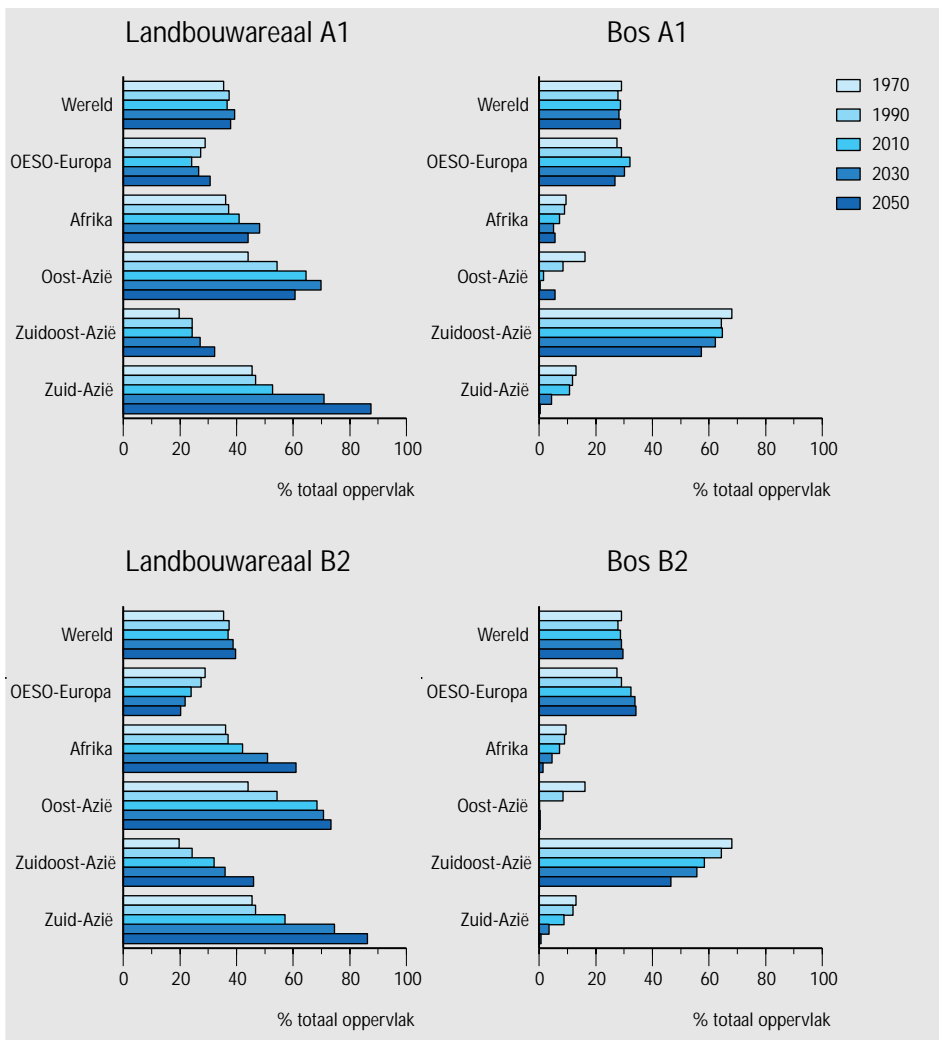
Een steeds groter deel van de wereldbevolking woont in de komende decennia in een stedelijke leefomgeving. In 1970 was dit nog minder dan 40%. In 2000 is dit ongeveer 50% en in 2030 al bijna 60%. Dit aandeel loopt richting 2050 nog verder op tot bijna 70% (UN, 1997).

Tabel 2.2.1 Primair energiegebruik per wereldregio (Bron: IPCC, 2000)

	1990	2050			
		A1	A2	B1	B2
<i>EJ</i>					
OESO <sup>1)</sup>	151-182	254	266	166	236
Oost-Europa en voormalige USSR	69-95	104	93	64	97
Azië <sup>2)</sup>	49-79	374	335	272	319
Afrika, Latijns-Amerika, Midden-Oosten	35-49	472	278	312	217
<b>TOTAAL wereld</b>	<b>326-368</b>	<b>1204</b>	<b>971</b>	<b>813</b>	<b>869</b>

<sup>1)</sup> OESO: Canada, Verenigde Staten van Amerika, Australië, Nieuw-Zeeland, Japan en West-Europa

<sup>2)</sup> Azië: Azië, exclusief Japan, Midden-Oosten en Aziatische deel van de voormalige USSR



Figuur 2.2.5 Verandering in arealen bos en landbouwgrond in de wereld, OESO-Europa, Afrika en Azië (Bron: IPCC, 2000)

Het areaal landbouwgrond is in 2030 in het Mondiale Markt scenario (A1) en het Regionale Samenwerking scenario (B2) toegenomen ten opzichte van 1990. In het A1-scenario is het areaal in 2050 weer iets kleiner door efficiëntere technologie, in het B2-scenario is het echter nog iets groter. Het landbouwareaal dat gemiddeld per persoon over de wereld beschikbaar is neemt af van circa 8000 m<sup>2</sup> in 2000 naar circa 6000 m<sup>2</sup> in 2030. Gezien over de hele wereld blijft het areaal bos ongeveer gelijk. De regionale verschillen zijn echter groot (*figuur 2.2.5*). De uitbreiding van het landbouwareaal in Afrika, Zuid- en Zuidwest-Azië gaat gepaard met een groot verlies aan bos.

## 2.2.6 Milieubeleid

In de IPCC-scenario's waarmee emissies van broeikasgassen zijn berekend, is (milieu-) beleid opgenomen, met uitzondering van beleid dat betrekking heeft op de zes broeikasgassen, kooldioxide (CO<sub>2</sub>), methaan (CH<sub>4</sub>), distikstofoxide (N<sub>2</sub>O), fluorkoolwaterstoffen (HKF's), perfluorkoolwaterstoffen (PFK's) en zwavelhexafluoride (SF<sub>6</sub>). Er is wel beleid verondersteld dat niet specifiek gericht is op de klimaatproblematiek, maar als neveneffect wel leidt tot reductie van broeikasgassen (bijvoorbeeld beleid tegen verzuuring).

## 2.3 Maatschappelijke ontwikkelingen in Europa

### 2.3.1 Inleiding

In Europa, en met name de Europese Unie (EU15) zijn, vergeleken met de niet-geïndustrialiseerde wereldregio's, de vruchtbaarheid- en sterftecijfers laag. Dit is het gevolg van de welvaartsontwikkeling in de afgelopen eeuw (Hilderink, 2000). De economische groei is hoog en de mate van samenwerking groeiende. Voor de verkenning van de milieukwaliteit in Europa in de komende decennia is vooral gebruik gemaakt van het EU-Baseline scenario (RIVM, EFTEC, NTUA & IIASA, 2000). Voor enkele onderwerpen zijn resultaten gebruikt van de IPCC-studies voor de Europese regio. Het scenario dat ten grondslag ligt aan de EU-studie lijkt wat betreft bevolkingsgroei vooral op het Regionale Samenwerking scenario (B2; IPCC, 2000) en ligt op dit punt lager dan de CPB-scenario's (GC en EC; CPB, 1997). Voor de economische groei zijn de groeicijfers voor de periode 2000-2010 ongeveer gelijk aan het Regionale Samenwerking scenario en het European Coördination scenario van het CPB, maar daarna ligt de groei volgens het Regionale Samenwerking scenario een fractie lager (*tabel 2.3.1*).



Tabel 2.3.1 Ontwikkeling van bevolking en bruto binnenlands product in de Europese Unie in verschillende scenariostudies (Bron: Geurts et al., 1996; IPCC, 2000; RIVM, EFTEC, NTUA & IIASA, 2000)

	2000-2010	2010-2020	2020-2030
<b>Bevolking</b>			
	<i>% per jaar</i>		
EU-Baseline scenario	0,2	0,0	0,0
CPB, EC-scenario	0,4	0,1	.
CPB, GC-scenario	0,4	0,1	.
IPCC, A1-scenario	0,3	0,3	0,2
IPCC, B1-scenario	0,3	0,3	0,2
IPCC, B2-scenario	0,2	0,1	0,0
<b>Bruto binnenlands product</b>			
EU-Baseline scenario	2,4	1,8	1,7
CPB, EC-scenario	2,5	2,0	.
CPB, GC-scenario	3,0	2,5	.
IPCC, A1-scenario	2,8	3,0	2,5
IPCC, B1-scenario	2,4	2,3	1,8
IPCC, B2-scenario	2,3	1,3	0,8

De IPCC-gegevens hebben betrekking op de EU15 plus IJsland, Noorwegen en Zwitserland. De gegevens van de EU en het CPB hebben betrekking op de EU15, maar zijn afgeleid van resultaten voor EU15 en IJsland, Noorwegen en Zwitserland.

## 2.3.2 Demografie

De bevolking in de Europese Unie zal tot ongeveer 2025 blijven groeien, daarna neemt de omvang van de bevolking langzaam af. Over de periode 1995-2030 is de jaarlijkse bevolkingsgroei gemiddeld ongeveer 0,1%. In Europa zal de vergrijzing in de komende decennia toenemen. Migratie vanuit andere wereldregio's verandert daar op een termijn van enkele decennia niet veel aan (Hilderink, 2000). Het aantal huishoudens in de Europese Unie zal sterker toenemen omdat de huishoudensgrootte naar verwachting afneemt van 2,6 personen per huishouden in 1995 tot ongeveer 2,2 personen in 2030. Het besteedbare inkomen per persoon zal naar verwachting ongeveer verdubbelen tussen 1995 en 2030.

## 2.3.3 Economie

De economische groei in de Europese Unie (EU15) is volgens het EU-Baseline scenario (RIVM, EFTEC, NTUA & IIASA, 2000) over de periode 1995-2030 gemiddeld 2,0% per jaar. De groei ligt tussen 1995 en 2010 hoger dan in de decennia daarna. De groei is het hoogste in de landen die momenteel de laagste productie per inwoner hebben (Griekenland, Ierland, Portugal en Spanje). In de relatief rijke Scandinavische landen is de groei per inwoner laag. Hierdoor treedt er een convergentie op in productieniveau tussen de EU15-landen (tabel 2.3.2).

Tabel 2.3.2 Afwijking van het gemiddelde Bruto Binnenlands Product per hoofd in de EU15, (Bron: RIVM, EFTEC, NTUA & IIASA, 2000)

	2000	2030
	%	
België	6	3
Duitsland	4	4
Denemarken	35	25
Finland	26	20
Frankrijk	12	3
Griekenland	-67	-55
Ierland	0	7
Italië	12	9
Luxemburg	.	.
Nederland	3	4
Oostenrijk	9	4
Portugal	-58	-40
Spanje	-28	-16
Verenigd Koninkrijk	-2	1
Zweden	28	23

De ontwikkeling van de productiestructuur blijft de komende 30 jaar de trend van het afgelopen decennium volgen. Verdergaande specialisatie wordt verwacht. Dit betekent dat de basischemie zich meer concentreert in Duitsland, Frankrijk en Nederland, de productie van pulp en papier voor een nog groter deel plaatsvindt in Finland en Zweden, de textielproductie in de mediterrane landen verder zal toenemen, hoogwaardige onderdelen van de landbouw (tuinbouw, bloemen, sierteelt) in Nederland relatief sterk groeien en de mediterrane landen vooral economisch profiteren van de groeiende stroom toeristen. Een andere trend die zich voortzet is een toenemend belang van de commerciële diensten. Deze sector zal naar verwachting ook de komende jaren harder groeien dan het BBP. Naast Griekenland, Ierland, Portugal en Spanje, die over de hele linie een hoge groei kennen, ligt de groei van de dienstensector in Duitsland, Nederland en het Verenigd Koninkrijk boven het EU15-gemiddelde. Tegenover de relatief hoge groei in de commerciële dienstensector staat de relatief lage groei in de landbouwsector (ongeveer 1% per jaar).

### 2.3.4 Energie

De trends in de economie en de voortgaande energiebesparing per eenheid BBP hebben tot gevolg dat het energiegebruik per jaar ongeveer 1,5% minder snel groeit dan de economie (tabel 2.3.3). De groei van het energiegebruik is sterker in de dienstensector dan in industrie. Ná 2020 wordt voor de industrie en voor verkeer en vervoer een daling in het energiegebruik verwacht. De vraag naar elektriciteit neemt sterker toe dan het overige energiegebruik. De jaarlijkse groei in het elektriciteitsgebruik ligt met name hoog in de tertiaire sector (2,4% per jaar).

Tabel 2.3.3 Ontwikkeling van het energiegebruik in de Europese Unie. (Bron: RIVM, EFTEC, NTUA & IIASA, 2000)

	1995-2010	2010-2020	2020-2030
<i>% per jaar</i>			
Economische groei	2,5	1,8	1,7
Energiegebruik (finale vraag)	1,1	0,5	0,1
w.v. Industrie	0,9	0,2	-0,3
Huishoudens	0,7	0,5	0,5
Tertiaire diensten	1,6	1,0	1,4
Verkeer en vervoer	1,5	0,4	-0,5
w.o. Elektriciteit	1,9	1,4	1,1

### 2.3.5 Ruimte

De trends in de ruimtelijke ontwikkeling van de Europese Unie worden vooral beïnvloed door de economische integratie en toegenomen samenwerking tussen lidstaten, de groeiende betekenis van de lokale en regionale overheden en de eventuele uitbreiding van de EU. In mei 1999 is een eerste Europees Ruimtelijk Ontwikkelingsperspectief (EROP) goedgekeurd (EC, 1999). Een van de belangrijkste functies van het EROP is het bieden van een ruimtelijk kader waartegen ruimtelijke effecten van het reeds bestaande Europese sectorbeleid (landbouw, infrastructuur, milieu) kunnen worden afgezet.

Nederland ligt in het economische kerngebied van Europa. In dit gebied is verstedelijking de ruimtelijke trend. Veel van de sterk verstedelijkte regio's in Europa groeien, terwijl de bevolking in regio's met zeer geringe bevolkingsdichtheid verder afneemt (EC, 1999). Alleenstaanden, alleenstaande ouders en samenwonenden zonder kinderen vormen een steeds groter aandeel van de bevolking. Deze trend naar meer kleine huishoudens doet de behoefte aan ruimte voor wonen toenemen. Bij de bevolkingsgroepen die groeien bestaat een voorkeur voor de stedelijke woonomgeving. Daarnaast zullen rentenierssteden ontstaan in landschappelijk en klimatologisch aantrekkelijke regio's.

De Rijn-Maas-Schelde delta is attractief voor activiteiten gericht op zowel de Europese als de wereldmarkt (ministerie van VROM, 1999a). Het vervagen van de landsgrenzen en het opheffen van handelsbarrières leiden tot specialisatie op de voor activiteiten meest gunstige locaties. Zo blijkt Nederland in Europa met voorsprong de meest aantrekkelijke vestigingsplaats voor activiteiten in de sfeer van transport, distributie en logistiek (Zonneveld & Faludi, 1998). De economische integratie in de EU en de groeiende interne handel tussen de lidstaten leiden tot een toename van het personen- en goederenvervoer. Het openstellen van de Europese markt heeft reeds geleid tot 20-30% extra handel tussen de lidstaten (EEA, 1999). De groei is het sterkst op transportassen waar de verkeersdruk nu al hoog is. In de zich ontwikkelende netwerkeconomie oriënteren bedrijven zich in toenemende mate op infrastructuur en minder op stedelijke concentraties (Zonneveld & Faludi, 1998). Circa 60% van de handel van de lidstaten vindt nu binnen de EU15 plaats, vooral tussen buurlanden. Er is voor de toekomst een aanzienlijk poten-

tiel voor handel met Midden- en Oost-Europa. Dit zal tot een nieuwe oriëntatie leiden van de infrastructuur. Van de handel met landen buiten de EU15 gaat meer dan 90% over zee. Dit heeft, via Rotterdam en Antwerpen, ook invloed op de infrastructuurontwikkeling in Nederland.

Groeiende verstedelijking en toenemend verkeer en vervoer zetten het landelijk gebied onder druk. De afgelopen 20 jaar is het landbouwareaal afgenomen met 5%. Het grootste deel van deze afname is toe te schrijven aan verstedelijking en de rest aan bebossing en het uit productie nemen van land (EEA, 1999). Het EROP en de Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid (1992) gaan uit van een afname in de behoefte aan landbouwareaal in de toekomst. Voortgaande stijging van de productiviteit per hectare, economische liberalisering, verlaging van de overheidsuitgaven en milieuoverwegingen zijn hiervoor de drijvende krachten.

In het Mondiale Markt scenario (A1) en in het Regionale Duurzaamheid scenario (B2) treedt tussen nu en 2010 een afname op in landbouwareaal in OESO-Europa (figuur 2.2.5). In het Mondiale Markt scenario gaat de afname rond 2010 echter weer over in een toename. In een open wereldmarkt met snelle ontwikkeling en introductie van nieuwe technologieën is de West-Europese landbouw weer concurrerend en neemt een groeiend deel van de wereldproductie voor zijn rekening. Daardoor zal in dit scenario het areaal bos afnemen ten behoeve van de landbouwactiviteiten.

### 2.3.6 Milieubeleid

De emissieontwikkeling in het buitenland tot het jaar 2010 is gekwantificeerd uitgaande van nationale emissieplafonds geldend vanaf het jaar 2010, welke door landen zijn vastgesteld in het kader van het nieuwe *multi-pollutant/multi-effect protocol* onder de Conventie voor Grensoverschrijdende Luchtverontreiniging (UN/ECE, 1999a; Amann *et al.*, 1999). Deze emissieplafonds hebben een verplichtend karakter. Een speciaal *Implementation and Compliance Committee* gaat toezien op de handhaving van het nieuwe protocol. Het EU-Baseline scenario bevat alle *Conventions, Directives, Decisions and Regulations* op EU-niveau en alle milieuvorstellen die voor september 1997 bij de Commissie zijn aangeboden en waarvan kan worden aangenomen dat zij tot Europese regelgeving zullen leiden (zie *hoofdstuk 4*).

## 2.4 Maatschappelijke ontwikkelingen in Nederland

### 2.4.1 Inleiding

De beschrijving van de maatschappelijke ontwikkelingen in Nederland volgt voor de periode van 1995 tot 2020 het European Coordination scenario (EC) en het Global

Competition scenario (GC) van het Centraal Planbureau (CPB, 1997; RIVM, 1997). Bij het berekenen van fysieke aspecten van economische ontwikkelingen (bijvoorbeeld hoeveelheid staal, omvang veestapel en aantal gereden kilometers) voor die periode is echter rekening gehouden met beleid dat tussen 1 januari 1995 en 1 januari 2000 is afgesproken. Voorts is voor energie en mobiliteit rekening gehouden met nieuwe inzichten en geactualiseerde modellen (Van Wee *et al.*, 2000; Feimann *et al.*, 2000). Hierdoor wijken voor enkele onderwerpen de resultaten in de vijfde milieuverkenning voor 2010 en 2020 af van die in de vierde milieuverkenning (RIVM, 1997a). Voor de periode 2020-2030 zijn de oorspronkelijke CPB-scenario's op hoofdlijnen doorgetrokken (Drissen *et al.*, 2000). De verschillen met cijfers voor 2030 die het CPB recentelijk heeft gepresenteerd leiden niet tot verschillen in de berekende milieukwaliteit.

### 2.4.2 Demografie

De bevolking van Nederland zal in de eerste 30 jaren van de eenentwintigste eeuw blijven groeien. De afname van de bevolkingsgroei zet door. De bevolkingsgroei in de periode 1995-2030 is in het EC-scenario ongeveer tweemaal zo groot als in het GC-scenario (2,9 miljoen ten opzichte van 1,6 miljoen; zie *tabel 2.4.1*). In het GC-scenario neemt de bevolkingsomvang na 2030 af; in het EC-scenario wordt een daling van de bevolking pas ná 2050 verwacht.

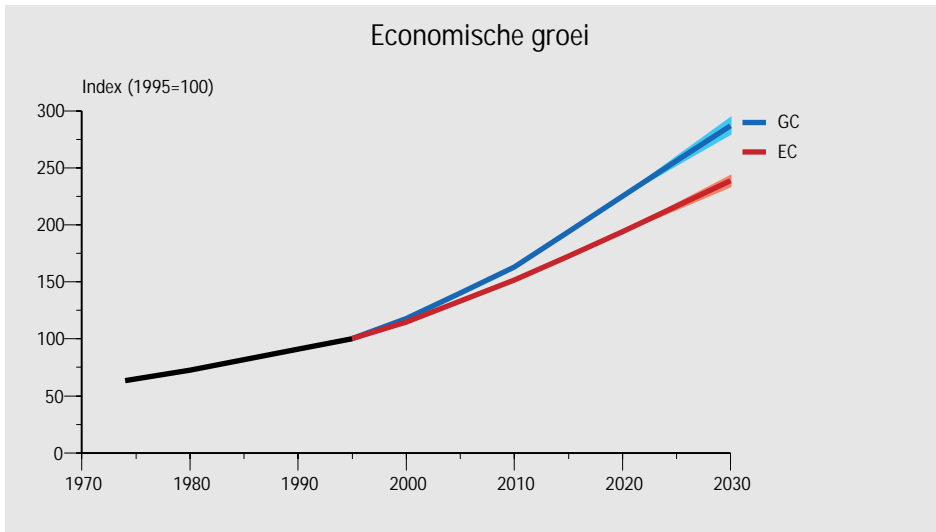
#### Ontwikkeling van de grootte van huishoudens

In de afgelopen decennia is de gemiddelde grootte van huishoudens afgenomen van ruim 3 personen tot minder dan 2,5 personen. In het laatste decennium wordt dit vooral veroorzaakt door het gestegen aantal éénpersoonshuishoudens. Deze stijging wordt met name veroorzaakt door individualisering en emancipatie. Dit betekent dat meer jongeren eerst een tijd alleen gaan wonen voordat zij gaan samenwonen. Samenwonen en kinderen

krijgen wordt uitgesteld. Ook de toename van het aantal weduwen is een factor. De groei van het aantal huishoudens leidt tot toename van het gebruik van water, gas en elektriciteit, het autobebouw en het bezit van gebruiksgoederen per hoofd van de bevolking (Van der Wal en Noorman, 1996; Batenburg en Knulst, 1993). De daling van de grootte van de huishoudens zet door tot circa 2 personen per huishouden in 2030.

*Tabel 2.4.1 Ontwikkeling van bevolkingsomvang en huishoudens in Nederland (Bron: CBS, 1981; CBS, 1986; CBS/CPB, 1997; Drissen et al., 2000)*

	1970	1980	1995	2010		2020		2030	
				EC	GC	EC	GC	EC	GC
<i>miljoen</i>									
Inwoners	13,0	14,1	15,5	16,9	16,4	17,7	16,9	18,4	17,1
Huishoudens	4,1	4,9	6,5	7,3	7,5	7,8	8,1	8,2-8,3	8,5-8,7
w.o. alleenstaand	0,7	1,1	2,0	2,5	3,0	2,8	3,6	2,9-3,1	3,9-4,3



Figuur 2.4.1 Economische groei in Nederland (Bron: CPB, 1997 en Drissen et al., 2000)

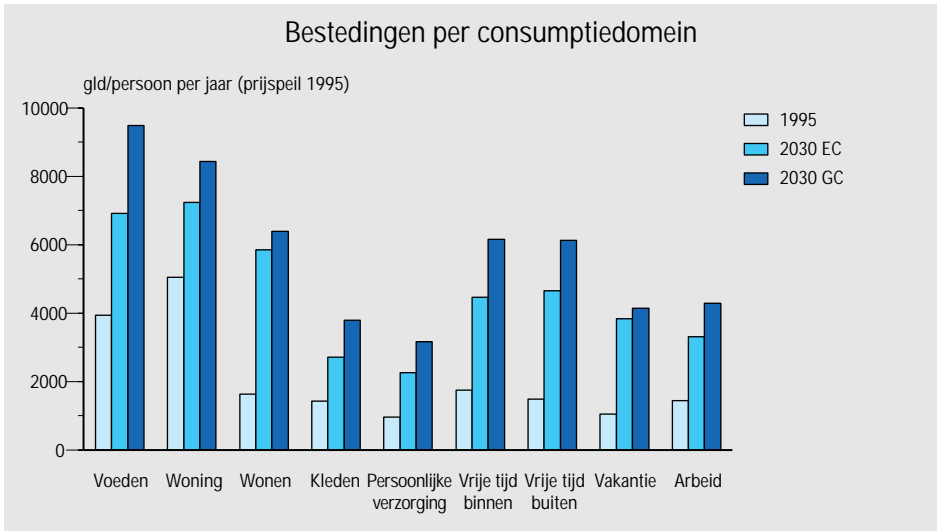
### 2.4.3 Economie

Voor de economische groei in Nederland lijkt de verdere liberalisering van markten, zoals verondersteld in het GC-scenario, gunstig te zijn (gemiddeld 3,3% per jaar). In het EC-scenario, waarin de wereldmarkten minder geliberaliseerd zijn en de overheid een belangrijkere rol speelt in de economie, is de groei gemiddeld 2,7% per jaar (figuur 2.4.1). Evenals de industrie en de landbouw richt de transportsector zich steeds meer op hoogwaardige segmenten, onder meer door het aanbieden van transport in combinatie met andere diensten (voorraadbeheer, verpakking). Door de benutting van de informatietechnologie ontstaat er een sterke concurrentiepositie voor de dienstensector, met name voor de financiële diensten, de handel, uitgeverijen en diensten gericht op persoonlijke verzorging.

#### **Consumptie**

Het consumptiepatroon is afhankelijk van sociale, economische en technologische ontwikkelingen. De consumptieve bestedingen per persoon zijn in de periode 1960-1995 met ongeveer een factor 2,5 toegenomen. De totale consumptieve bestedingen lieten sinds 1960 een ruime verdrievoudiging zien. In de komende decennia zal de groei van de totale consumptieve bestedingen iets lager liggen (figuur 2.4.2).

De samenstelling van de consumptieve bestedingen wordt beïnvloed door demografische en inkomensontwikkelingen en de wijze waarop individuen de kwaliteit van hun leven optimaliseren.



Figuur 2.4.2 Consumptieve bestedingen per persoon voor de consumptiedomeinen voor 1995 en 2030 volgens het EC- en GC-scenario (in guldens 1995) (Bron: Vringer et al., 2000)

### Motieven voor consumptieve bestedingen

Een steeds belangrijker wordende drijfveer achter bestedingsbeslissingen is het streven naar *comfort en gemak*. Arbeidsintensieve taken die als vervelend worden beschouwd zullen in de toekomst steeds vaker worden gedaan door huisrobots of worden uitbesteed. Voor de bereiding van voedsel wordt een verdere verschuiving naar industriële halfbereiding verwacht. Op het gebied van wonen leidt het streven naar comfort tot meer intelligente apparaten.

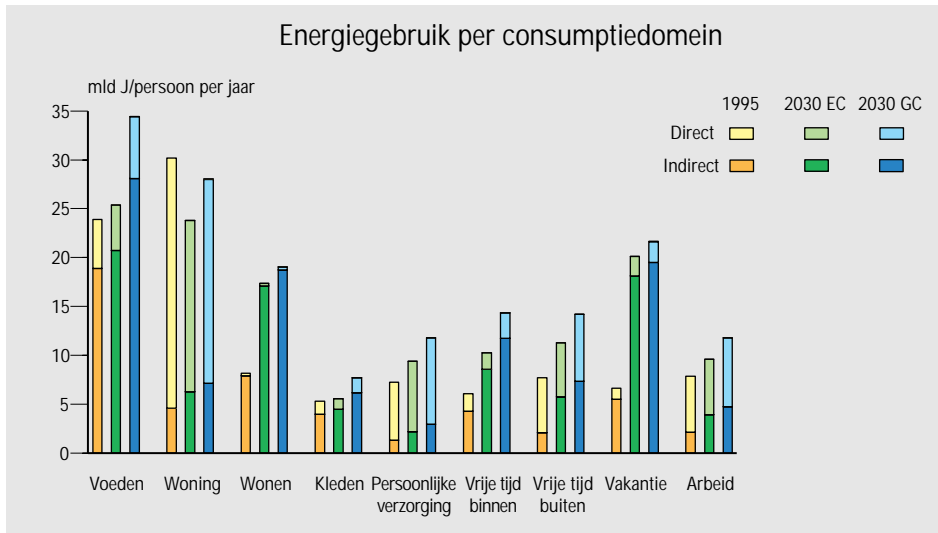
Telewerken en wonen in een plezierige, recreatieve omgeving zijn in 2030 zeer belangrijk. Een tweede drijfveer achter consumptieve bestedingen is het streven naar een *gezond en veilig leven*. Gezien de belangrijke rol van biotechnologie in de gezondheidszorg zal de scepsis over biotechnologisch geproduceerd voedsel naar verwachting afnemen. Gezonder en veiliger leven betekent ook dat consumenten meer belangstelling hebben voor ecologische producten.

Naast wijzigingen in de behoeften hebben ook *veranderingen in tijd, inkomen en technologie* invloed op bestedingsbeslissingen. De toename van vrije tijd en inkomen zal leiden tot meer vakanties en meer luxe meubelen en kleding. De ontwikkeling van de informatie en communicatietechnologie zal vraag en aanbod transparanter

maken. Dit leidt tot nieuwe distributiekanaalen en kopen op afstand. In 2030 zal een groter aandeel van de producten aan huis worden bezorgd.

De indicatoren voor de *kwaliteit van het leven* die door consumenten het belangrijkste worden gevonden zijn: gezondheid, gezin en familie, milieukwaliteit en natuur, en veiligheid (Vlek et al., 1999). Hoewel deze indicatoren belangrijk worden gevonden, blijken ze slechts in geringe mate een rol te spelen bij de bestedingsbeslissingen van consumenten. Het blijkt dat de rol afhankelijk is van het type besteding: bij voeding gaat het om gezondheid, comfort en gemak; bij kleding gaat het om identiteit, zelfrespect, uitdaging en opwindning; bij wonen gaat het om comfort, gemak, identiteit, afwisseling, verandering, vrijheid en controle, en bij recreatie gaat het om afwisseling, verandering, vrijheid, controle, veiligheid en sociale relaties (Hoevenagel et al., 2000).

*Milieu en natuur* hebben nu en in de toekomst een onderschikte rol bij de bestedingsbeslissingen van consumenten. Veel consumenten verwachten dat de milieuproblemen in de komende 30 jaar technisch kunnen worden opgelost. Het is echter de vraag of de daarvoor noodzakelijke technische oplossingen zonder gedragsveranderingen kunnen en zullen plaatsvinden.



Figuur 2.4.3 Direct en indirect energiegebruik per persoon voor de consumptiedomeinen volgens het EC- en GC-scenario in 1995 en 2030 (Bron: Vringer et al., 2000)

De uitgaven voor wonen, vrije tijd binnenshuis, vrije tijd buitenshuis en vakanties zullen naar verwachting sterk toenemen. Aan voeding, wonen en kleding zal in 2030 een kleiner deel van het inkomen besteed worden. Het energiegebruik neemt niet evenredig toe met het besteedbaar inkomen en de consumptieve bestedingen (figuur 2.4.3). Dit is vooral het gevolg van de veronderstelde efficiëntieverbetering in het huishouden (bijvoorbeeld elektrische apparatuur en ruimteverwarming). Ook de verschuivingen in het consumptiepatroon spelen een rol. Door deze veranderingen daalt het energiegebruik per bestede gulden van 5,5 MJ (Mega Joule= $10^9$  Joule) in 1995 naar ruim 3 MJ in 2030.

### Productie

De groei van de productie in een bedrijfstak hangt in sterke mate af van de groei van de consumptie en de uitvoer. De groei van de export is hoger in het GC-scenario dan in het EC-scenario. In beide scenario's wordt voor de periode 1995-2030 de hoogste groei van de bruto toegevoegde waarde verwacht in de tertiaire diensten en de industrie (tabel 2.4.2).

### Landbouw

De bijdrage van de landbouwsector aan het Bruto Binnenlands Product (BBP) bedroeg in het laatste decennium van de twintigste eeuw ongeveer 4%. In de periode 1995 - 2030 zal de groei van de landbouwsector naar verwachting lager liggen dan de groei van de Nederlandse economie als geheel. In het GC-scenario is dit verschil groter dan in het EC-scenario. De verschillen in economische groei tussen de onderscheiden segmenten binnen de landbouw hebben tot gevolg dat de structuur van de landbouw in 2030 heel anders is dan in 1995 (figuur 2.4.4). Met name de veehouderij neemt sterk af. De tuinbouw neemt daarentegen juist toe.



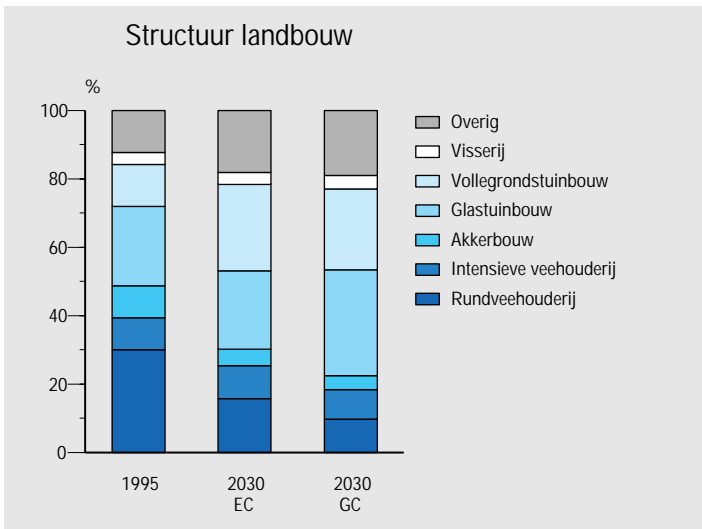
Tabel 2.4.2 Ontwikkeling van de bruto toegevoegde waarde (Bron: CPB, 1997; Drissen et al., 2000)

	1974	1995	2010		2020		2030	
			EC	GC	EC	GC	EC	GC
<i>1995 = 100</i>								
Landbouw en voeding	52	100	147	154	190	204	230 - 240	240 - 250
Industrie <sup>1)</sup>	69	100	175	191	233	267	290 - 310	330 - 360
Energiesector	94	100	121	123	123	135	115 - 125	130 - 140
Bouw	113	100	137	151	171	192	200 - 220	215 - 235
Tertiaire diensten	52	100	168	191	230	299	290 - 320	415 - 445
Quartaire diensten	63	100	137	133	180	173	225 - 235	200 - 215
Totaal bedrijven	62	100	156	168	205	236	250 - 270	290 - 315
Overheid	70	100	116	118	122	126	120 - 130	120 - 130

<sup>1)</sup> exclusief raffinaderijen en voeding

### Industrie

De bijdrage van de industriector (inclusief de raffinaderijen) aan het BBP was aan het einde van de twintigste eeuw ongeveer 18%. De bijdrage van de raffinaderijen en de basisindustrie (basischemie, basismetaal, papier- en bouwmaterialenindustrie) aan het BBP was 4 tot 5%. Deze sectoren zijn voor de milieudruk het belangrijkste. De economische groei van de industrie ligt in beide scenario's hoger dan de groei van het BBP (zie tabel 2.4.3). De technologische ontwikkeling zorgt ervoor dat voor een eindproduct minder basisproducten nodig zijn (dematerialisatie), waardoor de vraag naar basisproducten achter blijft bij de vraag naar eindproducten.



Figuur 2.4.4 Verandering van de structuur van de landbouw op basis van bruto toegevoegde waarde tegen lopende prijzen (Bron: CPB, 1997; Drissen et al., 2000)

Tabel 2.4.3 Ontwikkeling van de fysieke productie in de industriesector (Bron: CPB, 1997; Drissen et al., 2000)

	2010		2020		2030	
	EC	GC	EC	GC	EC	GC
	<i>1995 = 100</i>					
Staal	106	113	110	119	110 - 115	115 - 120
Nonferro	108	111	113	116	110 - 115	110 - 115
Basischemie totaal	145	147	185	185	220 - 230	210 - 220
w.v. Petrochemie	135	145	164	181	185 - 195	205 - 215
Anorganische chemie	140	147	174	185	200 - 210	210 - 220
Kunstmest	97	106	95	110	85 - 90	105 - 110
Overige basischemie	160	154	220	199	275 - 290	230 - 245
Bouwmaterialen	116	122	128	136	135 - 140	135 - 145
Papier	116	125	128	145	135 - 140	150 - 160

### Verkeer en vervoer

De transportsector omvat de beroepsvervoerders en draagt in de laatste jaren ongeveer 5 tot 6% bij aan het BBP. De groei van de transportsector zal naar verwachting tussen 1995 en 2030 hoog blijven. In beide scenario's ligt de groei hoger dan het gemiddelde van de tertiaire diensten, waarvan zij deel uitmaakt. Dit wordt met name veroorzaakt door de sterke groei van de luchtvaart.

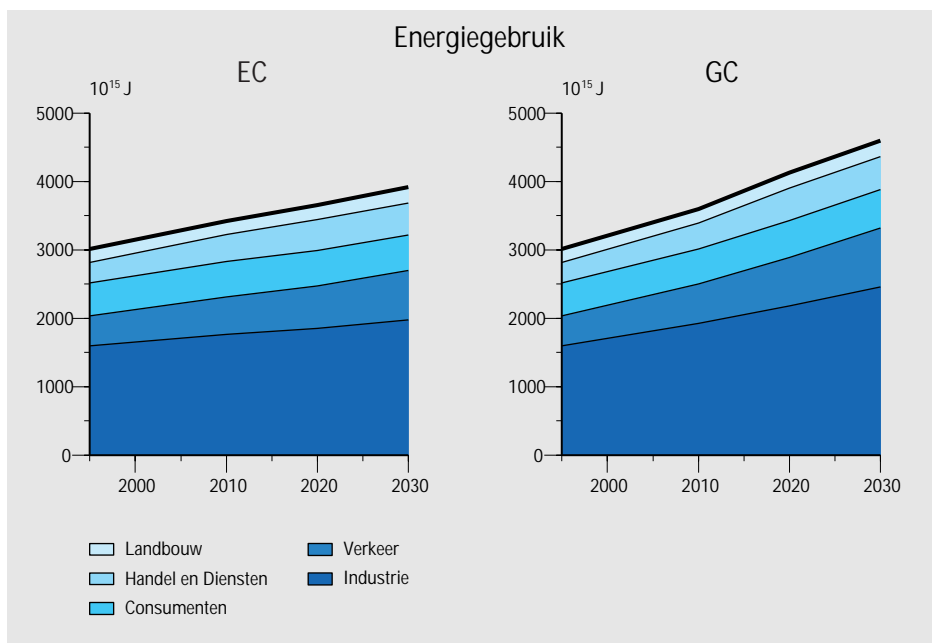
De toegevoegde waarde per tonkilometer is in Nederland laag vergeleken met andere EU-landen. In de transportsector zal in de komende decennia een verdere verschuiving plaatsvinden naar de hoogwaardige segmenten. De groei van het transport van bulkgoederen blijft daardoor ver achter bij de groei in het transport van stukgoederen. Daarnaast vindt een verschuiving plaats naar de snellere transportmiddelen (wegtransport en luchtvaart). Dit betekent dat de economische groei van de binnenvaart en railtransport veel lager ligt dan de groei van het goederentransport via de weg en door de lucht.

Per persoon ligt het aantal reizigerskilometers (exclusief vliegtuigkilometers) in het EC-scenario in 2030 ongeveer 10% hoger dan nu en in het GC-scenario ongeveer 20%. Het totaal aantal reizigerskilometers ligt in 2030 in beide scenario's ongeveer 30% hoger dan in 1995. Consumenten zullen in de komende decennia vooral meer vliegtuigkilometers maken. Voor de 12,3 miljoen vakanties die alle Nederlanders in 1995 in het buitenland doorbrachten, werden in totaal 39 miljard reizigerskilometers afgelegd. In 1995 werd bijna 30% daarvan afgelegd met de auto en ruim 60% met het vliegtuig (Jeurink & Deliege, 1998). Tussen 1988 en 1995 is het gebruik van het vliegtuig verdubbeld terwijl het gebruik van de auto voor vakanties nagenoeg constant is gebleven.

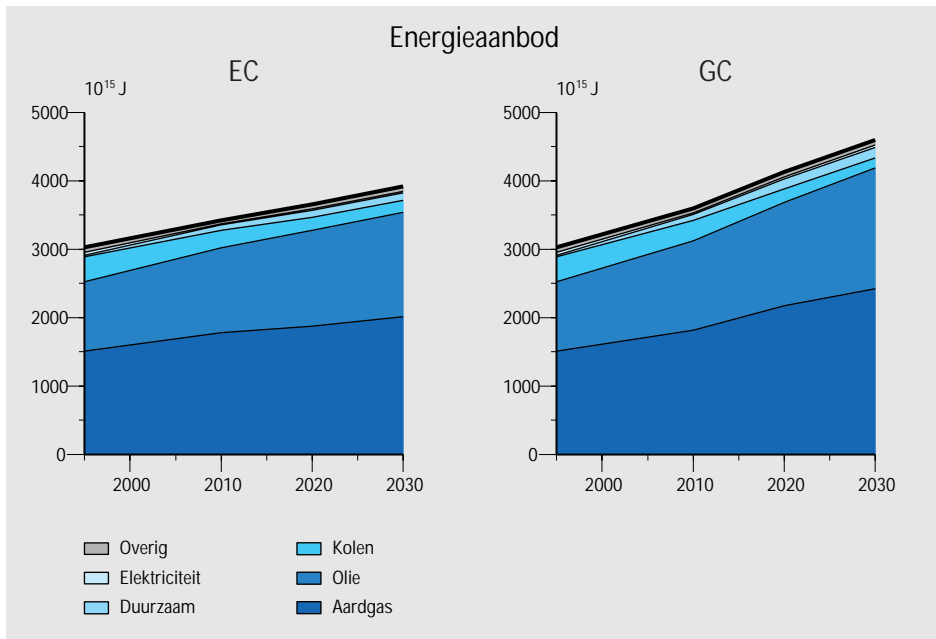
### 2.4.4 Energie

De toename van het energiegebruik in de periode 1995-2030 (*figuur 2.4.5*) wordt veroorzaakt door de toename van zowel de productie als van de consumptie. In het GC-scenario is de stijging het grootst: 55% meer energiegebruik in 2030 dan in 1995. In het EC-scenario is het niveau in 2030 30% hoger. De industrie en het transport dragen het meest bij aan de groei van de energievraag. Het aandeel van huishoudens, handel en diensten in de totale energievraag neemt in beide scenario's af. De reden hiervoor is onder andere een lage energie-intensiteit van deze sectoren en doorgaande besparingen. Veranderingen in de economische structuur werken over de beschouwde periode gunstig uit om de toename in het energiegebruik bij economische groei beperkt te houden. Verder is er ook sprake van dematerialisatie van de economie, hetgeen onder andere bij de industrie een substantiële bijdrage levert.

In de groeiende energievraag wordt voorzien door diverse energiebronnen. In beide scenario's neemt het gebruik van steenkool af (*figuur 2.4.6*). Voor de productie van elektriciteit wordt in 2030 geen steenkool meer gebruikt. Het resterende gebruik vindt plaats bij de productie van ijzer en staal. In het GC-scenario neemt met name het gebruik van aardgas en aardolie toe. Het aandeel duurzame energie is naar verwachting ook in een omgeving met een hoge technologische ontwikkeling beperkt in 2030 tot ongeveer 4% van het finale energiegebruik. Dit is aanmerkelijk minder dan de beoogde 10% van de energievoorziening voor 2020 volgens het beleidsdoel van het NMP3.



Figuur 2.4.5 Energiegebruik in Nederland (Bron: Van Wee et al., 2000)



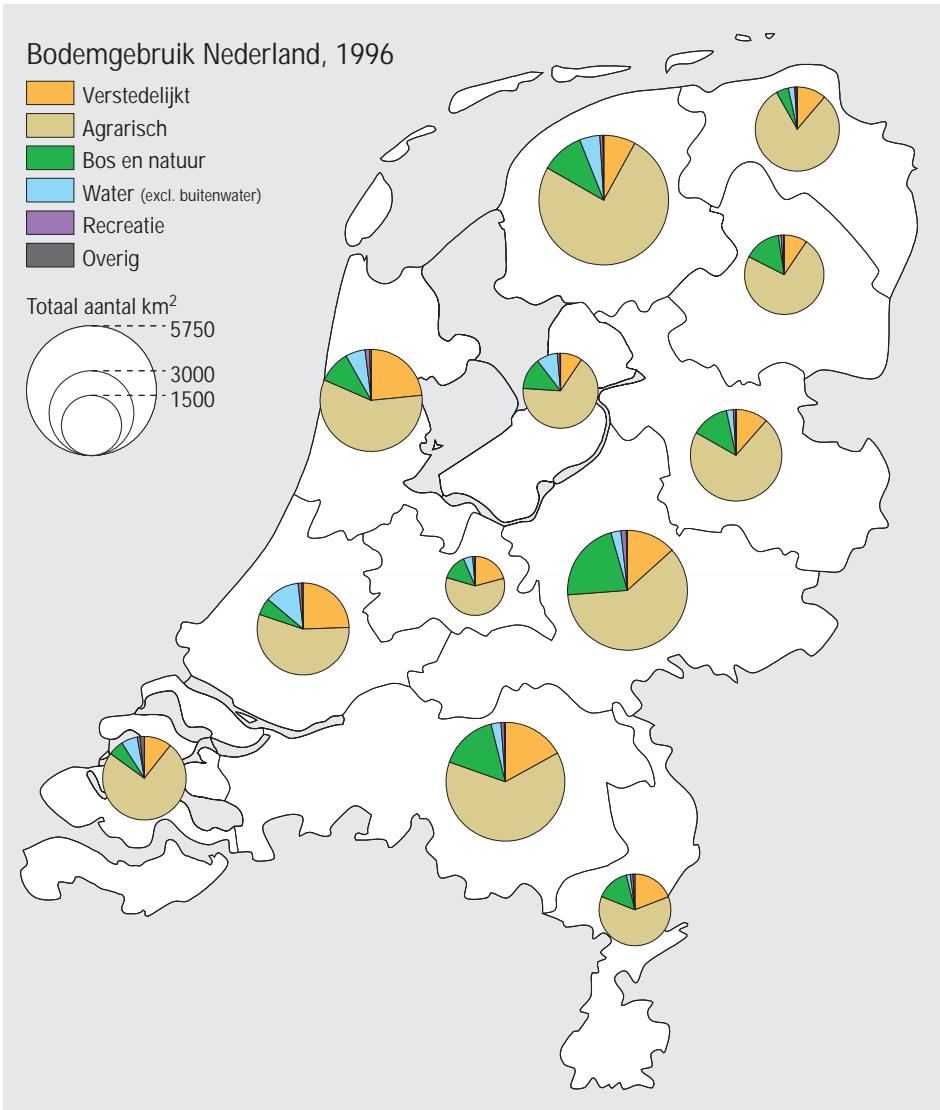
Figuur 2.4.6 Energieaanbod in Nederland (Bron: Van Wee et al., 2000)

## 2.4.5 Ruimte

Hoewel Nederland één van de dichtstbevolkte landen ter wereld is, is het overgrote deel van ons grondgebied in gebruik door de agrarische sector (70%). Bos en natuur komen samen op de tweede plaats en de ruimte voor wonen op de derde plaats. Ongeveer 15% van Nederland wordt getypeerd als 'verstedelijkt' (figuur 2.4.7).

De totale ruimteclaim voor de ontwikkelingen vanaf 2000 tot 2020 bedraagt 3500 km<sup>2</sup> tot 4000 km<sup>2</sup>. Het totale ruimteaanbod, te realiseren via onttrekking van grond aan de landbouwsector in die periode bedraagt circa 1400 km<sup>2</sup> tot 3000 km<sup>2</sup>. Wanneer rekening wordt gehouden met het ruimtelijk combineren van verschillende typen grondgebruik is het tekort op de grondbalans in 2020 ongeveer 1000 km<sup>2</sup> (CPB, 1997; Goetgeluk et al., 2000). Dit betekent dat de ene vorm van ruimtegebruik moet inleveren voor de andere of dat in grotere mate vormen van ruimtegebruik moeten worden gecombineerd, bijvoorbeeld landbouw, natuur, recreatie en waterberging.

Voor de verkenning van de kwaliteit van milieu, natuur, gezondheid en leefomgeving in 2030 is een ruimtelijk toekomstbeeld van Nederland noodzakelijk. Het in de vijfde milieuverkenning gebruikte beeld is gebaseerd op de volgende veronderstellingen. De aangewezen woningbouwlocaties en nieuwe bedrijfsterreinen worden volgebouwd, maar daarnaast is ook sprake van spreading van de functies wonen en werken. Tenslotte wordt verondersteld dat plannen op het gebied van infrastructuur worden gerealiseerd (Goetgeluk et al., 2000).



*Figuur 2.4.7 Bodemgebruik Nederland in 1996 (Bron: CBS, 1996)*

In dit ruimtelijk beeld voor de periode 2000-2030 vindt een aanzienlijke verdichting in het stedelijk gebied plaats. Dit betekent dat bestaande open ruimten worden volgebouwd en dat ruim opgezette wijken uit de zestiger jaren worden vervangen door meer compacte nieuwbouw. Dit laatste betekent overigens niet dat er uitsluitend hoogbouw in het bestaand stedelijk gebied zal verrijzen. Naast meergezinswoningen zullen ook ruime eengezinswoningen in de stedelijke omgeving worden gerealiseerd. Hiermee wordt ingespeeld op de woningbehoefte van de hogere inkomenscategorieën, die bereid zijn om voor een relatief hoge prijs stedelijk te wonen. Daarnaast wordt een aanzienlijke hoeveelheid woningen gebouwd in het landelijk gebied. Het karakter van dorpen veran-

dert. Ruim een derde van het benodigde areaal voor woningbouw ligt in of nabij huidige kleine tot middelgrote plaatsen (minder dan 30.000 inwoners). Het betreft met name woningen voor relatief welgestelde huishoudens die hun geld besteden aan meer ruimte in de sub-urbane woongebieden. Indien men werkt zal vanuit deze woonmilieus vaak een relatief grote woon-werkafstand moeten worden overbrugd.

De concentratie van de werkgelegenheid in het westen van Nederland neemt in de toekomst nog verder toe. Hiermee blijft de Randstad een kernregio in Europa. Met name de werkgelegenheid in de kennisintensieve dienstensector neemt toe. Binnen de Randstad zal de groei van de werkgelegenheid in de stedelijke centra iets achter blijven. Bedrijven en instellingen vestigen zich bij voorkeur op de iets goedkopere en wellicht beter bereikbare locaties in de buurt van de stedelijke centra. In dit ruimtelijk beeld neemt de bedrijvigheid langs de snelwegen sterk toe. De locaties langs de uitvalswegen van de kernen in de Randstad worden geheel volgebouwd. Dit betekent dat het open karakter van het Groene Hart verder afneemt. Ook de recreatiemogelijkheden zullen in dit deel afnemen. De uitbreiding van het areaal dat nodig is voor wonen en werken gaat ten koste van landbouwgronden.

Naast het hier beschreven beeld zijn andere ruimtelijke toekomstbeelden denkbaar, bijvoorbeeld dat de Randstad net zoals andere Europese metropolen gaat bestaan uit een afwisseling van meer of minder verstedelijkte landschappen. In deze milieuverkenning zijn de gevolgen van dergelijke alternatieve ruimtelijke beelden niet verder uitgewerkt.

## 2.4.6 Milieubeleid

Bij de inschatting van de toekomstige milieudruk in Nederland is uitgegaan van de hiervoor beschreven maatschappelijke ontwikkelingen (CPB, 1997, Drissen *et al.*, 2000) en veronderstellingen omtrent de effectiviteit van beleidsinstrumenten en maatregelen. Er wordt uitgegaan van *vastgesteld beleid*, hetgeen inhoudt dat alle maatregelen door de Tweede Kamer zijn vastgesteld vóór 1 januari 2000, dan wel dat de financiering (via de begroting van een ministerie) geregeld is. Voorts geldt:

- Doelstellingen en streefwaarden zijn niet overgenomen als emissieraming;
- Reeds ingezet beleid is doorgetrokken naar de toekomst; verondersteld is dat dit beleid wordt voortgezet gedurende de gehele periode, tenzij uitdrukkelijk anders bepaald;
- Niet of onvoldoende gespecificeerde beleidslijnen zijn niet in het pakket opgenomen;
- Verondersteld is dat het vastgestelde beleid volledig wordt uitgevoerd in de zin van invoering van de beleidsinstrumenten. Er is echter niet per definitie uitgegaan van 100% naleving van de beleidsinstrumenten (bijvoorbeeld: 100 km/uur op snelwegen);
- Rekening is gehouden met doorgaande autonome (niet beleidsgestuurde) ontwikkelingen in technologie, zoals energie-efficiëntieverbeteringen.

Het vastgesteld beleid is met onzekerheden omgeven. Waar dit relevant is wordt aangegeven wat het effect is van het niet 100% uitvoeren van het beleid en van maatregelen die nu nog onvoldoende concreet zijn of nog in de pijplijn zitten, bijvoorbeeld door middel van resultaten van gevoeligheidsanalyses.

Een onderdeel van het milieubeleid zijn de internationale en wettelijke verplichtingen die Nederland is aangegaan, zoals de Kyoto-afspraken voor broeikasgassen, het recente verzuringprotocol, de EU-nitraatrichtlijn en geluidsgrenzen rond Schiphol. In deze milieuverkenning wordt nagegaan in hoeverre aan deze verplichtingen zal worden voldaan als vastgesteld beleid wordt uitgevoerd of als in aanvulling daarop ook het voorgenomen beleid wordt uitgevoerd.





# 3

## Milieu op wereldschaal








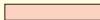
























Klimaatverandering, aantasting van natuur en schaarste aan vruchtbaar land en schoon water zijn belangrijke mondiale milieuproblemen in de 21ste eeuw. Hoe kunnen land en water optimaal benut worden voor voedselproductie, biobrandstoffen en natuur?





### 3.1 Inleiding

Eén van de belangrijkste mondiale milieuproblemen is de verandering van het klimaat op aarde. De emissies van broeikasgassen zijn in de afgelopen decennia toegenomen door de groei van de bevolking en economie en het daaraan gekoppelde energie- en ruimtegebruik. Dit heeft gevolgen voor de volksgezondheid en veiligheid, behoud van biodiversiteit en de voedselproductie. Een tweede voorbeeld van grootschalige verstoring van natuurlijke kringlopen als gevolg van menselijke activiteiten is de verdubbeling van in omloop zijnde hoeveelheid stikstof- en zwavelverbindingen. Verder is in de afgelopen decennia het mondiale landbouwareaal toegenomen ten koste van het areaal natuur. In de komende decennia zal ongeveer de helft van het landoppervlak in de wereld door de mens in cultuur zijn gebracht. Dat is vrijwel het gehele voor landbouw geschikte gebied. Een groot deel van de mondiale visvoorraden wordt overbevist. Een ander wereldwijd optredend probleem, dat Nederland niet direct raakt maar waar Nederland een voortrekkersrol kan spelen bij het zoeken naar oplossingen, zijn de lokale watertekorten veroorzaakt door verstedelijking en intensivering van landbouwproductie en onduurzaam beheer (tabel 3.1.1).

Een deel van de mondiale milieuproblemen heeft direct gevolgen voor Nederland. Nederland heeft ook een aandeel in de mondiale problemen. De betekenis voor Nederland ligt vooral op het terrein van handelsrelaties en het zoeken naar oplossingen. Naast

Tabel 3.1.1 Omvang en trend van mondiale milieuproblemen (Bron: RIVM op basis van UNEP, 1999 en Bakkes, van Vuuren en Smeets, 2000)

Probleem	Omvang	Trend mileudruk
Afbraak ozonlaag		
Afval		
Chemische risico's		
Degradatie kustgebieden		
Druk biodiversiteit		
Klimaatverandering		
Landdegradatie		
Luchtvervuiling		
Ontbossing		
Risico natuurrampen		
Stedelijke problematiek		
Uitputting visstand		
Vermesting		
Verzuring		
Zoetwaterproblemen		

Omvang: (linkerkolom)	Trend mileudruk: (rechterkolom)
groot 	sterk toenemend
aanzienlijk 	matig toenemend
matig 	redelijk stabiel
gering 	afnemend

de genoemde grootschalige milieuproblemen zijn er in de periode tot 2030 lokaal en regionaal nog vele andere kwesties aan de orde, zoals nucleair afval, stedelijke luchtverontreiniging, vervuiling van bodem en grondwater, en verspreiding van pesticiden.

## 3.2 Internationaal milieubeleid

Het milieubeleid en het bijbehorend instrumentarium hebben in de meeste landen en wereldregio's de afgelopen tientallen jaren een sterke groei doorgemaakt (UNEP, 2000). In veel landen zijn ministeries en departementen voor milieu opgericht, beleidsplannen geformuleerd en verdragen afgesloten. De nadruk ligt op reguliere wetgeving en handhaving. In sommige regio's bestaat een trend naar verbreding in het beleidsinstrumentarium (Bakkes & van Vuuren, 1997).

### Ontwikkeling van mondiaal milieubeleid

De effectiviteit van de milieuwetgeving is afhankelijk van expertise, menskracht, financiële middelen voor uitvoering, monitoring en handhaving en van de mate van afstemming tussen ministeries en departementen, hetgeen in veel landen niet optimaal is (UNEP, 1999). Sinds de duurzaamheidsconferentie in Rio in 1992 is nationale milieuwetgeving in de meeste landen geïntensiverd. Dit weerspiegelt zich bijvoorbeeld in de toename van het aantal milieubeleidsplannen en milieurapportages en de verbreding, ook in lage-inkomens-landen, van een instrument als milieu-effect-rapportage (Mulders, 1997).

Inmiddels zijn in veel industriële landen *end-of-pipe* maatregelen goeddeels benut en wordt technologie steeds meer ingezet om de productie van goederen en diensten te verbeteren, vooral in Europa en Azië. Het potentieel van economische instrumenten wordt de laatste jaren steeds meer benadrukt, hoewel invoering nog slechts in enkele landen aan de orde is. Voorbeelden zijn: belasting op milieugebruik, verhandelbare emissierechten, hervorming van milieuschadelijke subsidies en belasting heffen op natuurlijke hulpbronnen zoals water, land en energie. Handel in emissierechten is alleen in de Verenigde Staten gerealiseerd. Het wordt voorgesteld in het zich ontwikkelende klimaatbeleid. Sommige transnationale bedrijven hebben al een intern handelssysteem voor emissie van kooldioxide.

In veel landen vormen overheidssubsidies een belangrijke oorzaak voor degradatie van natuurlijke hulpbronnen en onduurzame praktijken in de sectoren landbouw, energie, transport, water, visserij en bosbouw (OESO, 1998). Het verwijderen van alle subsidies op productie van energie zou wereldwijd een vermindering van 10% van de emissies van kooldioxide betekenen, terwijl de economie alleen maar gestimuleerd zou worden

(OESO, 1997). Wereldwijd zijn de productiesubsidies in de landbouw in OESO-landen de grootste post op de begroting: mondiaal 325 miljard dollar per jaar, gelijk aan 15.000 dollar per boerenbedrijf (Van Beers en De Moor, 1998). Inmiddels hebben sommige landen milieuschadelijke subsidies hervormd of stopgezet, zoals Bangladesh (kunstmest), China (kolen), Brazilië (landgebruik), Indonesië (pesticiden), Nieuw-Zeeland (landbouw), Verenigd Koninkrijk (kolen), Guinee (water) en landen in Centraal- en Oost-Europa (energie) als onderdeel van hun hervorming naar een markteconomie (De Moor en Calamai, 1997; UNEP, 1998b; Van Beers en De Moor, 1999; Pearce en Finck von Finckenstein, 1999).

Naast de nationale wetgeving zijn de laatste vijftien jaar internationale milieuverdragen belangrijk geworden, met name in ontwikkelingslanden. Ook niet-bindende verdragen, economische en industrieel-technische instrumenten doen opgang. In het begin van de twintigste eeuw zijn al internationale verdragen gesloten over de exploitatie van natuurlijke hulpbronnen. Multilaterale overeenkomsten op het gebied van milieu en natuur dateren uit de zestiger jaren. Deze verdragen waren vooral gericht op kustzones, stedelijke luchtverontreiniging en bescherming van flora en fauna. Mede onder invloed van de duurzaamheidsconferentie in Rio in 1992 hebben latere overeenkomsten een steeds breder karakter gekregen, zoals het *klimaatverdrag*, het *gevaarlijke stoffenverdrag van Bazel* en vooral het *biodiversiteitsverdrag*. Deze verdragen zijn tot nu toe wel moeilijker uitvoerbaar gebleken dan de meer sectorale verdragen. Er zijn inmiddels vele regionale verdragen, terwijl er op wereldschaal nu zo'n tien milieuverdragen van kracht zijn. In veel landen is de nationale wetgeving inmiddels in aanzienlijke mate gebaseerd op de internationale verdragen.

Tabel 3.2.1 De tien belangrijkste mondiale milieuverdragen<sup>1)</sup> en schatting van vorderingen en effecten (Bron: RIVM, gebaseerd op UNEP, 1999; UNEP, 1998a; WCMC, 1998, 2000; Raustiala, 2000; Wijnstekers, 2000).

	Institutionele vooruitgang	Vermindering van het milieuprobleem
CBD (biodiversiteit)	☹	☹
CITES (handel in beschermde soorten)	☺	☺
CMS (trekkende soorten)	☹	☹
Basel (grensoverschrijdend transport gevaarlijke stoffen)	☺	☺
Ozonlaag	☺	☺
UN-FCCC (klimaatverdrag)	☺	☹
CCD (woestijnvorming)	☺	☹
Ramsar (wetlands, watervogels)	☺	☺
Cultureel en natuurlijk erfgoed	☺	☺
UNCLOS (recht van de zee)	☺	☺

☺ = positieve ontwikkeling

☺ = enige positieve ontwikkeling maar niet voldoende

☹ = ongunstige ontwikkeling

Alleen bij de aantasting van de ozonlaag loopt de milieudruk duidelijk terug. Voor veel verdragen zijn geen goede (actuele, werelddekkende) cijfers voorhanden. Met institutionele aspecten zoals bestuur, organisatie en financiering gaat het beter.

<sup>1)</sup> De tien belangrijkste mondiale milieuverdragen, uitleg van gebruikte afkortingen:

CBD	Convention on Biological Diversity - Verdrag inzake Biologische Diversiteit; Rio de Janeiro, 5 juni 1992;
CITES	Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora- Overeenkomst inzake Internationale handel in bedreigde in het wild levende dier- en plantensoorten; Washington - 3 maart 1973;
CMS	Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals - Verdrag inzake de Bescherming van Trekkende Wilde Diersoorten; Bonn, 23 juni 1979;
Basel	Convention on the Transboundary Movements of Hazardous Wastes and their Disposal - Verdrag inzake de beheersing van de grensoverschrijdende overbrenging van gevaarlijke afvalstoffen en de verwijdering ervan; Bazel, 22 maart 1989;
Ozone	Convention for the Protection of the Ozone Layer - het Verdrag van Wenen ter Bescherming van de Ozonlaag, Wenen, 22 maart 1985; Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer - Protocol betreffende stoffen die de ozonlaag afbreken, Montreal, 16 september 1987;
UN-FCCC	UN Framework Convention on Climate Change - Raamverdrag van de Verenigde Naties inzake Klimaatverandering New York, 9 mei 1992, en het daaronder vallende Kyoto Protocol, van december 1997
CCD	UN Convention to Combat Desertification in those Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification, Particularly in Africa, - Verdrag van de Verenigde Naties ter Bestrijding van Woestijnvorming, Paris, 15 oktober 1994;
Ramsar	Convention on Wetlands of International Importance especially as Waterfowl Habitat (Ramsar Convention)- Overeenkomst inzake Watergebieden van Internationale Betekenis, in het bijzonder als Verblijfplaats voor Watervogels, Ramsar (Iran), 2 februari 1971;
Heritage	UNESCO Convention Concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage - Overeenkomst inzake de Bescherming van het Cultureel en Natuurlijk Erfgoed van de Wereld, Parijs, 16 november 1972;
UNCLOS	Convention on the Law of the Sea - Verdrag van de Verenigde Naties inzake het Recht van de Zee, Montego Bay, 10 december 1982.

Aan deze lijst kan nog het verdrag inzake *biosafety* (gericht op het omgaan met genetisch gemodificeerde organismen) worden toegevoegd (januari 2000, Montreal).

De vorderingen met en de effecten van de verdragen zijn over het geheel genomen nog onduidelijk. Wel succesvol zijn de mondiale verdragen voor bescherming van de ozonlaag (*verdrag van Wenen* en *protocol van Montreal*), de *conventie van Genève* tegen grensoverschrijdende luchtverontreiniging in Europa en het verdrag tegen vervuiling van de Rijn (*Rijn Actie Plan*). Bij de beide Europese verdragen trad de afname van de milieudruk op ruim voordat het verdrag werd geformaliseerd. De mate van effectiviteit van de verdragen blijkt erg afhankelijk van de aanwezigheid van sterke instituties, wetgeving, handhaving en financiële middelen. (Mickwitz, 1998) (*tabel 3.2.1*).

## 3.3 Hardnekkige milieuproblemen

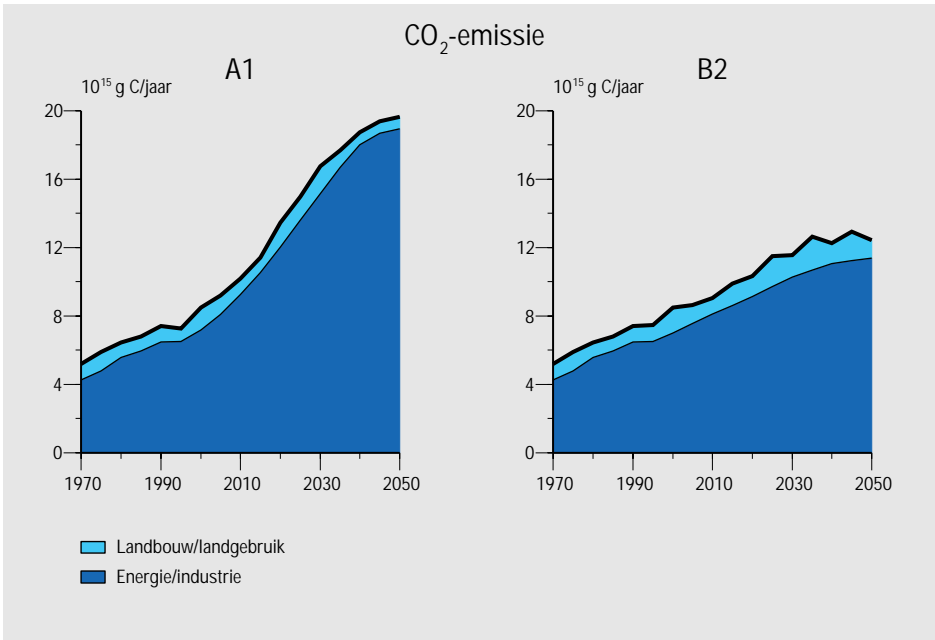
### 3.3.1 Klimaatverandering

Het meest grootschalige milieuprobleem is de verandering van het klimaat op aarde. Daarvan zijn effecten te verwachten voor maatschappelijke structuren, zoetwatervoorraden, voedselvoorziening, volksgezondheid, veiligheid, ecosystemen en biodiversiteit. De gemiddelde temperatuur op de wereld is sinds 1900 gestegen met 0,4 tot 0,7°C. De sterke toename van de concentratie van broeikasgassen zoals kooldioxide (CO<sub>2</sub>), methaan (CH<sub>4</sub>) en distikstofoxide (N<sub>2</sub>O) is naast natuurlijke oorzaken waarschijnlijk een belangrijke oorzaak van de temperatuurstijging. De toename van de concentratie van CO<sub>2</sub> in de atmosfeer is vooral het gevolg van het toegenomen gebruik van fossiele brandstoffen en van de ontbossing. De toename van CH<sub>4</sub> in de atmosfeer is voor een belangrijk deel het gevolg van de wijdverbreide en steeds intensievere landbouw en, in mindere mate, van stortplaatsen. Ook de toename van de atmosferische concentratie van N<sub>2</sub>O is grotendeels het gevolg van voedselproductie.

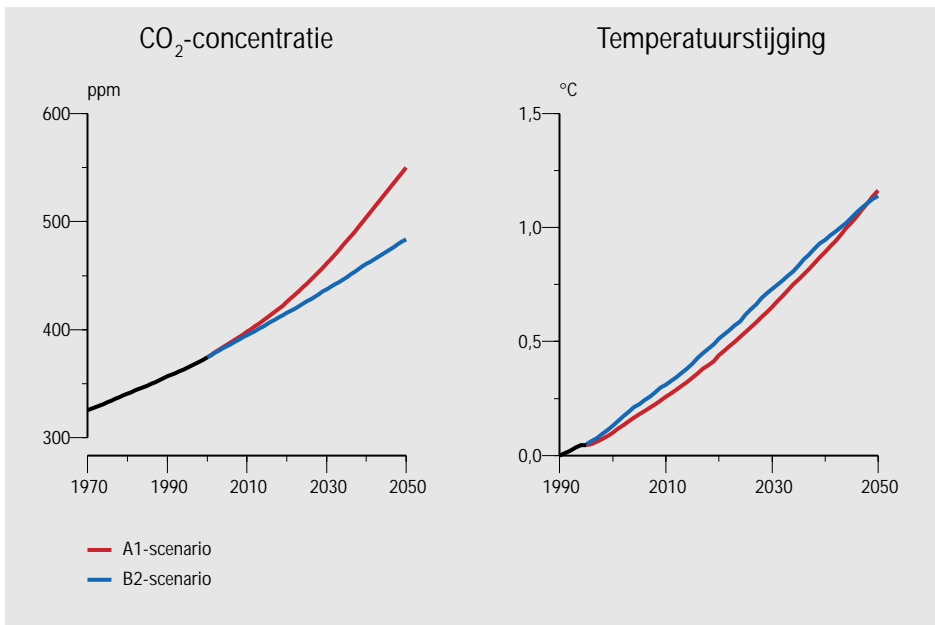
Voor de komende decennia wordt in alle scenario's een sterke groei van de mondiale emissie van CO<sub>2</sub> verwacht. De emissie neemt in het Mondiale Markt scenario (A1-scenario) zelfs toe van ongeveer 7 Gigaton (Gt=10<sup>12</sup> kg) koolstof per jaar in 2000 tot bijna 20 Gt koolstof per jaar in 2050 (*figuur 3.3.1*). In het Regionale Samenwerking scenario (B2-scenario), met grotere aandacht voor het milieu en een sterker streven naar duurzaamheid, blijft het bij een emissie van ongeveer 12,5 Gt koolstof per jaar in 2050. De emissie van CH<sub>4</sub> neemt in beide scenario's sterk toe van zo'n 560 miljoen ton per jaar nu naar 650 miljoen ton per jaar in 2050. De mondiale emissie van N<sub>2</sub>O neemt in het A1-scenario tussen nu en 2050 met ongeveer 30% toe, terwijl in het B2-scenario ondanks lagere vleesconsumptie en efficiënter gebruik van meststoffen de emissie in die periode nog steeds met 20% toeneemt. De atmosferische concentratie van kooldioxide zal volgens het A1-scenario veel sneller toenemen dan volgens het B2-scenario (*figuur 3.3.2*).

In de scenario's A1 en B2 voltrekt de mondiale klimaatverandering zich tot 2050 in ongeveer hetzelfde tempo. Klimaatmodellen geven een stijging van de temperatuur aan bij de meeste scenario's van ongeveer 1°C tussen nu en 2050 (*figuur 3.3.2*). De gemiddelde mondiale temperatuur neemt in het A1-scenario in dezelfde mate toe als in het B2-scenario. Dat is het netto resultaat van emissies van kooldioxide (opwarmend effect) en zwaveldioxide (afkoelend effect). De emissie van zwaveldioxide neemt namelijk veel sterker toe in het A1- dan in het B2-scenario. Zwaveldioxide draagt bij aan aërosolvorming in de atmosfeer, hetgeen de netto instraling verlaagt en daardoor het broeikas-effect maskeert zolang de zwaveldioxide-emissies doorgaan.

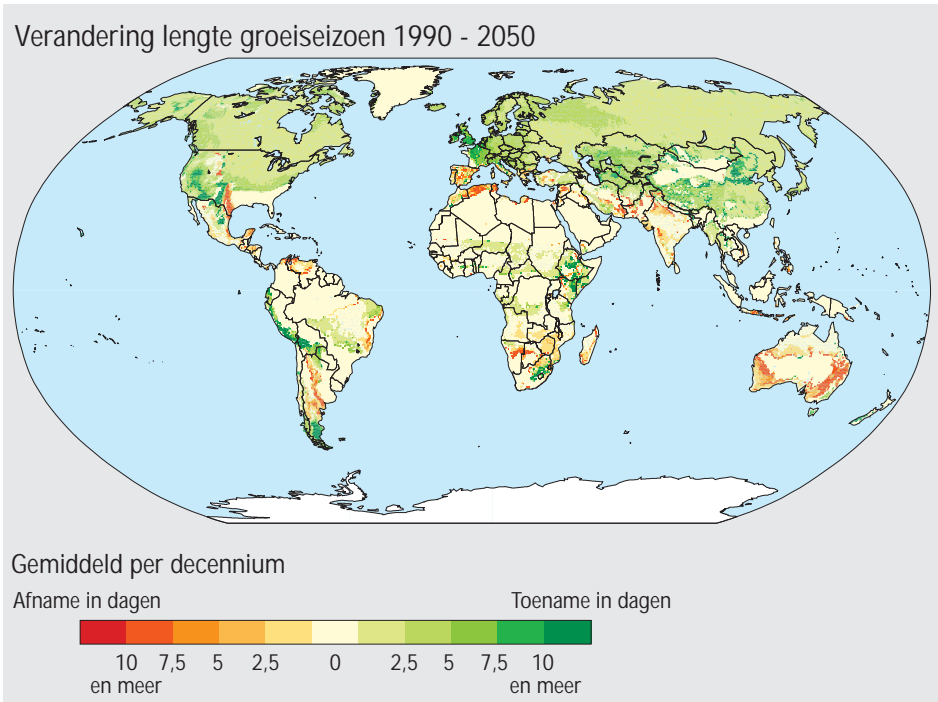
Klimaatverandering zal zich onder andere uiten in de verandering van de lengte van het groeiseizoen (de periode waarin regenval en temperatuur gewasgroei mogelijk maken; *figuur 3.3.3*). Terwijl de omstandigheden voor gewasgroei op het noordelijk halfrond gunstiger worden, neemt de lengte van het groeiseizoen op het zuidelijk halfrond over



*Figuur 3.3.1 Mondiale emissies kooldioxide (Bron: IPCC, 2000 en Brandes et al., 2000)*



*Figuur 3.3.2 Concentratie kooldioxide en temperatuurstijging (Bron: Brandes et al., 2000)*



Figuur 3.3.3 Verandering lengte groeiseizoen, 1990-2050 volgens het A1-scenario (Bron: Brandes et al., 2000)

het algemeen af. Dit kan gepaard gaan met een toename van de variabiliteit van jaar tot jaar.

#### Waargenomen effecten van klimaatverandering

De mondiale gemiddelde temperatuurstijging gedurende de twintigste eeuw en daarbijbehorende klimaatverandering heeft een duidelijk effect gehad op natuurlijke processen. Verschillende studies geven een statistisch significante correlatie aan tussen lokale klimaatverandering en veranderingen die in de natuur zijn waargenomen (Hughes, 2000). Het gaat bijvoorbeeld om de verspreiding en het voorkomen van soorten, het moment van bladzetting en bloei van planten, smelten van gletsjers en ontdooien van permafrost, en de dikte en het oppervlak van ijs op de noord- en zuidpool. Veranderingen doen zich voor in alle werelddelen en kunnen vanuit de ruimte worden waargenomen. De wereldwijd waargeno-

men en sterk vergelijkbare veranderingen in soorten en systemen geven ondanks allerlei variaties een systematische trend aan. De veranderingen zijn consistent met veranderingen die verwacht kunnen worden op basis van de huidige kennis van het gedrag van soorten, ecosystemen en fysische systemen. Ook de gereconstrueerde veranderingen in de periode gedurende en na de ijstijden stemmen hiermee overeen. Uit de waarnemingen is af te leiden dat de natuur waarschijnlijk veel gevoeliger is voor klimaatverandering dan tot nu toe werd aangenomen. Dit betekent ook dat de verwachte opwarming van meer dan 2°C gedurende de eenentwintigste eeuw tot grote, mogelijk onomkeerbare effecten kan leiden.

Voor landbouw en natuur speelt, naast de gemiddelde waarde, ook de variabiliteit van temperatuur en neerslag een grote rol. Grotere variabiliteit van jaar tot jaar vergroot het risico voor het mislukken van de oogst. Mogelijkheden voor het opvangen van effecten

van variabiliteit zijn kleiner in ontwikkelingslanden dan in ontwikkelde landen. Natuurlijke ecosystemen zijn aangepast aan de huidige variabiliteit van het klimaat. Neemt deze toe, dan kan een deel van de soorten zich niet meer op het zelfde niveau handhaven.

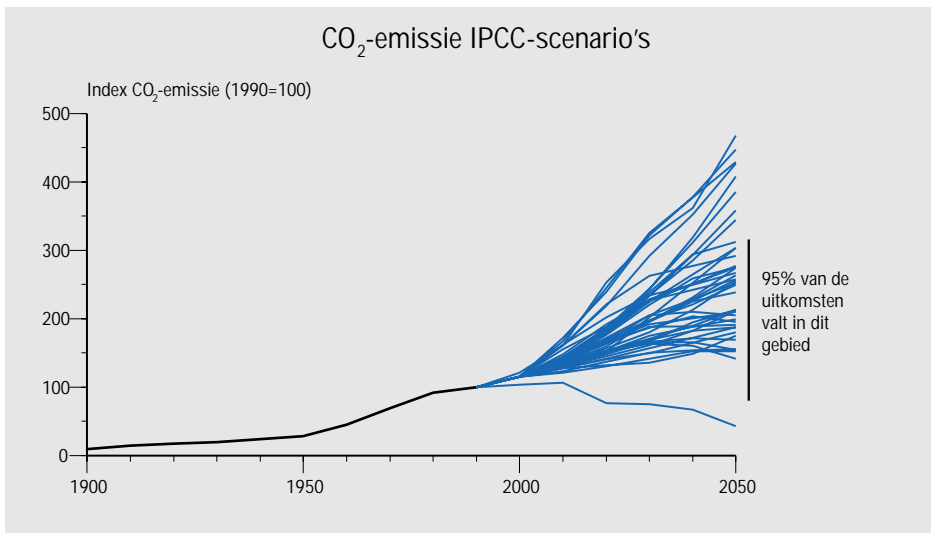
#### Onzekerheden in mondiale emissies en effecten

Er is een grote spreiding in projecties voor mondiale emissies van kooldioxide, ook binnen de scenario's die uitgaan van dezelfde veronderstellingen over toename van bevolking, BBP en dergelijke (figuur 3.3.4). Er zijn veertig verschillende scenario's doorgerekend voor het IPCC Special Report on Emission Scenarios (IPCC, 2000). Door verschillen in modellen en in aannamen over de ontwikkeling van de energiedragers en technologieën blijken de emissieverwachtingen veel verder uiteen te lopen dan in de scenario's in figuur 3.3.1. De spreiding is vooral groot binnen de A1-scenariogroep en hangt vooral af van de aard van de technologische vernieuwing.

Niet alleen emissieprognoses zijn onzeker. Het blijkt dat vooral de onzekerheid over de regionale verdeling van de klimaatverandering groot is, ook als wordt uitgegaan van hetzelfde emissiescenario. Dit wordt duidelijk door vergelijking van berekeningen van de verandering in de lengte van het groeiseizoen op basis van verschillende klimaatmodellen (tabel 3.3.1). In sommige wereldregio's,

zoals Europa, vertonen klimaatmodellen goede overeenkomst, terwijl ze elkaar in andere regio's (Zuid-Azië) tegenspreken. Voor het A1-scenario (snelle groei, milieu-effect sterk bepaald door technologische ontwikkeling) zijn de verschillen tussen de klimaatmodellen groot in verhouding tot de verschillen tussen de scenario's, vooral buiten OESO-Europa.

Een belangrijk kenmerk van het klimaatprobleem is dat partijen wereldwijd het eens moeten worden over beleid voor de komende decennia, terwijl het probleem grote maatschappelijke belangen raakt en is omgeven door grote onzekerheden. Ondanks de onzekerheden is het duidelijk dat toename van kooldioxide en andere broeikasgassen in de atmosfeer en klimaatverandering belangrijke nadelige effecten zal hebben op landbouw (figuur 3.3.3) en natuur, gezondheid, recreatie en veiligheid. Daartegenover staat dat volgens de meeste scenario's en klimaatmodellen de landbouwkundige mogelijkheden in gebieden in noordelijke streken groter zullen worden.



Figuur 3.3.4 Mondiale emissies van kooldioxide veroorzaakt door energiegebruik en industrie volgens veertig scenario's (Bron: IPCC, 2000)



Tabel 3.3.1 Verandering lengte groeiseizoen, 1995-2050, geschat met verschillende klimaatmodellen<sup>1)</sup>  
(Bron: Brandes et al., 2000)

	A1					B1	B2	
	HCM3	HC22	CSIR	CGCM	MPI4	HCM2	HCM2	
<i>dagen per seizoen</i>								
OESO-Europa	+4	+14	+16	+1	-1	+10	+8	+10
USA	-7	+29	+10	+3	-9	+12	+9	+13
India en overig Z.-Azië	+6	-30	-8	+14	+51	-8	-6	-10
Wereld	-1	+6	+6	+1	+6	+4	+3	+4

<sup>1)</sup> De codes HCM2, HCM3, HC22, CSIR, CGCM en MPI4 staan voor resultaten van verschillende mondiale klimaatmodellen. Deze zijn geschaald op basis van huidig klimaat en mondiale gemiddelde klimaatverandering. De standaard berekeningswijze in deze milieuverkenning maakt gebruik van HCM2.

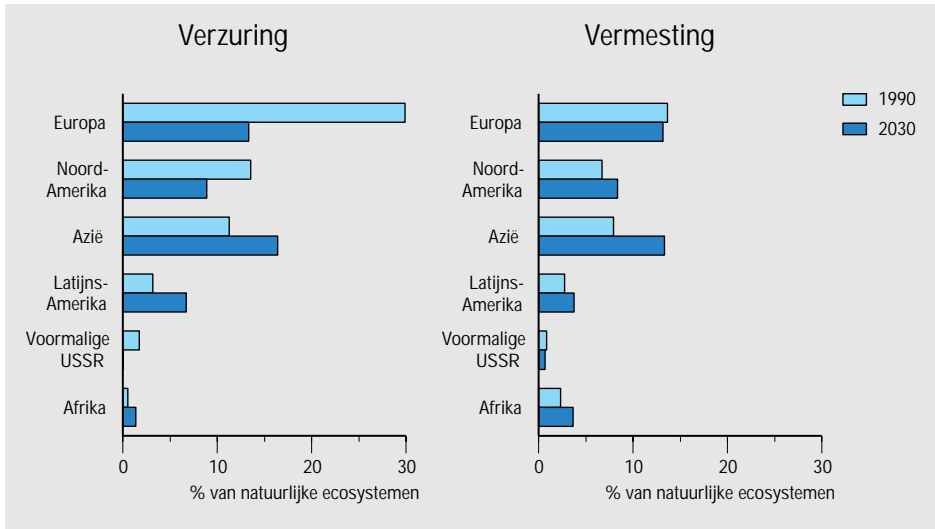
**Mondiaal klimaatbeleid**

Stabilisering van de concentratie broeikasgassen op een niveau dat gevaarlijke antropogene invloed op het klimaat voorkomt is de kern van het *raamverdrag inzake klimaatverandering* (UN-FCCC). Het verdrag is tot stand gekomen ten tijde van duurzaamheidsconferentie in Rio in 1992, en in 1994 in werking getreden. Als aanvulling op het verdrag is in december 1997 het Kyoto Protocol tot stand gekomen. De kern daarvan is dat de geïndustrialiseerde landen zich verplichten om in 2010 hun gezamenlijke emissie van broeikasgassen vermindert te hebben met tenminste 5% ten opzichte van 1990. De Europese Unie als geheel heeft zich verplicht tot een vermindering van 8%. Vastlegging van koolstof in bijvoorbeeld bossen mag als compensatie voor het gebruik van fossiele brandstoffen worden meegeteld. Voor het bereiken van de doelstellingen mogen landen

emissievermindering in het buitenland kopen via de zogenaamde flexibele instrumenten: emissiehandel en *joint implementation* binnen de groep van geïndustrialiseerde landen en verder projecten in ontwikkelingslanden middels het *clean development mechanism*. Over de precieze regels voor zowel koolstofvastlegging als het gebruik van de flexibele instrumenten wordt nog onderhandeld. Het protocol treedt in werking als tenminste 55 landen het geratificeerd hebben met daaronder een zodanig aantal industrielanden dat tenminste 55% van de emissie van industrielanden in 1990 onder het verdrag valt. Het is inmiddels ondertekend door 84 landen en geratificeerd door 22. Door de nog lopende onderhandelingen heeft nog geen van de geïndustrialiseerde landen het protocol geratificeerd.

**3.3.2 Verzuring en vermisting**

Wereldwijd is de door de mens veroorzaakte kringloop van stikstofverbindingen nu twee keer zo groot als de natuurlijke kringloop. De milieugevolgen zijn vermisting en verzuring van ecosystemen. De effecten blijken inmiddels niet alleen op te treden in West-Europa en Noord-Amerika, maar ook in Azië, delen van Afrika en delen van Latijns-Amerika en in West-Siberië. De vermistingdruk stabiliseert in Europa volgens het A1- en B2-scenario. Ook vermistingdruk neemt vooral toe in lage-inkomenslanden en is met name groot in landen met een in verhouding hoge veedichtheid (India, China). Voor vermindering van zwavelemisies bestaan in Europa internationale afspraken. In Noord-Amerika en Japan bestaan hiervoor nationale plannen. Op basis van dit beleid is de verwachting dat in elk van de IPCC-scenario's de risico's van verzuring afnemen in West- en Centraal-Europa en Noord-Amerika. De verzuringdruk is nu groot in Noord-Amerika en Europa, maar neemt daar in de komende decennia ook het meest af (*figuur*



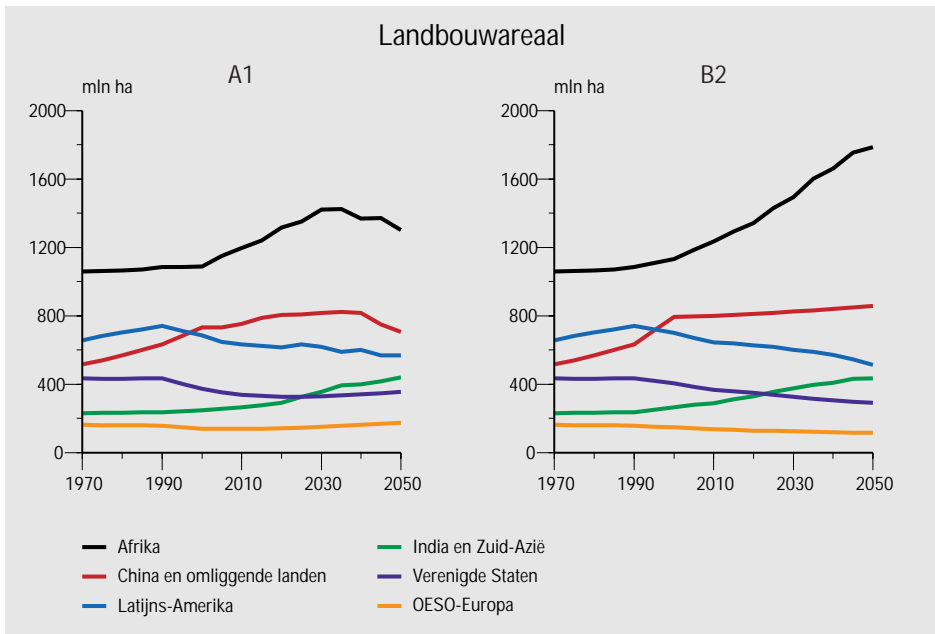
Figuur 3.3.5 Percentage van natuurlijke ecosystemen dat wordt bedreigd door zure depositie en vermisting door stikstofdepositie volgens het B2-scenario (Bron: Bouwman en Van Vuuren, 1999)

3.3.5). In ontwikkelingslanden nemen de verzurende emissies toe. Gebieden met grote verzuringdruk in 2030 zijn Zuidoost-Azië, Oost-Europa en West-Europa.

### 3.3.3 Natuurlijke hulpbronnen: land

De druk op de beschikbare hoeveelheid land zal in de komende decennia sterk toenemen, speciaal in Afrika en Azië. De toekomstige vraag naar land in een bepaalde regio wordt bepaald door een combinatie van bevolkingstoename en verandering van consumptiepatronen, klimaatverandering, landbouwtechnologie, verstedelijking en handel in landbouwproducten en hout. Uitbreiding van landgebruik voor agrarische doelen geeft de voornaamste druk op de biodiversiteit in de eenentwintigste eeuw (Leemans, 1999). Een belangrijke sleutel tot verandering van de trend ligt in alle scenario's bij de efficiëntie van de landbouw, maar het is nergens de enige factor. De visies over efficiëntievergroting lopen uiteen, vooral wat betreft benodigde infrastructuur, technologie-overdracht, praktische uitvoerbaarheid en ecologische gevolgen. De ontwikkeling van het landbouwareaal verschilt sterk tussen de regio's. In de Verenigde Staten neemt het landbouwareaal verder af. In het B2-scenario is in Afrika de expansie van landbouw als gevolg van de bevolkingsgroei zo snel dat een groot deel van het bosareaal moet wijken voor grasland en gewasproductie (figuur 3.3.6).

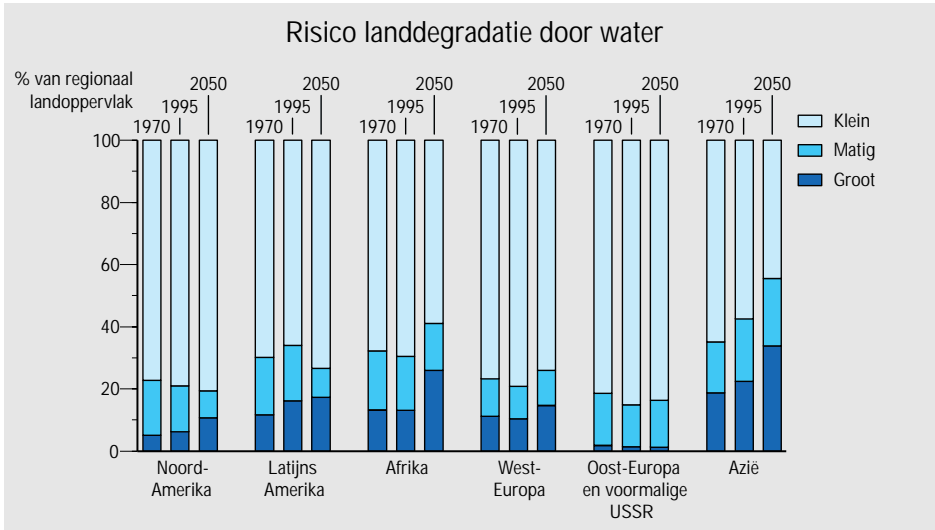
Naast bevolkingstoename heeft verandering in het dieet grote invloed op de expansie van het landbouwareaal. Nu al neemt in een aantal wereldregio's de hoeveelheid vee snel toe. In het B2-scenario wordt, in vergelijking met het A1-scenario, de uitbreiding van het landbouwareaal getemperd door een minder snelle toename van vlees- en melk-



Figuur 3.3.6 Landbouwareaal (Bron: Brandes et al., 2000)

consumptie. Een deel van het landbouwareaal wordt ingezet voor biomassa productie voor energieproductie. In zowel het A1- en B2-scenario neemt het gebruik van deze biobrandstoffen sterk toe. Van 2 à 3 EJ (EJ=10<sup>18</sup>J) per jaar nu neemt de jaarlijkse productie van biobrandstoffen toe tot 105 EJ in 2050 in het A1-scenario en 80 EJ in het B2-scenario. Dit betekent een aanzienlijk ruimtebeslag (respectievelijk 3,7 miljoen km<sup>2</sup> en 2,8 miljoen km<sup>2</sup>). Dit is ongeveer 24% (A1-scenario) en 19% (B2-scenario) van het totale gewasareaal in 2050, exclusief grasland. De belangrijkste potentiële producenten van biobrandstoffen zijn naar verwachting de Verenigde Staten, Latijns-Amerika, Afrika, de voormalige Sovjet-Unie, India en China. Een grootschalige omschakeling op biobrandstoffen zou een bijdrage kunnen leveren van enkele tientallen procenten aan het klimaatvraagstuk, maar dat zou eveneens een grote claim leggen op het beschikbare land, oplopend tot 20-25% van het totale gewasareaal in 2050.

Een bijkomende factor is de behoefte aan land ter compensatie van land dat achteruit is gegaan in kwaliteit door niet-duurzame landbouw op kwetsbare plekken. De kans daarop neemt het meest toe waar landdegradatie nu al een probleem is, namelijk in Afrika en Azië. Bij niet-duurzame landbouwmethoden kan vooral door erosie de claim op land groter worden. In Noord-Amerika en Europa, waar expansie van landbouw nauwelijks een rol speelt, neemt de kans op erosie vooral door klimaatverandering toe, maar veel minder sterk (figuur 3.3.7). De berekeningen hebben betrekking op de vorm van bodemdegradatie die wereldwijd het belangrijkste is in termen van landbouwgrond, namelijk degradatie door water bijvoorbeeld wegspoelen van de bovenlaag.



Figuur 3.3.7 Risico van landdegradatie door water volgens het A1-scenario (Bron: Hootsmans et al., 2000)

**Onzekerheden**

Een van de bronnen van onzekerheid in de schatting van het toekomstige degradatierisico is klimaatverandering. De grootste klimaatonzekerheid, doorwerkend in het risico van landdegradatie, wordt gevonden voor het Midden-Oosten en China. Daarentegen zijn de verschillen voor de Verenigde Staten, Afrika en India veel kleiner. De onzekerheid in erosierisico als gevolg van onzekere kennis over de klimaatgevolgen van scenario's is in tabel 3.3.2 geïllustreerd door een vergelijking tussen verschillende modelberekeningen. Daarbij zijn voor de regionale klimaatgevolgen van de

geprojecteerde emissies, landgebruikveranderingen en dergelijke telkens de resultaten van een ander klimaatmodel aangehouden (CGCM, CSIR, HCM3, MPI4, en HCM2). Het klimaatmodel CSIR geeft voor het A1-scenario consequent het kleinste risico, een ander model juist voor alle genoemde regio's het grootste (CGCM), terwijl een derde model voor alle regio's een groot risico voorspelt (MPI4). In deze milieuverkenning zijn de berekeningen op basis van HCM2 gebruikt (rechter drie kolommen). Deze zijn over het algemeen conservatief.

Tabel 3.3.2 Risico van landdegradatie door water: percentage van het landoppervlak met hoog risico in 2050, op basis van drie IPCC-scenario's en verschillende klimaatmodellen (Bron: Hootsmans et al., 2000)

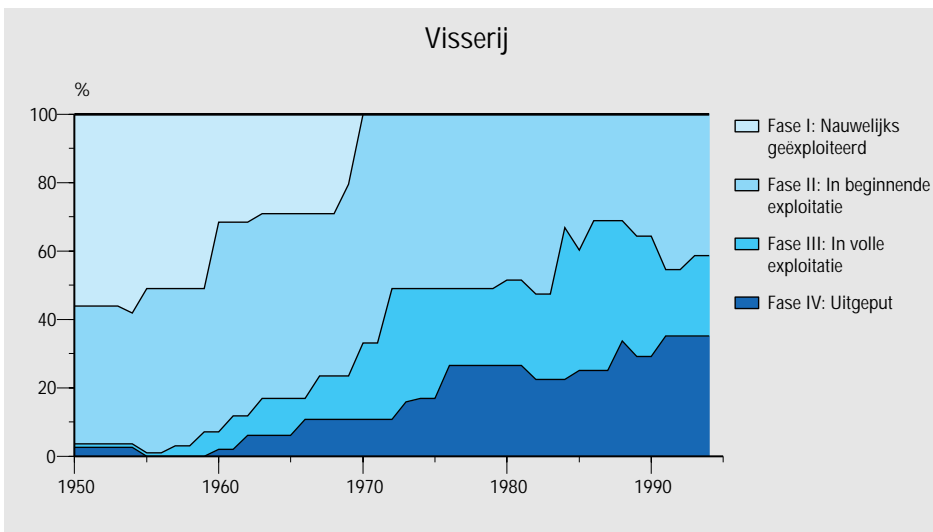
	A1					B1	B2
	CGCM	CSIR	HCM3	MPI4	HCM2	HCM2	HCM2
% landoppervlak							
USA	29	16	21	25	21	18	16
Afrika	28	25	28	32	26	24	36
Midden oosten	33	8	8	32	12	12	12
India en omliggende landen	83	74	78	75	74	54	74
China en omliggende landen	32	26	30	36	31	33	39

De grote veranderingen in landgebruik worden verwacht in andere regio's dan waar Nederland veel uit importeert. De mate waarin bodemdegradatie feitelijk zal toenemen hangt vooral af van de manier waarop dit risico in de landbouwpraktijk tegemoet wordt getreden. Relaties met Nederland liggen op het gebied van productinformatie bij geïmporteerde landbouwproducten, op het gebied van landbouwtechnologie en op het gebied van de Nederlandse bijdrage aan het beperken van klimaatverandering.

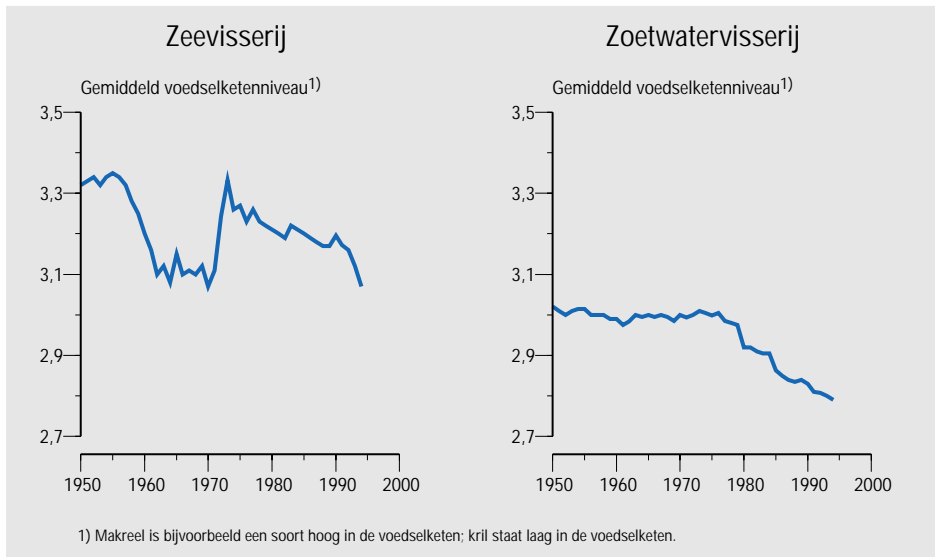
### 3.3.4 Natuurlijke hulpbronnen: vis

De mondiale visvangst is de laatste jaren gestabiliseerd op het niveau van 120 miljoen ton per jaar. Hiervan komt 90 miljoen ton uit de zeevisserij en de rest is afkomstig van visteelt nabij de kust of in vijvers en meren. Het lijkt er op dat de meeste visgebieden in de Atlantische Oceaan en de Grote Oceaan hun maximale potentieel enkele jaren geleden hebben bereikt. Ongeveer veertig jaar geleden werd meer dan de helft van de mondiale zeevisgronden nauwelijks geëxploiteerd. Medio jaren negentig waren alle zeevisgronden volledig geëxploiteerd en 35% uitgeput (*figuur 3.3.8*). De overbevissing wordt deels opgevangen door visteelt, terwijl op zee naar steeds verder gelegen gebieden wordt uitgeweken en in dieper water wordt gevist op steeds jongere exemplaren. Er wordt een afname gesignaleerd van vangsten per eenheid van inspanning, hetgeen wijst op uitputting (ICES, 1999a en 1999b). In samenhang met de overbevissing is de laatste jaren een verschuiving waarneembaar van de vangst van hogere soorten in de voedselketen naar lagere soorten (*figuur 3.3.9*).

Op zichzelf is een dergelijke verlaging een efficiëntere benutting van het voedselproducerend vermogen op de wereld, maar het geeft ook aan hoe dicht de bestaande visserij



*Figuur 3.3.8 Visserij naar stadium van exploitatie (Bron: FAO, 1997)*



Figuur 3.3.9 Voedselketenniveau van gevangen vis, mondiaal gemiddelde (Bron: Pauly et al., 1998)

bij de grenzen van het mogelijke opereert. Voor de voedselrijke kustzeeën zijn benuttingsgraden geschat tussen 25 en 35% (Pauly & Christensen, 1995). Dat ligt in de orde van grootte van de gemiddelde benuttingsgraad van de primaire productie op land via landbouw en bosbouw, namelijk 40% (Vitousek, 1999). De opbrengst van mariene systemen is echter minder zeker dan die van terrestrische systemen en de mogelijkheden voor verdere vergroting van de benuttingsgraad door de visserij zijn beperkt.

Het aandeel van Europa in de wereldproductie is teruggelopen van ongeveer 9% in 1984 tot ruim 6% in 1996. Het Nederlandse aandeel liep terug van 0,6% naar 0,4% in diezelfde periode (FAO, 1999). Bij de teruglopende vangsten verplaatst de Nederlandse vloot een deel van de activiteiten naar verre wateren, met name voor de West-Afrikaanse kust. De visserij in verre wateren wordt door de Europese Unie gesubsidieerd via akkoorden met de betreffende landen. Deze activiteiten nemen de laatste jaren steeds meer toe. De vangst van Sardinella (een haringachtige) is recentelijk toegenomen van 300.000 tot 500.000 ton, hoeveelheden die vergelijkbaar zijn met de jaarlijkse haringvangsten in de gehele Noordzee. Het Nederlandse aandeel in deze vangst nabij Afrika bedroeg vorig jaar 150.000 ton. Verwacht wordt dat de economisch zwakke landen weinig weerstand kunnen bieden aan de westerse expansie. Zonder verdere regelgeving zal de visserijdruk op deze voorraden niet afnemen.

De komende jaren wordt geen verdere groei van het volume van de visserijsector verwacht, alhoewel productiviteit in ontwikkelingslanden verhoogd kan worden en verdere uitbreiding van visteelt waarschijnlijk is, onder andere in Oost-Azië. De FAO schat dat de totale vraag naar visproducten in de periode tot 2010 zal groeien tot 105 à 110 miljoen ton en het aanbod tot niet meer dan 105 miljoen ton (FAO, 1999). Maar deze ver-

wachting is gebaseerd op economische groeicijfers die gematigder zijn dan in het A1- en B2-scenario.

Door overbevissing wordt de biodiversiteit in kustgebieden aangetast. Ongeveer 90% van de visvangst is afhankelijk van natuurlijke kustomgevingen, terwijl ruim 50% van die gebieden bloot staan aan een hoog of gemiddeld risico tot degradatie (WRI, 1996), vooral in Europa en Noord-Amerika.

#### Beleidsontwikkeling

Om het tij van uitputting en verspilling te keren binnen deze relatief ongecontroleerde sector wordt op verschillende plaatsen getracht het beheer van de visvoorraden te verbeteren. De FAO signaleert een voorzichtige verwachting van beter inpasbare vistechnieken in de hoge-inkomenslanden (FAO, 1999). Een aantal landen werkt met visquota. Deze regels worden soms nog verder aangescherpt, zoals bijvoorbeeld in Noorwegen, waar

nu ook de bijvangsten onder de quota vallen. Ook wordt er steeds meer samengewerkt tussen landen die bepaalde voorraden delen, zoals rond de Baltische Zee en de Noordzee. Overigens blijkt uit de praktijk dat zelfs de beheerssystemen van landen met een goede reputatie van bestuur (bijvoorbeeld Canada) niet altijd regionale overbevissing kunnen voorkomen.

### 3.3.5 Natuurlijke hulpbronnen: water

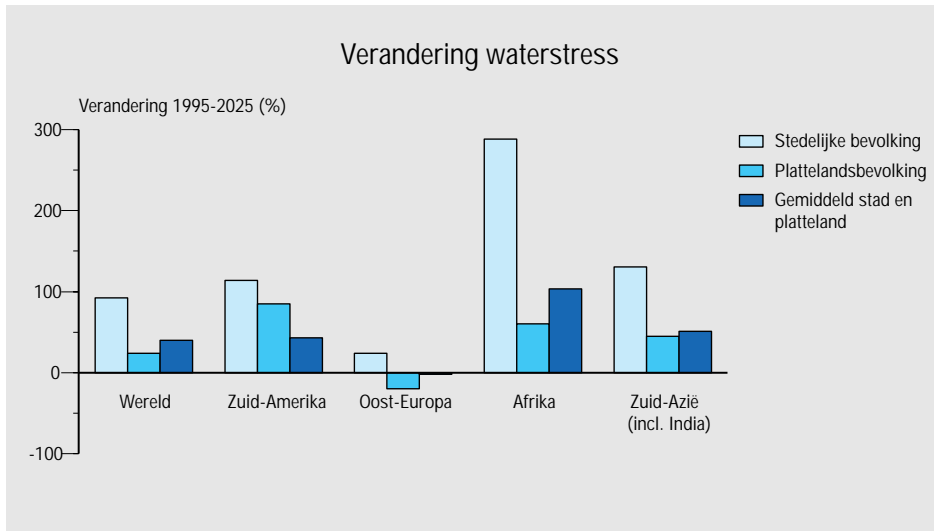
De vraag naar water in een gebied wordt in grote mate bepaald door de landbouw, en verder door de industrie en de huishoudens. De beschikbaarheid kan onder andere veranderen door klimaatverandering. De belangrijkste oorzaak van lokale watertekorten is verstedelijking. De watervraag concentreert zich dan in een klein gebied, terwijl het wateraanbod in dat gebied gelijk blijft. Per saldo is dan per hoofd van de bevolking minder water beschikbaar, tenzij afdoende infrastructurele maatregelen worden genomen.

Het aantal mensen dat mogelijk met watertekorten te maken krijgt zal in de komende dertig jaar toenemen, vooral in lage inkomenslanden en vooral in steden (*figuur 3.3.10*). In Afrika is de toename van de stedelijke bevolking met potentiële watertekorten bijna driemaal zo groot als die van de totale bevolking. In Latijns-Amerika en Zuid-Azië neemt de stedelijke bevolking met potentiële watertekorten toe met 100 tot 150%.

#### Onzekerheid over watertekorten

Watertekorten doen zich voelen voordat het water helemaal op is. In analyses op de schaal van landen of stroomgebieden wordt algemeen aangenomen dat effecten van watertekorten kunnen optreden als de watervraag in een gemiddeld jaar in dat land of stroomgebied groter is dan 20% van de beschikbaarheid. (*Raskin et al., 1997*). Om rekening te kunnen houden met de concentratie van de watervraag is een gedetailleerde analyse uitgevoerd (Van Drecht & Knoop, 2000). Daarin is de wereld verdeeld in gebieden van 0,5 lengtegraad x 0,5 breedtegraad (ongeveer 50x50 km). Dit gaat verder dan de gebruikelijke landenstudies en zelfs verder dan de analyses per stroomgebied. Deze

analyse hanteert daarom een hogere drempel voor het optreden van mogelijke watertekorten, namelijk bij een watervraag gelijk aan 50% van het gemiddeld wateraanbod. De ernst van het watertekort in de praktijk hangt af van technische en economische mogelijkheden: voor het opslaan van water gedurende periodes van overschot, voor het importeren van water uit andere gebieden of het gebruik van diep grondwater. Daarom is de ernst van watertekorten afhankelijk van de welvaart in het gebied en van de differentiatie van de economie. De mogelijke problemen op het gebied van de watervoorziening die bij deze analyse naar voren komen kunnen dus vooral mensen



*Figuur 3.3.10 Verandering van het aantal mensen in gebied met waterstress tussen 1995 en 2025 volgens het A1-scenario (Bron: Van Drecht & Knoop, 2000)*

treffen in de lage-inkomenslanden. De hier gevolgde analyse maakt wat dat betreft echter geen onderscheid. Omdat het totaal aantal mensen dat mogelijk met watertekorten te maken krijgt in deze gedetailleerde analyse niet zo snel wordt onderschat is het resultaat dus een 'worst

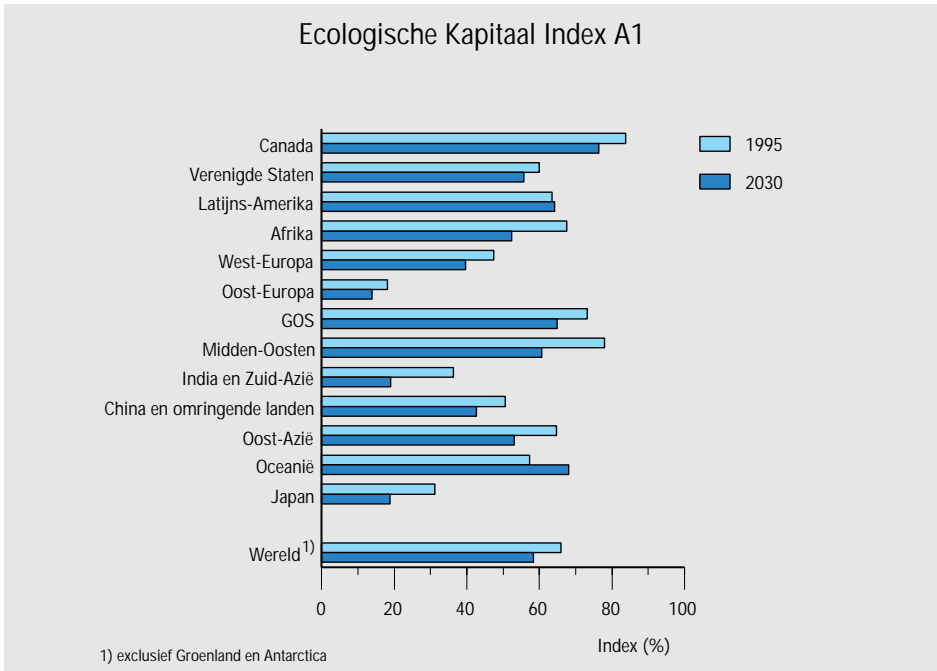
case'. Van de andere kant is het probleem van watertekorten mogelijk onderschat omdat weliswaar klimaatverandering in aanmerking is genomen, maar het nog niet mogelijk is de verandering van neerslagintensiteit hierin te betrekken.

### 3.4 Ontwikkeling van de biodiversiteit

Om de mondiale ontwikkelingen van de biodiversiteit op het land te schetsen is een schatting gemaakt op basis van de omvang van natuurlijke gebieden en de milieudruk. Hoe kleiner het natuurlijk areaal en hoe groter de druk daarop, hoe kleiner het *ecologisch kapitaal* (een maat voor de biodiversiteit). Het ecologisch kapitaal neemt tussen 1990 en 2030 verder af, van 65% van het oorspronkelijke niveau, dat wil zeggen een wereld met alleen natuurlijke ecosystemen) naar ongeveer 58%. Achter dit wereldgemiddelde gaan grote regionale verschillen schuil (*figuren 3.4.1 en 3.4.2*).

In delen van Afrika en Azië en in het Midden-Oosten vermindert de biodiversiteit met ongeveer een kwart tot bijna de helft, zowel door areaal- als door kwaliteitsverlies. In Afrika domineert het verlies aan areaal, in Azië en het Midden-Oosten het verlies aan kwaliteit. In Noord-Amerika daarentegen is het verlies minder dan 10% en in Australië is volgens het A1- en B2-scenario een toename te verwachten. Voor beide regio's geeft dit echter een geflatteerd beeld omdat daar een aanzienlijk areaal landbouwgebied uit productie wordt genomen. Daarvan zal in de eerste decennia de natuurkwaliteit zeer gering zijn. Dit is niet verdisconteerd in de berekening. Daardoor maskeert het wereldgemiddelde het grote verlies van de huidige natuur in de tropen en subtropen.



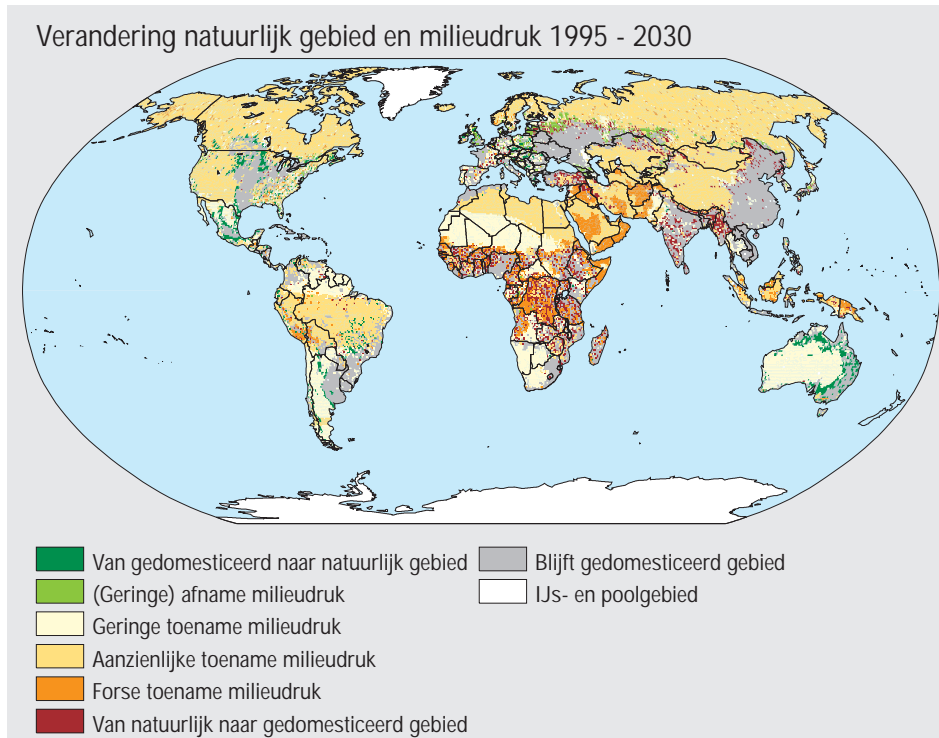


Figuur 3.4.1 Ontwikkeling Ecologisch Kapitaal Index volgens het A1-scenario (Bron: Brandes et al., 2000)

### Biodiversiteit en ecologisch kapitaal

In internationale verdragen wordt als indicator van de kwaliteit van de natuur overwegend de term *biodiversiteit* gebruikt. Een maat hiervoor is het *ecologisch kapitaal*. Hieronder wordt verstaan de gehele voorraad planten- en diersoorten, elk met zijn eigen aantal en verspreiding (abundantie) ten opzichte van een referentiebeeld. Het ecologisch kapitaal wordt bepaald als het product van het areaal natuur (kwantiteit) en haar natuurkwaliteit: Ecologisch Kapitaal Index = % kwantiteit x % kwaliteit. Bijvoorbeeld: als een land uit 50% natuurlijk gebied bestaat met een natuurkwaliteit van 50%, dan resteert een Ecologisch Kapitaal Index (EKI) van 25%. De Ecologisch Kapitaal Index is ontwikkeld voor UNEP en het *Biodiversiteitsverdrag* (UNEP, 1997). Toepassingen zijn beschikbaar in de eerste Global Environment Outlook (Bakkes en Van Woerden, 1997), in een studie voor de Europese Commissie (RIVM, EFTEC, NTUA & IIASA, 2000), voor de Environmental Outlook van de OESO (Ten Brink, 2000; WCMC, 2000) en de LeefOmgevingsBalans (RIVM, 1998a). In deze milieuverkenning is de Ecologisch Kapitaal Index benadering op verschillende wijzen toegepast op mondiale, Europese en nationale schaal.

Voor de **wereld** (dit hoofdstuk) is een schatting gemaakt van de veranderingen in de Ecologisch Kapitaal Index door te kijken naar de veranderingen in het natuurlijk areaal en in de milieudruk tussen 1990 en 2030. Milieudruk is gebruikt als een substituuat voor natuurkwaliteit, omdat een groot deel van de gegevens over het voorkomen van soorten ontbreken. Een viertal relevante en mondiaal berekenbare drukfactoren is gebruikt: temperatuurverandering, bevolkingsdichtheid, energiegebruik en houtkap. Klimaatverandering en houtkap hebben een directe invloed op biodiversiteit. Bevolking en energiegebruik hebben een indirecte invloed. Hoe hoger de bevolkingsdichtheid in en nabij natuurlijke gebieden, hoe hoger de druk is, via verstoring, micro-habitatverlies, versnippering, wateronttrekking en dergelijke. Hoe hoger het energiegebruik per oppervlakte-eenheid, hoe groter de milieudruk is verondersteld door verzuring, vermessing, zware metalen en troposferisch ozon. Voor een eerste globale schatting van de Ecologisch Kapitaal Index zijn de factoren geschaald (Bakkes & Van Woerden, 1997 en *tabel 3.4.1*). De analyse is ruimtelijk gedetailleerd uitgevoerd. Voor de wereld wordt gerekend



Figuur 3.4.2 Verandering natuurlijk gebied en milieudruk in de periode 1995-2030 volgens het A1-scenario (Bron: Brandes et al., 2000)

per gebiedje van 0,5 lengtegraad bij 0,5 breedtegraad, waarna de resultaten worden gecombineerd tot uitspraken per regio. De resultaten zijn een eerste poging om tot een globale effect-schatting te komen van de onderzochte scenario's. Hierbij is de vergelijking, zoals tussen heden en toekomst of tussen de scenario's, van groter belang dan de absolute waarden.

Voor **Europa** (zie hoofdstuk 4) is met deze benadering een beeld gegeven in functie van de verandering van het natuurlijk areaal en van zeven milieudrukfactoren in de periode 1990-2010 (RIVM, EFTEC, NTUA & IIASA, 2000). Het gaat om de milieudrukfactoren: klimaatverandering, verzuuring, vermesting, troposferisch ozon, versnippering, bevolkingsdichtheid en Bruto Nationaal Product/km<sup>2</sup>. De laatste twee zijn een substituuut voor allerlei andere vormen van milieudruk.

Voor **Nederland** (zie hoofdstuk 5) is de natuurkwaliteit wél rechtstreeks becijferd, aan de hand van tijdreeksen over het vóórkomen van soorten.

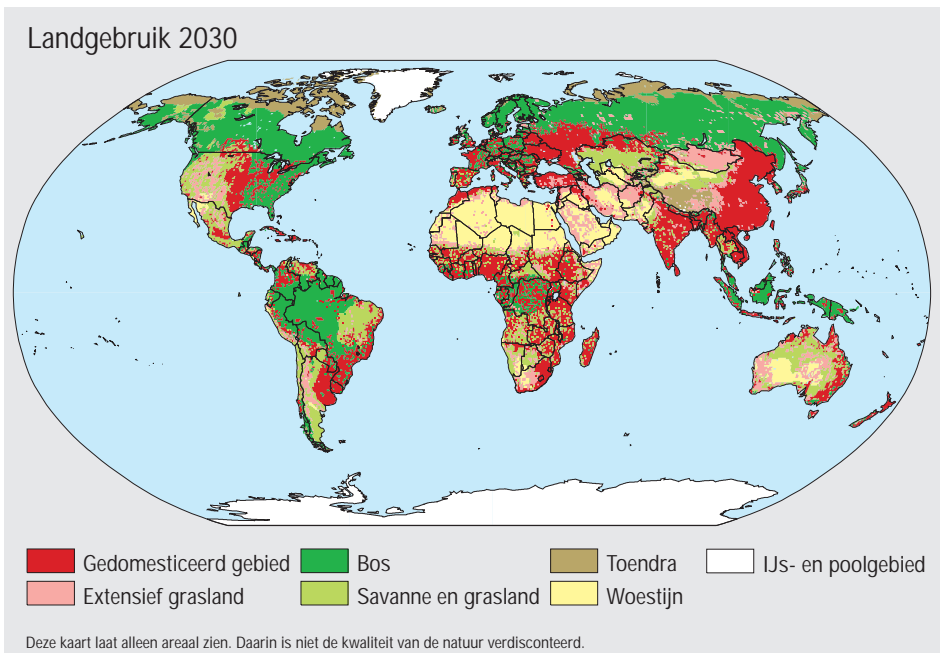
Dankzij de grote hoeveelheid waarnemingsresultaten in Nederland kennen we het statistische verband tussen vóórkomen van soorten, met name planten, en enkele milieukwaliteitsfactoren (zuurgraad, stikstofgehalte, grondwaterstand en zware metalen). Hierdoor is het mogelijk om in de verandering van de natuurkwaliteit het aandeel van deze milieufactoren weer te geven voor planten. Voor andere soortengroepen en andere milieukwaliteitsaspecten (klimaatverandering, geluid) is de kennis fragmentarischer, en zijn geen modellen beschikbaar. De kennis op deze gebieden is door deskundigen verzameld en verwerkt tot semi-kwantitatieve schattingen van het effect op de natuurkwaliteit nu en in de eenentwintigste eeuw. Voor Nederland wordt 1950 voor de natuurkwaliteit als vergelijkingsjaar gehanteerd (1950 = 100%), met het oog op de beschikbaarheid van gegevens.

Tabel 3.4.1 Drukfactoren voor mondiale terrestrische biodiversiteit

Milieudrukfactor	Ondergrens (grote kans op hoge natuurkwaliteit)	Bovengrens (kleine kans op hoge natuurkwaliteit)
1. Temperatuurverandering	< 0,2 °C toename in 20 jaar	> 2 °C toename in 20 jaar
2. Bevolkingsdichtheid	< 10 inwoners/km <sup>2</sup>	> 150 inwoners/km <sup>2</sup>
3. Energiegebruik	< 500 PJ per gebied van 1 bij 1 graad	> 1.000.000 PJ per gebied van 1 bij 1 graad
4. Houtkap	100 jaar geleden gekapt (maximale regeneratie)	0 jaar geleden gekapt (geen regeneratie)

De druk op het resterende natuurlijk areaal neemt in het A1- en B2-scenario in alle regio's verder toe. In Centraal-Azië verdubbelt de druk zelfs. Verder neemt in grote delen van de wereld de druk op biodiversiteit aanzienlijk toe (tussen 50 en 100% toename). Slechts in Australië en enkele delen van Zuid-Amerika neemt de druk beperkt toe (tot 50% toename). Van afname is eigenlijk alleen sprake in kleine gebiedjes in Europa (figuur 3.4.2).

In Azië en Afrika gaat het vooral om de bevolkingsdruk en klimaatverandering. In Oost- en West-Europa zijn de belangrijkste drukfactoren: klimaatverandering, bevolkingsdichtheid, energiegebruik en houtkap. Houtkap neemt toe in Oost-Azië. Weliswaar vermindert in het A1-scenario het gebruik van brandhout, maar dit weegt niet op tegen de toename van houtkap voor bouw, industrie en papierproductie. Ook in Latijns-Amerika neemt houtproductie toe: per hoofd een verdubbeling tussen 1995 en 2030. Productie

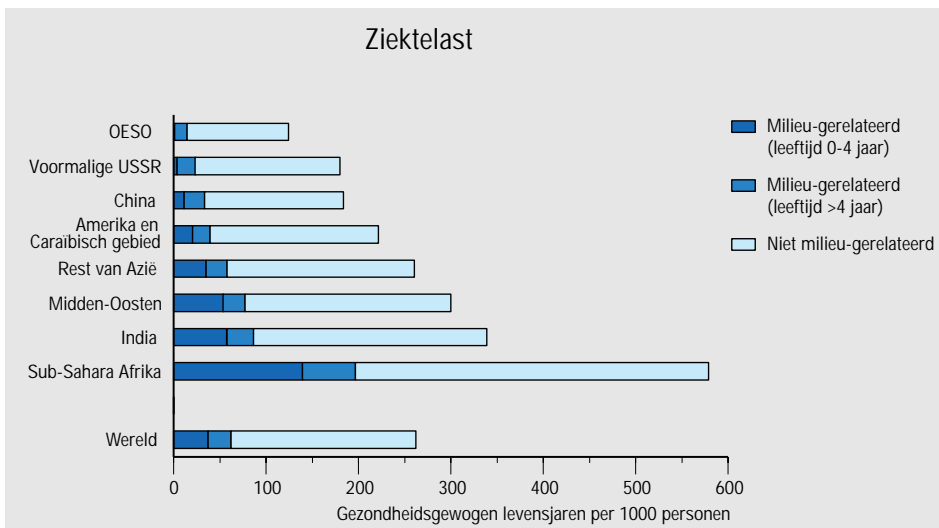


Figuur 3.4.3 Landgebruik in 2030 volgens het A1-scenario (Bron: Brandes et al., 2000)

voor de export is hierin inbegrepen. Het is te verwachten dat intensivering van de landbouwproductie (voor de meeste regio's een onderdeel van de scenario's) leidt tot verder biodiversiteitsverlies. Het ecologisch kapitaal dat overblijft zal anno 2030 vooral gelegen zijn in woestijnen, boreale bossen, toendra's en bergen in de gematigde en koude zones (figuur 3.4.3). In de soortenrijke ecosystemen in de tropen en subtropen zoals bossen en savannes neemt het aanmerkelijk af. Na 2030 zullen in het B2-scenario de natuurlijke arealen in Afrika, India en Zuid-Azië nog verder krimpen. In de laatstgenoemde regio is dit ook het geval in het A1-scenario (figuur 3.3.6). Onzekerheden in deze projecties liggen vooral in de scenario-aannamen over de mate waarin de landbouw in de verschillende regio's efficiënter zal worden in het gebruik van land.

### 3.5 Ontwikkeling van de volksgezondheid

In lage- en midden inkomenslanden zijn acute aandoeningen aan de luchtwegen en diarree (voornamelijk bij kinderen) nog steeds dominante oorzaken van sterfte (figuur 3.5.1). In rijke landen zijn chronische degeneratieve ziekten de belangrijkste oorzaak van sterfte. Deze verschillen in ziektepatronen komen tot uiting in de gemiddelde levensverwachting in landen met lage (51 jaar), midden (66 jaar) en hoge inkomens (77 jaar) (UNDP, 1999). In ontwikkelingsregio's als Sub-Sahara en India zijn milieu-gerelateerde factoren verantwoordelijk voor 30% van het gezondheidsverlies. Ze eisen met name hun tol onder kinderen jonger dan 4 jaar. In rijke landen zoals Nederland dragen milieufactoren slechts 2-5% bij aan het gezondheidsverlies. De betere volksgezondheid in rijke landen is gerelateerd aan de beschikbaarheid van veilig drinkwater en voedsel, riolering en sanitaire voorzieningen en grotere en betere behuizing. Een bijdrage hieraan wordt geleverd door een stelsel van voorschriften en regels ten aanzien van voedselkwaliteit, drinkwater, behuizing en leefomstandigheden.



Figuur 3.5.1 Ziektelast en een schatting van het aan milieumomstandigheden toe te schrijven deel, 1990 (Bewerkt door RIVM op basis van Smith, Corvalán en Kjellström, 1999)

# 4

## Milieu in Europa



De milieudruk blijft hoog. Natuur gaat verder achteruit.  
Luchtverontreiniging blijft in stedelijke gebieden schadelijk voor de  
gezondheid. Nederland moet zich flink inspannen om te voldoen  
aan de richtlijnen van de Europese Unie.

## 4.1 Inleiding

Voor de verkenning van de hardnekkigheid van milieuproblemen in Nederland is een beschouwing van de ontwikkeling van de milieukwaliteit in Europa noodzakelijk. Veel milieuproblemen hebben een Europese dimensie en vergen een inspanning van meerdere landen om tot een oplossing te komen (bijvoorbeeld ozon op leefniveau). Een deel van de problemen vereist afspraken op Europees niveau (regelgeving voor producten) en internationale sectorafspraken (EU-landbouwbeleid). Enkele lokale en regionale milieuproblemen in Nederland komen overeen met die in buurlanden (luchtkwaliteit in steden). In enkele gevallen, zoals de stikstofbelasting van de bodem, heeft Nederland vergeleken met andere Europese landen een opvallende positie.

Eén van de dominante ontwikkelingen in de komende decennia is de toename van het verkeer en vervoer. De verkeersvolumes nemen al jaren toe, vooral het wegverkeer en de luchtvaart. Voor de periode 1990-2010 wordt een toename van 25% van het autobezit en van 40% in het passagiersvervoer in de luchtvaart verwacht. Door afspraken over de ontwikkelingen van Trans Europese Netwerken (TENS), vastgelegd in het *Verdrag van Maastricht*, zal in de periode 2000-2005 veel geïnvesteerd worden in het verbeteren van de verbindingen tussen de EU15 en Midden- en Oost-Europa. Het gebruik van het openbaar vervoer is in Oost-Europa veel hoger dan in West-Europa. Waarschijnlijk zal dit door de toename van het autobezit in Oost-Europa in de toekomst afnemen.

### Nederlands transport is groot in tonnen maar klein in guldens.

Nederland vervoert zowel per inwoner als per eenheid Bruto Binnenlands Product meer dan de omringende landen, maar verdient relatief het minste aan de vervoerde tonnen. Als goederenstromen via Hamburg of Antwerpen vervoerd zouden worden zal de milieubelasting door het goederenvervoer in Nederland verminderen terwijl het Bruto Binnenlands Product minder dan evenredig zal afnemen. Als een kwart van de ijzerertsdoorvoer vanuit Rotterdam naar het Ruhrgebied in 2010 via Hamburg vervoerd zou worden, dan

zou de mondiale milieubelasting in termen van CO<sub>2</sub>-emissie toenemen met circa 0,2 Mton en de emissie van NO<sub>x</sub> met circa 1 kton. Dit is dan het gevolg van zowel het doorvaren naar Hamburg als het minder milieuvriendelijke vervoer per vrachtwagen in Duitsland in plaats van per binnenvaart in Nederland. Hierbij is verondersteld dat het vervoer over de weg plaatsvindt met de schoonste vrachtwagens in 2010. Vanuit mondiaal gezichtspunt is de doorvoer- en distributiefunctie van Nederland dus gunstig voor het milieu.

## 4.2 Europees milieubeleid

De ontwikkeling van het internationale milieubeleid volgt de lijn van de klassieke milieuthema's. Onderhandelingscircuits zijn opgebouwd rond thema's als verzuring, de aantasting van de ozonlaag, klimaatverandering en biodiversiteit. *Agenda 21* (UN, 1993) is opgesteld om samenhang aan te brengen. De onderhandelingen over luchtkwaliteit in Europa zijn verbreed door de introductie van kritische drempels voor deposities en blootstelling. In het *multi-pollutant - multi-effect protocol* (het Gothenburg Protocol van de conventie voor grensoverschrijdende luchtverontreiniging) wordt rekening gehouden met synergetische effecten tussen maatregelen. Bij problemen zoals de aantasting van de ozonlaag en Europese lucht- en waterkwaliteit is inmiddels vooruitgang

geboekt in het maken van internationale afspraken, die deels ook al effectief worden uitgevoerd. Voor relatief nieuwe problemen zoals klimaatverandering en aantasting van de biodiversiteit door landgebruikveranderingen is het beleid minder ver ontwikkeld.

In 1992 werd het EU-milieubeleid opgenomen in het vijfde milieuactieprogramma *Op weg naar duurzame ontwikkeling* (EC, 1992) dat mede geïnspireerd is op *Agenda 21* en waarin speciale aandacht wordt besteed aan de doelgroepen industrie, energie, transport, landbouw en toerisme. Het programma heeft een looptijd tot 2000 en zal waarschijnlijk door een zesde actieprogramma worden gevolgd.

Sindsdien zijn er nog twee belangrijke lijnen toegevoegd aan het Europees milieubeleid:

- In het *Verdrag van Amsterdam* (1997) is vastgelegd dat overwegingen van milieu en duurzame ontwikkeling in het beleid van de economische sectoren expliciet moet worden opgenomen. Tijdens een bijeenkomst van de Europese Raad te Cardiff (juni 1998) ondersteunden de regeringsleiders het principe dat bij belangrijke voorstellen van de Commissie een beoordeling van het milieueffect moet worden gevoegd. Dit proces wordt ondersteund door de indicatorrapporten van het Europees Milieu Agentschap (EEA, 2000a; EEA, 2000b).
- Een aantal Centraal- en Oost-Europese landen zal waarschijnlijk binnen enkele jaren tot de EU toetreden. De toetredende landen zullen daarbij de EU-regelgeving op milieugebied overnemen.

Het aantal milieuregelingen van de EU is in de afgelopen decennia sterk toegenomen. In de zeventiger jaren werden jaarlijks circa vijf milieuregelingen van kracht. Halverwege de jaren negentig was dit aantal opgelopen tot veertig per jaar. De mate van implementatie en effectiviteit van de regelingen is verschillend en vergt in toenemende mate een inspanning van de landen. Het aantal EU-regelingen zal naar verwachting niet verder toenemen, ondermeer omdat het vijfde milieuactieprogramma als impliciet doel heeft om het aantal regelingen te verminderen, bijvoorbeeld door het inzetten van andere instrumenten zoals convenanten en heffingen.

Financieel gezien zijn er geen bezwaren om EU-milieubeleid verder aan te scherpen; voor het merendeel van de milieuthema's zijn de baten meer dan twee maal zo hoog dan de kosten. Ook de macro-economische gevolgen zijn zeer beperkt. De gevolgen van de toetreding van een aantal Midden- en Oost-Europese landen tot de EU zijn in beginsel positief: het volledig invoeren van EU-milieuregelgeving in deze landen zal de milieutoestand in zowel die landen, maar ook in de huidige EU15 verbeteren. In sommige gevallen kan er echter sprake zijn van een verslechtering van de milieutoestand, bijvoorbeeld als EU-subsidieregelingen (zoals in de landbouw) onverkort van kracht worden in de toetredingslanden (RIVM, EFTEC, NTUA & IIASA, 2000).

Nederland liep in de zeventiger en tachtiger jaren voorop in de ontwikkeling van het milieubeleid ten opzichte van het merendeel van de EU-lidstaten. Op dit moment is het beeld anders. Nederland moet zich nu flink inspannen om te voldoen aan EU-richtlijnen en EU-afspraken (bijvoorbeeld de *kaderrichtlijnen lucht* en *water*, *nitraatrichtlijn* en

het *Kyoto Protocol*). Inmiddels wordt 70 tot 80% van de Nederlandse milieuwetgeving direct of indirect door de EU bepaald (VROMraad, 1999). Naar verwachting zal dit percentage in 2030 verder zijn toegenomen en zal het overgrote deel van het Nederlandse milieubeleid gerelateerd of afhankelijk zijn van hetgeen binnen de EU behandeld wordt.

## 4.3 Hardnekkige milieuproblemen

### 4.3.1 Inleiding

In alle scenario's neemt de welvaart in Europa de komende decennia verder toe. Dit betekent dat de milieuproblemen die direct voortvloeien uit de groei van de welvaart bij ongewijzigd beleid in principe een hardnekkig karakter hebben. Hardnekkige problemen in die zin zijn de klimaatproblematiek, grootschalige luchtverontreiniging, stikstof-toevoer naar ecosystemen, stedelijke milieuproblemen (met name geluidshinder en fijn stof) en verlies aan biodiversiteit.

### 4.3.2 Klimaatverandering

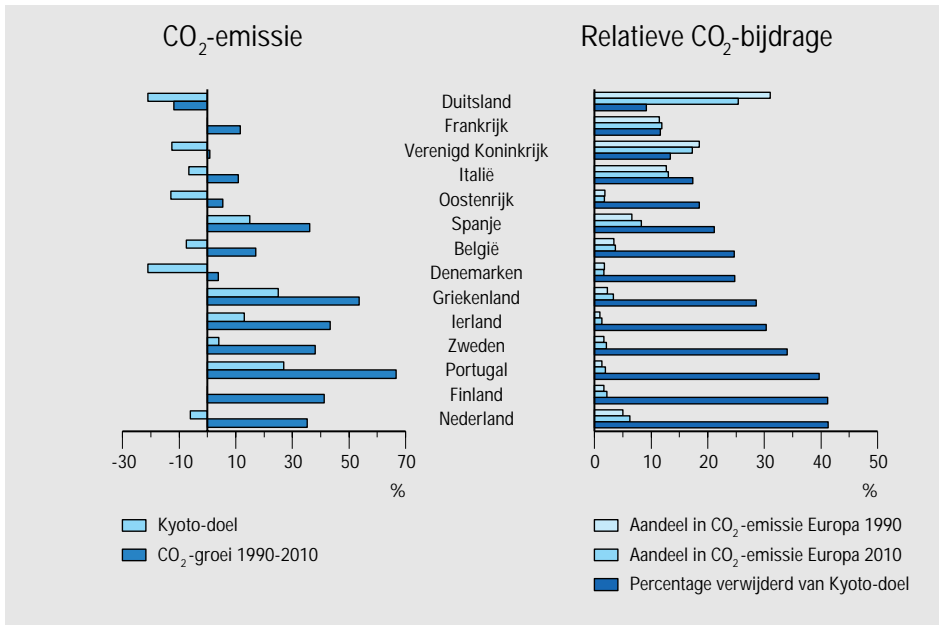
#### *Emissies*

Kooldioxide (CO<sub>2</sub>) heeft veruit het grootste aandeel in de broeikasgasemissies van de EU15. Prognoses laten een lichte daling zien voor methaan (CH<sub>4</sub>) en een stijging van lachgas (N<sub>2</sub>O) en de fluorverbindingen. De ontwikkeling van de Europese CO<sub>2</sub>-emissies is met verschillende scenario's berekend. Het niveau van de CO<sub>2</sub>-emissie in 2020 ligt tussen de 13 en 18% hoger dan in 1990. Voor 2010 is dit 8-12% hoger. Deze prognoses zijn exclusief de nationale beleidsreacties op het Kyoto Protocol. De Kyoto-doelstelling voor de EU15 is 8% minder CO<sub>2</sub>-emissie ten opzichte van 1990. In Nederland is de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid (Ministerie van VROM, 1999b) opgesteld om de bijdrage van Nederland vast te stellen (zie *paragraaf 5.2*).

Uiteraard verschilt de ontwikkeling van CO<sub>2</sub>-emissie per EU-land. Ook de Kyoto-reductiedoelen voor 2010, die de Europese landen zijn opgelegd via de *burden sharing agreement* zijn voor ieder land anders (*figuur 4.3.1*). Nederland heeft samen met Finland de grootste kloof te overbruggen voor de Kyoto-doelstelling, op de voet gevolgd door Portugal en Zweden. De verschillen tussen de EU15-landen zijn groot: de afstand tussen de geprognosticeerde emissie in 2010 en het Kyoto-doel varieert van 9% (Duitsland) tot 40% (Nederland). De relatieve bijdrage van de verschillende landen aan de totale CO<sub>2</sub>-emissie van de EU verschuift tussen 1990 en 2010. De relatieve bijdrage van Nederland, bij ongewijzigd beleid, wordt groter: 6,3% in 2010 tegen 5% in 1990.

Het verschil in inspanning per land zou kunnen worden verminderd via emissiehandel tussen de EU15-landen, maar ook via emissiehandel buiten de EU. Er zijn grote kostenverschillen tussen de EU-landen voor het reduceren van emissies van broeikasgassen. De marginale kosten per eenheid emissiereductie zijn in Nederland het hoogst, op grote





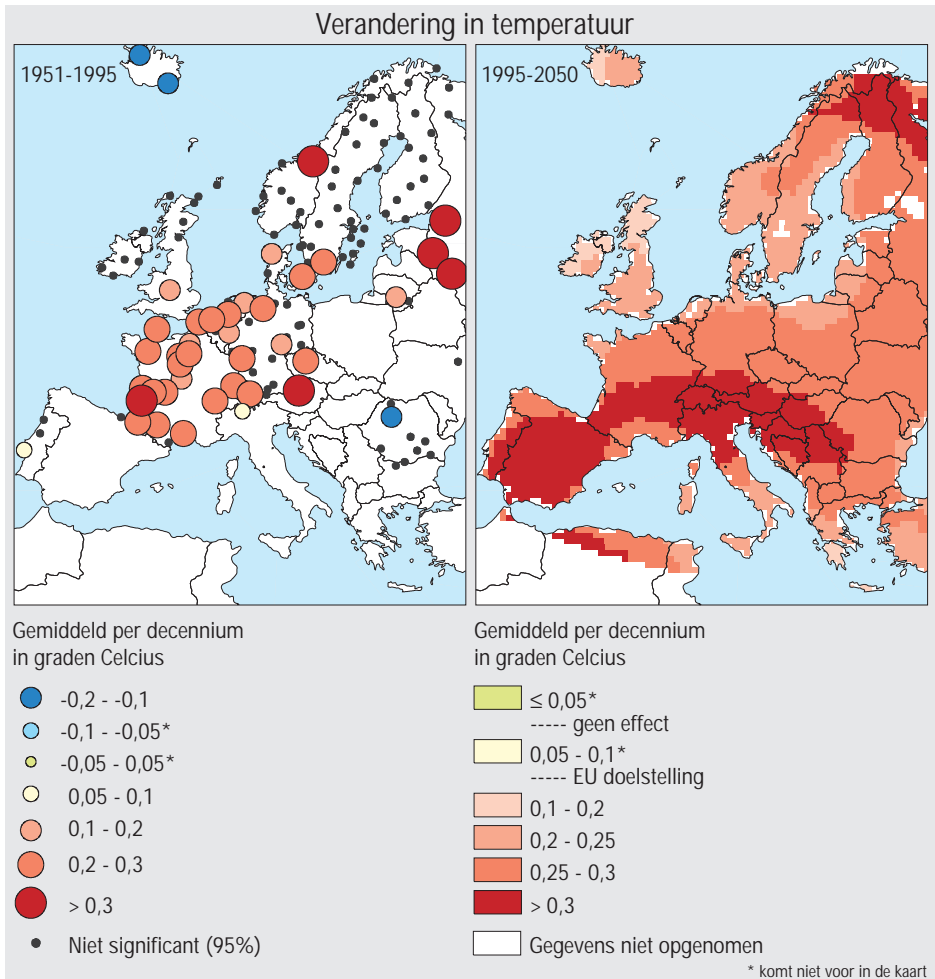
Figuur 4.3.1 Emissietoename CO<sub>2</sub> tussen 1990 en 2010, het Kyoto-doel en de mate waarin het land in 2010 verwijderd is van deze doelstelling (voor Nederland exclusief de voorziene maatregelen in de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid) en de relatieve bijdrage van de landen aan de totale CO<sub>2</sub>-emissie van de EU (Bron: RIVM, EFTEC, NTUA & IIASA, 2000)

afstand gevolgd door België en Zweden. De grote EU-landen (Duitsland, Frankrijk, Groot-Brittannië en Spanje) hebben relatief lage marginale kosten om de Kyoto-doelen te realiseren (RIVM, EFTEC, NTUA & IIASA, 2000).

**Temperatuur**

De gemiddelde jaartemperatuur in De Bilt lag de afgelopen twee decennia ongeveer 0,7°C hoger dan de eerste twintig jaar van de twintigste eeuw. Andere Noordwest-Europese stations laten een vergelijkbare trend zien. In de periode 1951-1995 is op een deel van de Europese stations een significante stijging in de jaargemiddelde temperatuur gemeten die groter is dan 0,1°C per decennium. In de periode 1995-2050 zal naar verwachting in geheel Europa de jaargemiddelde temperatuur met meer dan 0,1°C per decennium stijgen (figuur 4.3.2).

De waargenomen veranderingen in temperatuur (en ook neerslag) zijn voor een deel te verklaren door een aanhoudend verhoogde aanvoer van relatief warme lucht vanaf de Atlantische Oceaan. Dit is waarschijnlijk een natuurlijke variatie, al kan niet worden uitgesloten, en sommige modellen geven dit ook aan, dat het versterkte broeikas effect bijgedragen heeft aan de veranderde luchtstroming. Mocht dat het geval zijn dan zou het in Nederland op langere termijn vooral in de winter warmer kunnen worden.



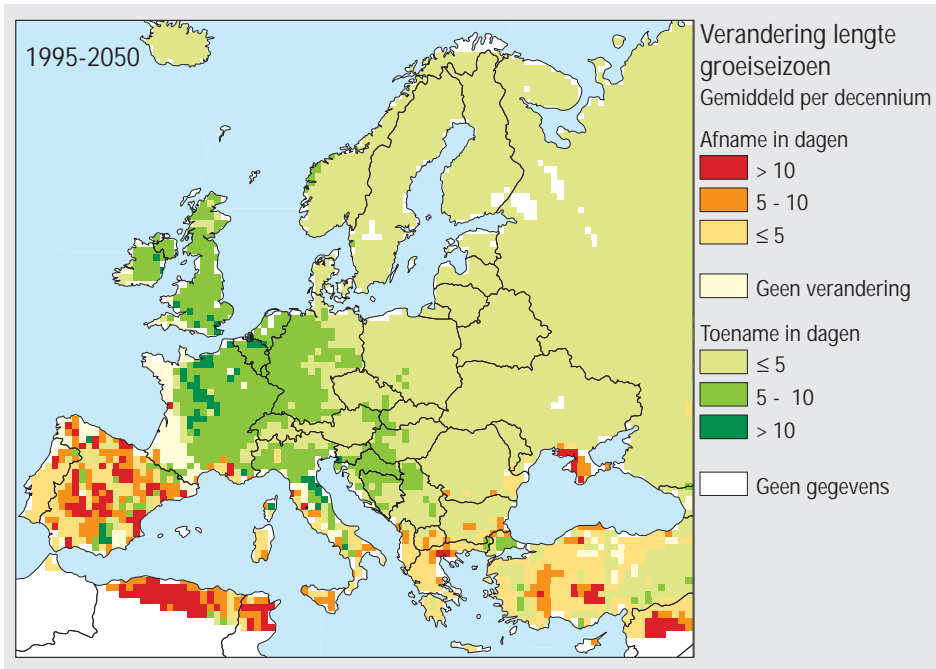
*Figuur 4.3.2 Verandering in temperatuur op weerstations in Europa, periode 1951-1995 (Bron: KNMI, 1999) en verandering gemiddelde temperatuur 1995-2050 (Bron: Brandes et al., 2000)*

### **Groeiseizoen**

De lengte van het groeiseizoen laat op veel weerstations in Europa een gestage stijging zien, vergelijkbaar met de stijging in Nederland. In de periode 1995-2050 zal het groeiseizoen naar verwachting verder toenemen in grote delen van Europa. Het groeiseizoen in Zuid-Europa en delen van Frankrijk wordt korter, door vermindering van neerslag en toename van de verdamping (figuur 4.3.3).

### **Zeespiegelstijging**

De gemiddelde zeespiegel voor de Nederlandse kust is de afgelopen eeuw ongeveer 20 cm gestegen (variërend van 11 tot 22 cm/eeuw over de waarnemingsstations; figuur 4.3.4). Er lijkt voorsnog geen sprake te zijn van een versnelling in de stijging van de zeespiegel als gevolg van een versterkt broeikaseffect. Naar verwachting zal dit effect



Figuur 4.3.3 Verandering in groeiseizoen 1995-2050 (Bron: Brandes et al., 2000)

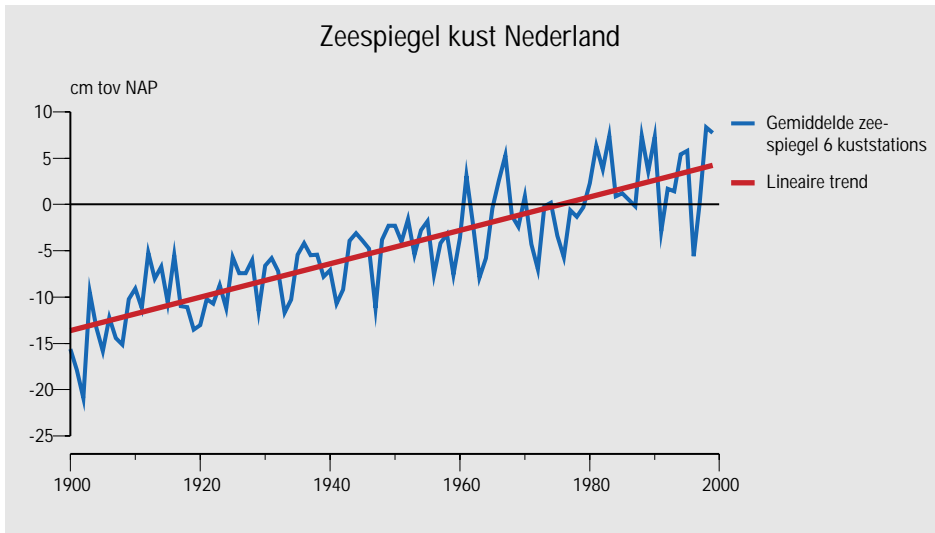
pas in de tweede helft van de eenentwintigste eeuw optreden. De zeespiegelstijging is van belang voor de veiligheid in verband met overstroming. Bovendien dringt het zoute zeewater verder landinwaarts. Jaarlijkse verschillen worden veroorzaakt door verschillen in windklimaat, luchtdruk, watertemperatuur en zoutgehalte (invloed rivieruitstroom) (zie voor de Nederlandse situatie *paragraaf 5.2*).

De waargenomen stijging is relatief omdat deze wordt bepaald ten opzichte van het Nieuw Amsterdams Peil (NAP), het nationale referentievlak voor de hoogteligging. Het is niet duidelijk in hoeverre de gemiddelde zeespiegel stijgt of het NAP-vlak daalt. Verschillende processen doen de gemiddelde zeespiegel veranderen, zoals ondermeer het afsmelten van landijsmassa's en uitzetting van water bij stijgende watertemperatuur. Ook op het land treden veranderingen op. Zo wordt in Scandinavië een relatieve zeespiegeldaling gemeten omdat het land daar nog steeds stijgt door het terugveren na het gewicht van de ijskap van de laatste ijstijd. Nederland daalt daardoor.

### 4.3.3 Grootschalige luchtverontreiniging

#### **Verzurende stoffen**

Sinds enkele decennia worden in Europa afspraken gemaakt over emissiereducties voor verzurende stoffen. Halverwege de zeventiger jaren werd de grootste  $\text{SO}_2$ -emissie van bijna 1800 miljard zuurequivalenten bereikt (*figuur 4.3.5*). Sindsdien zijn de emissies



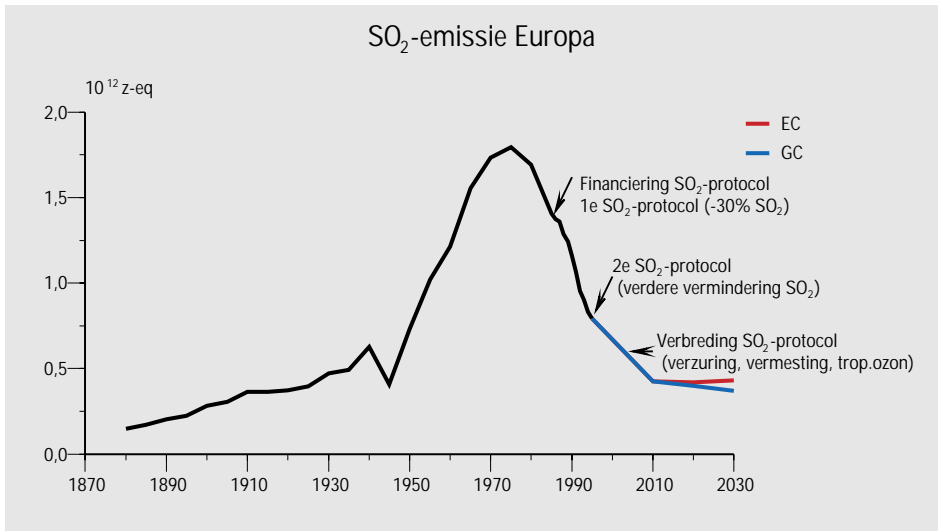
Figuur 4.3.4 Trend 1900-2000 in de zeespiegel voor de kust van Nederland (Bron: RIKZ, 2000)

met bijna een factor 3 gedaald, ondermeer door succesvolle afspraken tussen de Europese landen. In het *tweede SO<sub>2</sub>-protocol* (1994) is voor het eerst een effectgerichte benadering gevolgd. Dit protocol heeft als doel dat in 90% van de Europese natuurgebieden de kritische waarde niet meer wordt overschreden. Volgens afspraak moet de Europese SO<sub>2</sub>-emissie hiervoor in 2010 meer dan 60% lager liggen dan het niveau in 1980. In december 1999 is in Gothenburg het meest recente protocol ondertekend door 28 landen. Dit protocol heeft als uitgangspunt de bescherming van ecosystemen en de volksgezondheid en richt zich op een simultane kosten-effectieve vermindering van verzuring, vermisting en vorming van troposferisch ozon. De afgesproken emissiereductie voor SO<sub>2</sub> is hierbij opgevoerd tot 74% reductie in Europa in 2010 ten opzichte van het niveau in 1980. De door Nederland in dit kader toegezegde reductie bedraagt 90%.

Als het *Gothenburg protocol* volledig wordt uitgevoerd, zal de situatie in 2010 sterk verbeterd zijn. De omvang van de gebieden waar de verzuringsdoelstellingen overschreden worden daalt dan van 930.000 km<sup>2</sup> (16% van de natuurgebieden) in 1990 naar 150.000 km<sup>2</sup> (2,6% van de natuurgebieden) in 2010. Voor de stikstofdepositie is de situatie wat minder gunstig. In 2010 is het areaal onbeschermd natuure nog 1,1 miljoen km<sup>2</sup> (20%). In 1990 was dit 1,7 miljoen km<sup>2</sup> (30%). Vrijwel volledige bescherming tegen zure depositie vergt een extra emissiereductie op Europese schaal van bijna 70% vergeleken met het *Gothenburg protocol*. Met een dergelijke reductie (gebaseerd op het maximaal aanwezig technisch potentieel voor reducties) is nog ruim 6% van de natuurgebieden niet beschermd tegen een overmaat aan stikstofdepositie.

### **Verzurende emissie en milieugebruiksruimte**

Welk beslag leggen verzurende emissies in Europa op de milieugebruiksruimte? Als de verzurende stoffen over heel Europa konden worden uitgesmeerd zouden de kritische

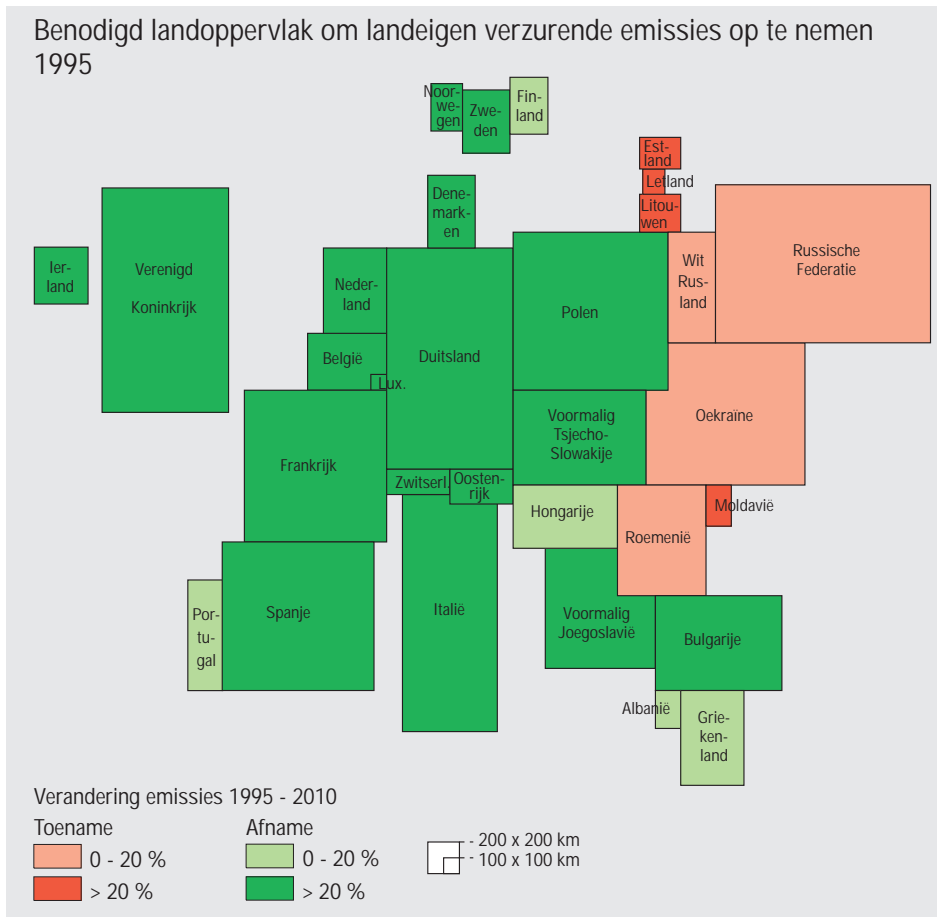


Figuur 4.3.5 SO<sub>2</sub>-emissies in Europa ten westen van de Oeral (Bron: UN/ECE, 1999b)

grenzen voor natuurgebieden niet worden overschreden. De Europese emissies komen gemiddeld tot 45% van de depositienorm (exclusief Rusland). Er zijn echter grote verschillen tussen de Europese landen (figuur 4.3.6). Nederland heeft ruim vijfmaal het Nederlandse landoppervlak nodig om alle verzurende emissies zonder schade op te kunnen nemen. In 2010 is dit met ongeveer 35% afgenomen (EU15 gemiddeld -42%). Voor de beschouwde landen tezamen, inclusief de Russische Federatie ten westen van de Oeral, neemt het benodigde landoppervlak tussen 1995 en 2010 met 8% af.

### Smogvorming

De fotochemische smogdeken die in de zomer boven het Europese continent wordt gevormd uit vluchtige organische stoffen (VOS) en stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>) stelt mensen, natuur, landbouwgewassen en materialen in vrijwel geheel Europa bloot aan hoge troposferische ozonconcentraties. De kritische waarde waarboven oogstreducties van 5% en meer optreden wordt in de jaren negentig in driekwart van continentaal Europa overschreden. Naar schatting vindt slechts op 7% van het Europese continent onder de huidige omstandigheden geen overschrijding plaats van de drempelwaarden voor gezondheid. Onder de vigerende VOS- en NO<sub>x</sub>-protocollen zal de situatie in 2010 verbeterd zijn. Het aantal dagen met zomersmog zal dan waarschijnlijk met meer dan 50% ten opzichte van 1990 zijn afgenomen. De door de Europese Commissie in navolging van de WHO voorgestelde lange termijn streefwaarde (geen overschrijding van 8 uursgemiddelde concentratie troposferische ozon van 120 µg/m<sup>3</sup>) wordt desondanks ook in de komende 30 jaar niet gehaald (figuur 4.3.7). Bij de bescherming van bossen wordt daarentegen een relatief grote vooruitgang geboekt. De concentraties troposferisch ozon worden in Nederland en Europa pas significant verminderd als de eerder afgesproken emissiereducties verdubbeld worden.



Figuur 4.3.6 Milieubeslag door verzurende emissies in 1995 (Bron: Eerens et al., 2000)

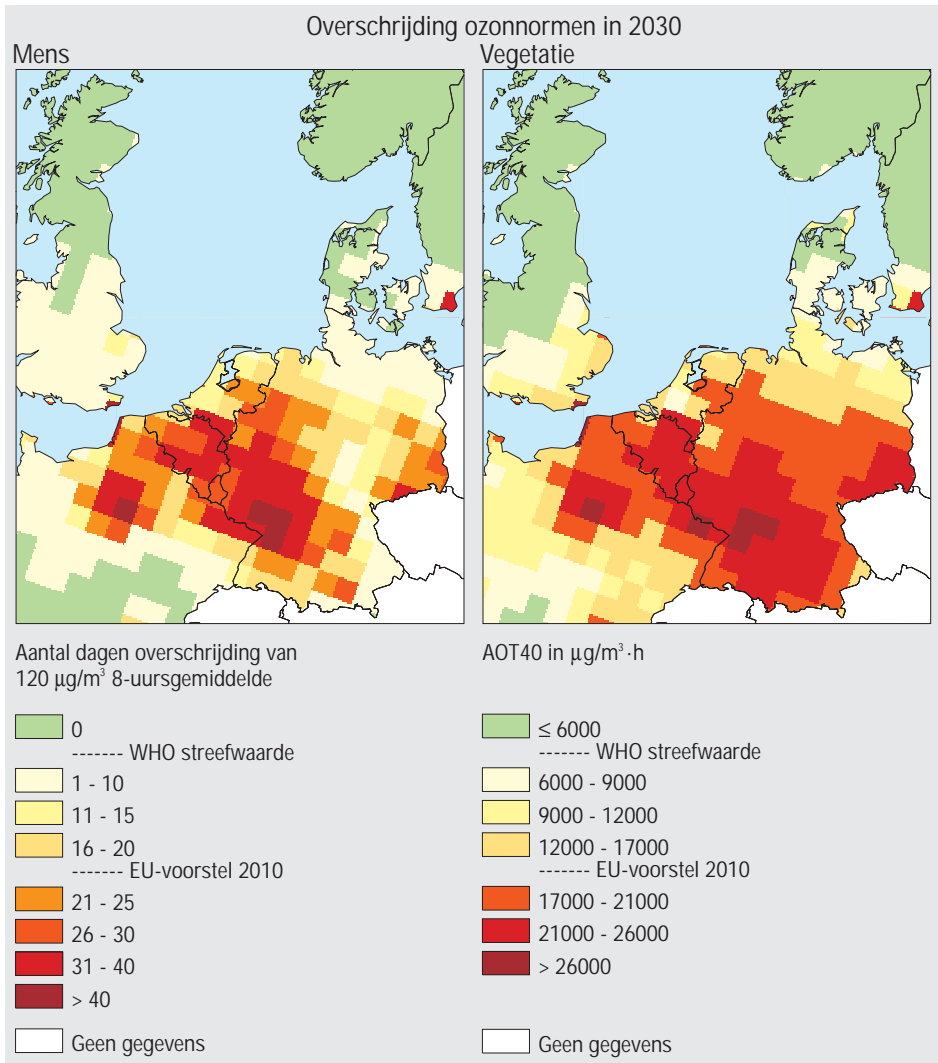
### Fijn stof

De Europese Unie heeft sinds 1999 een luchtkwaliteitsrichtlijn voor fijn stof. De jaargemiddelde concentratie van  $PM_{10}$  (deeltjes kleiner dan  $10\mu m$ ) dient in 2005 onder  $40\mu g/m^3$  uit te komen. Indicatief is gesteld dat in 2010 de jaargemiddelde concentraties onder de  $20\mu g/m^3$  uit moeten komen. Voor kortdurende blootstelling is een maximum daggemiddelde van  $50\mu g/m^3$  vastgesteld. Vanaf 2005 mag deze niet meer dan 35 dagen per jaar worden overschreden en vanaf 2010 niet vaker dan 7 dagen per jaar. Nu wor-

den ongeveer 170 miljoen mensen in de EU15 ieder jaar blootgesteld aan jaargemiddelde concentraties van meer dan  $40\mu g/m^3$ . De belangrijkste bronnen van fijn stof zijn centrales, industrie en verkeer. Ook een rol spelen  $SO_2$ ,  $NO_x$ , VOS en  $NH_3$  en er zijn natuurlijke bronnen zoals zeezout en bodemstof. Op Europese schaal bestaat nog geen volledig kwantitatief beeld van de bijdrage van diverse bronnen en processen in de fijn stof problematiek.

### Zware metalen en persistente organische verbindingen

Grootschalige luchtverontreiniging betreft ook zware metalen en persistente organische verbindingen. Deze stoffen kunnen zich in het milieu ophopen en kunnen leiden tot steeds hogere concentraties in de voedselketen. Naast regelgeving gericht op toelating



Figuur 4.3.7 Overschrijding ozonnormen (Bron: Eerens et al., 2000)

van nieuwe stoffen wordt voor een aantal stoffen beleid gevoerd via afspraken over nationale emissietaakstellingen en over emissienormen voor afzonderlijke bronnen (afvalverbranding en grote stookinstallaties) en via kwaliteitseisen voor brandstoffen (lood in benzine). Terwijl de risico's verbonden aan de introductie van nieuwe stoffen veelal kunnen worden vermeden met bestaande EU-regelgeving is weinig bekend over emissies, transport en effecten op mens en milieu van de duizenden bestaande stoffen. Realisatie van de Europese klimaat- en verzurings-emissiedoelstellingen levert overigens belangrijke 'meelift'-effecten op in de emissiereducties van de zware metalen en persistente organische verbindingen (tabel 4.3.1).

Tabel 4.3.1 Emissies van fijn stof, zware metalen en persistente organische verbindingen bij vastgesteld Europees beleid (Bron: RIVM, EFTEC, NTUA & IIASA, 2000).

		1990		2010		Verandering t.o.v 1990	
				meelift-effecten		meelift-effecten	
				exclusief	inclusief	exclusief	inclusief
PM <sub>10</sub>	<i>kton</i>	2624	1583	1088	-40%	-59%	
Cadmium	<i>ton</i>	197	206	175	5%	-11%	
Koper		1451	1459	1287	1%	-11%	
Lood		16374	6626	5898	-60%	-64%	
Kwik		247	226	195	-9%	-21%	
PAK (Bornleff 6)		5561	5863	4788	5%	-14%	
Dioxinen/furanen	<i>gram toxiciteitsequivalenten</i>	6020	4181	3033	-31%	-50%	

Het totale pesticidengebruik in massa-eenheden in de EU is afgenomen in de afgelopen twintig jaar. Echter, pesticidengebruik in termen van massa-eenheden reflecteert niet noodzakelijkerwijs milieudruk, aangezien meer actieve en specifieke stoffen ontwikkeld worden en op de markt komen (RIVM, EFTEC, NTUA & IIASA, 2000; EEA, 1999).

De concentraties van metalen in de lucht in de EU15 zijn lager dan de richtlijnen van de Wereldgezondheidsorganisatie. Voor de depositie van zware metalen en persistente organische verbindingen op ecosystemen bestaan geen wettelijke normen. In de EU15 zullen in 2010 geen overschrijdingen optreden van de *indicatieve* kritische depositie-niveau's voor bosbodems voor cadmium en koper (De Vries en Bakker, 1998). Voor lood daarentegen geldt dat overschrijdingen van kritische niveau's in 2010 nog steeds zullen voorkomen in grote delen van de EU15. De berekening van de kritische waarden voor metalen staat nog steeds internationaal ter discussie.

#### 4.3.4 De kwaliteit van het oppervlaktewater

Hoge concentraties van stikstof en fosfor in het oppervlaktewater zorgen al sinds de vijftiger jaren voor excessieve algengroei in de Europese wateren. Ook in 2030 zal dit probleem nog steeds bestaan. In de EU15 is de landbouw de belangrijkste bron van stikstofbelasting. Ondanks de groei van bevolking en welvaart neemt de belasting overall in Europa af. Introductie van fosfaatvrije wasmiddelen vermindert de fosfaatbelasting. Aanleg van extra riolering, bijvoorbeeld in Midden- en Oost-Europese landen, maakt intensivering van afvalwaterzuivering noodzakelijk want zonder zuivering zal extra riolering tot een grotere belasting van het oppervlaktewater leiden.



De volgende drie EU-richtlijnen zijn gericht op de verbetering van de kwaliteit van het oppervlaktewater in de komende 10 jaar:

- De uitvoering van de *richtlijn behandeling van stedelijk afvalwater* zal tot gevolg hebben dat 95% van de bevolking in stedelijke gebieden binnen de EU in 2010 is aangesloten op riolering en dat de behandeling van het afvalwater verder zal toenemen. Dit zal de belasting van het milieu door organische stoffen en nutriënten doen afnemen.
- De *nitraat richtlijn* schrijft onder andere voor dat niet meer dierlijke mest mag worden verspreid dan het equivalent van 170 kg stikstof per hectare in door landen aangewezen gevoelige gebieden.
- De *kaderrichtlijn water*. Deze beoogt ondermeer het beschermen en verbeteren van aquatische ecosystemen.

#### EU Kaderrichtlijn Water

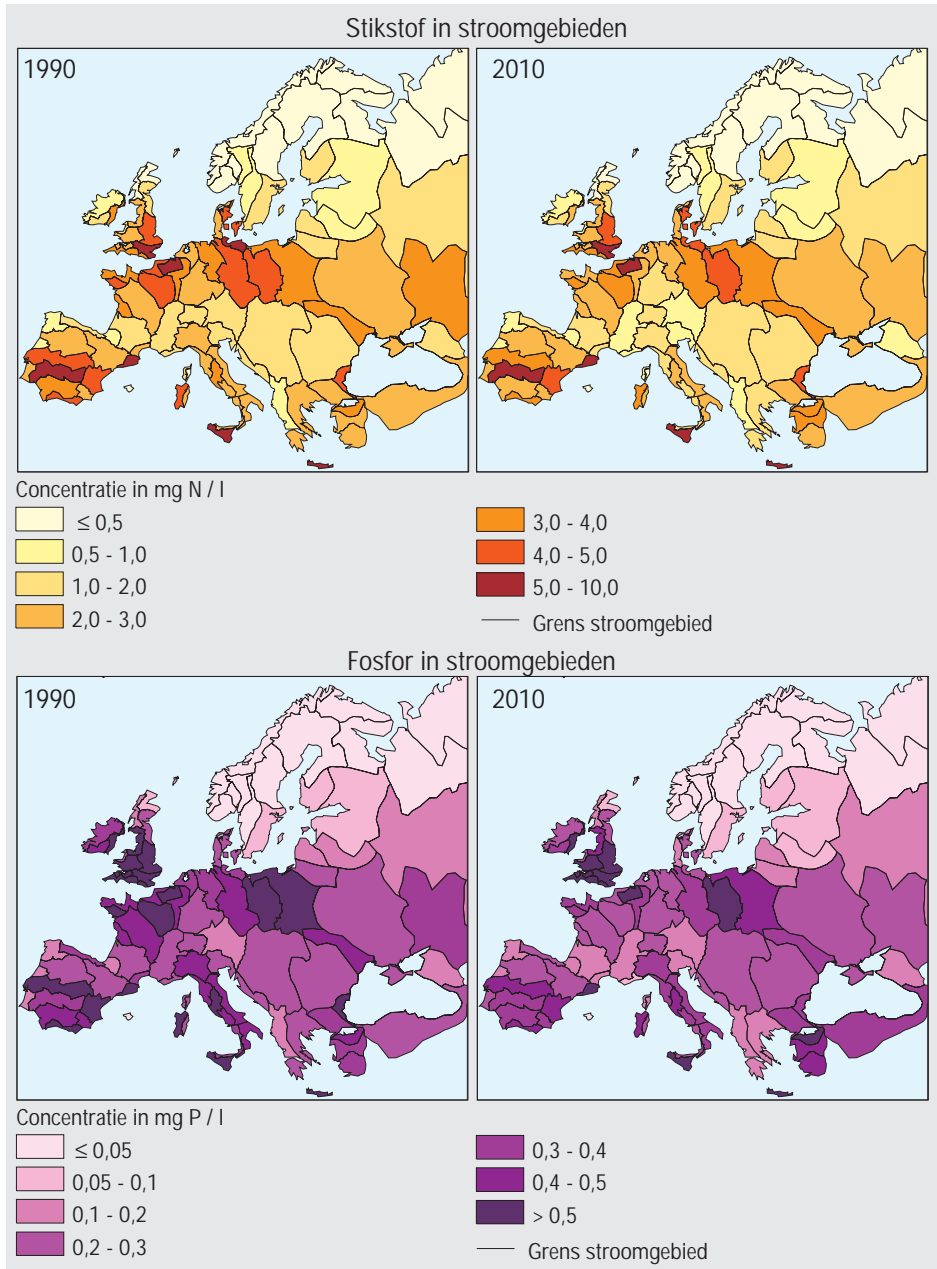
In de toekomst zal de *kaderrichtlijn water* een dominante rol spelen in het waterbeheer in de Europese Unie. De kaderrichtlijn beoogt het beschermen en verbeteren van aquatische ecosystemen, het bevorderen van duurzaam watergebruik en het afzwakken van de gevolgen van overstromingen en droogtes. Uitgaande van stroomgebieden moet een *goede toestand van het water* vastgesteld worden. Voor grondwater een goede chemische en kwantitatieve toestand, en voor oppervlaktewater een goede ecologische en chemische toestand (rivieren, meren, overgangswateren, kustwateren). Voor sterk veranderde waterlichamen dient het maximaal haalbare ecologisch potentieel vastgesteld te worden. De goede ecologische toestand wordt gedefinieerd als *de waarden van de biologische kwaliteitselementen die een geringe mate van verstoring vertonen ten*

*gevolge van menselijke activiteiten en slechts licht afwijken van wat normaal is voor het type oppervlaktewater in onverstoorde staat.* Onder kwaliteitselementen voor oppervlaktewateren verstaat men onder andere: fytoplankton, macrofyten, macrofauna, vis, hydromorfologie, en fysische-chemische eigenschappen. Daarnaast moeten er plannen geformuleerd worden met maatregelen om de gestelde doelen te bereiken. De lidstaten moeten beoordelingssystemen ontwikkelen om de weg naar de goede toestand te volgen, en moeten monitoringsresultaten rapporteren aan de EU. De EU heeft een traject voorgesteld in verschillende fasen vanaf de vaststelling van de richtlijn in 2000 tot aan het bereiken van de goede ecologische toestand van alle wateren in 2016-2034. Gedifferentieerde normstelling voor gebiedseigen stoffen past goed in de richtlijn.

De verwachting is dat, mede door uitvoering van deze richtlijnen, de concentraties van stikstof en fosfor in rivieren overal in Europa zullen afnemen in de periode 1990-2010 (*figuur 4.3.8*). Deze afname wordt gerealiseerd ondanks de groei van de bevolking. De kustzeeën met een goede uitwisseling met het nutriënten-arm oceaانwater zoals de Noordzee zijn minder kwetsbaar. Maar ook hier hebben zich gevallen van extreme algengroei voorgedaan. De Oostzee en de Zwarte Zee zijn, door hun geringe uitwisseling met voedselarm water, het meest kwetsbaar voor een toename in de nutriëntenbelasting. Het uitvoeren van de *richtlijn behandeling van stedelijk afvalwater* en de *nitraat richtlijn* zal naar verwachting de toename in de belasting van de Europese kustwateren wel tot stilstand brengen en mogelijk voor fosfor tot een afname leiden.

### 4.3.5 Geluid

Het toekomstig geluidbeleid van de EU wordt gebaseerd op richtlijnen voor geluidbelasting en geluidemissies die in samenhang met elkaar, volgens een kaderrichtlijn, ont-



*Figuur 4.3.8 Stikstof en fosfor concentraties in 1990 en 2010 in riviermonden voor het EU-baseline scenario (Bron: RIVM, EFTEC, NTUA & IIASA, 2000)*

wikkeld worden. Inmiddels is een voorstel gedaan voor een nieuwe, uniforme Europese dosismaat. In de zomer van 2000 wordt hiervoor vanuit de Europese Commissie een ontwerprichtlijn verwacht. Deze zal in 2002 in werking treden. Voorts wordt tussen nationale overheden overleg gevoerd over het te gebruiken rekenmodel waarmee de

geluidbelasting kan worden berekend. Hierbij blijft de normstelling en de handhaving een verantwoordelijkheid van de nationale overheden.

De verscherping sinds 1970 van EU-geluidemissie-eisen voor voertuigen met meer dan 85% heeft niet het gewenste effect gehad op de geluidbelasting in Europa. Door een relatief stringent geluidbeleid is het aantal inwoners in Nederland die worden blootgesteld aan meer dan 65 dB(A) door wegverkeer, kleiner dan in de omliggende landen (met name België, Duitsland, Engeland, Denemarken; EEA, 1999; RIVM, 1998b). In de meeste Europese steden is de beleidslijn het doorgaande verkeer om de steden heen te leiden en gebruik te maken van geluidbeperkende maatregelen zoals geluidschermen. Efficiënte toepassing van geluidmaatregelen wordt echter bemoeilijkt door een gebrek, op EU-niveau, aan geharmoniseerde geluidmaten, meet- en berekeningsmethoden en testmethoden van voertuigen, banden en wegdek.

In 2010 zal de geluidbelasting vlakbij de grote Europese verkeersaders toegenomen zijn door de groei van met name het vrachtverkeer. De blootstelling aan verkeerslawaai zal nauwelijks afnemen. Het effect van de afname van geluidemissies van motoren verdwijnt door overheersing van het bandenlawaai (EEA, 1999). In Oost-Europa zal verkeerslawaai toenemen door de groei van het wegverkeer en een verminderd gebruik van het openbaar vervoer.

In Europa is het passagiers- en vrachtvervoer via de luchtvaart het afgelopen decennium gemiddeld met circa 5% per jaar toegenomen. Het vervoer van en naar Schiphol is nog sterker gegroeid (gemiddeld 8% per jaar). De geluidbelasting rond de grote Europese luchthavens zal tot 2010 niet evenredig met de groei van het vliegverkeer toenemen, onder meer door de geleidelijke vervanging van lawaaiige vliegtuigen en optimalisering van vluchtroutes. Bij de luchthavens Charles de Gaulle (Parijs) en Schiphol wordt een extra baan aangelegd. Hiermee kunnen dichtbevolkte gebieden nabij de luchthavens worden ontzien. Bij de verwachte sterke groei van de luchtvaart zal de geluidbelasting van een groter gebied rondom deze luchthavens echter niet verminderen.

#### Europese luchthavens en luchtvaartbeleid

Door het gebruik van verschillende methodieken en geluidmaten is een vergelijking van de geluidbelasting rond Europese luchthavens vrijwel onmogelijk. Gelet op de ligging van de luchthavens en de oriëntatie van de banen ten opzichte van de agglomeraties in de directe nabijheid mag verwacht worden dat een relatief groot aantal omwonenden van Londen-Heathrow, Parijs-Orly en Brussel-Zaventem is blootgesteld aan hoge niveaus van vliegtuiglawaai. Voor Stockholm-Arlanda, Londen-Gatwick en München-Strauss geldt waarschijnlijk dat de blootstelling lager is dan gemiddeld. Vanwege het afwijkende banenstelsel is moeilijk te schatten hoe Schiphol in dit lijstje scoort. Het aantal inwoners blootgesteld aan geluidniveaus van meer dan 55 dB(A) is rond

Schiphol waarschijnlijk kleiner dan bij Heathrow en Hamburg. Vanwege de bouwbeperkingen binnen de zone is het aantal mensen dat is blootgesteld aan een hoge geluidbelasting relatief laag. Op Europees niveau is in 1979 vastgesteld dat vliegtuigen met een geluidemissie boven de wereldwijd afgesproken certificeringswaarden de Europese luchthavens vanaf 2002 niet meer mogen aandoen. Vliegtuigen die de afgelopen jaren zijn geïntroduceerd hebben een geluidemissie die ruim ligt onder deze certificeringswaarden. Vanwege deze ruimte wordt door de organisatie van Europese luchthavens al enige tijd aangedrongen op aanscherping van de certificering. Door de Europese Commissie is vorig jaar het voorstel gedaan om oude vliegtuigen die net vol-

doen aan de huidige certificeringswaarden op termijn te weren van de Europese luchthavens. Deze voorstellen stuiten vooralsnog op grote weerstand bij de Amerikaanse luchtvaartmaatschappijen en de Amerikaanse overheid.

In de EU-landen wordt verschillend omgegaan met overlast van luchtvaartlawaaï. Maatregelen worden deels genomen door de nationale overheden, maar zijn vaak per luchthaven binnen één land weer verschillend, afhankelijk van de grootte

van de luchthaven en de overlast. Alle luchthavens treffen maatregelen om de geluidoverlast te beperken. De meest voorkomende maatregel is het voorschrijven van vliegprocedures die de geluidbelasting op de grond verminderen. Ook passen vrijwel alle luchthavens een zogenaamd geluidpreferentieel baangebruik toe. Dit houdt in dat rekening wordt gehouden met het vliegen over drukbevolkte gebieden door lawaaiige vliegtuigen bij het toewijzen van een start- of landingsbaan.

### 4.3.6 Risico's in Nederland van Europese kerncentrales

Momenteel zijn in Europa 214 kerncentrales in bedrijf. Hiervan staan er 60 in Frankrijk, 35 in het Verenigd Koninkrijk, 24 in de Russische Federatie, 19 in Duitsland en 1 in Nederland. Ongeveer 40% van de kerncentrales is gebouwd vóór 1980, ruim 50% is gebouwd in de tachtiger jaren, terwijl slechts 6% jonger is dan 10 jaar. De technische levensduur van kerncentrales bedraagt 30-40 jaar. Op grond hiervan zijn tot 2010 tussen de 20 en 80 sluitingen te verwachten. Als verder wordt uitgegaan van oplevering van elk van de 13 geplande centrales, dan resulteert dit in een vermindering van het aantal centrales met 4-25%. Op grond van de levensduur valt een groot aantal sluitingen te voorzien in de periode 2020-2030. Er zijn geen plannen bekend voor nieuwbouw in de periode 2020-2030.

De kans op een ongeval bij één van de Europese kerncentrales wordt geschat op  $10^{-3}$  tot  $10^{-6}$  per jaar. Het meest risicovol zijn de oude Oost-Europese centrales, waarvan er nog 25 operationeel zijn. Voor een aantal Oost-Europese kerncentrales zijn veiligheidsstudies uitgevoerd. Maatregelen als vervolg hierop hebben voor een aantal centrales geleid tot reducties van de ongevalkansen. Litouwen, Slowakije en Bulgarije hebben recent aangekondigd een aantal relatief onveilige centrales te sluiten op grond van overeenkomsten met de EU. Voor Litouwen en Bulgarije is dit reeds voorzien vóór 2010. Het huidige sterfterisico ten gevolge van een kernongeval wordt voor Nederland geschat op circa 1 per 10 miljoen inwoners per jaar. Op grond van de geschetste ontwikkelingen mag in 2030 een reductie van dit risico worden verwacht met tenminste 50-75% ten opzichte van 2000.

## 4.4 Ontwikkeling van de biodiversiteit

### 4.4.1 Inleiding

In 1990 was ongeveer 46% van het landoppervlak van de EU15 natuurlijk gebied. Dit omvat grote oppervlakten in Scandinavië. Het natuurlijk areaal zal naar verwachting over de periode 1990-2010 toenemen naar 48%, hetgeen overeenkomt met het uit productie nemen van 127.000 km<sup>2</sup> landbouwgrond. De biodiversiteit zal in de EU15 naar

verwachting verder afnemen. Doordat Europa grotendeels in de gematigde klimaatzone is gelegen en door naijleffecten van de laatste ijstijden is de biodiversiteit in vergelijking met andere continenten gering. Daarentegen is het aantal soorten dat alleen in Europa voorkomt voor sommige groepen zoals amfibieën en zoetwatervissen relatief groot (tabel 4.4.1). Het Mediterrane gebied herbergt in de EU de grootste soortenrijkdom en is tevens één van de soortenrijkste gebieden ter wereld. De EU is voorts, gedurende de verschillende seizoenen, het leefgebied van een groot aantal migrerende vogelsoorten.

### 4.4.2 Natuurbeleid

Met de *Convention on Biological Diversity* (Rio de Janeiro, 1992) werd het behoud van biodiversiteit vastgesteld als politiek onderwerp op mondiaal niveau. Landen die dit verdrag hebben geratificeerd hebben zich verplicht nationale biodiversiteitstrategieën en actieplannen op te stellen. Dit is vergelijkbaar met de werkwijze in het *Environment for Europe* proces.

De belangrijkste beleidsmatige kaders en juridische instrumenten voor behoud van natuur en biodiversiteit in Europa zijn (Europese Gemeenschappen, 1995-2000):

- *Convention on Biological Diversity* (47 Europese landen, inclusief de EU, hebben het verdrag geratificeerd).
- *Common Agricultural Policy* (CAP; Gemeenschappelijk Landbouw Beleid)
- *Common Fisheries Policy* (CFP; Gemeenschappelijk Visserij Beleid).
- *EC LIFE Regulation* (LIFE-Nature is een financieel instrument van de EU voor directe natuurbescherming met actieplannen voor 23 Europese vogelsoorten welke mondiaal worden bedreigd).
- De *Vogelrichtlijn* en de *Habitatrichtlijn* zijn de belangrijkste initiatieven die de Europese Unie heeft genomen ter bescherming van soorten en habitats. De richtlijnen hebben tot doel van elke biogeografische regio kenmerkende soorten en leefgebieden (habitats) te beschermen.

Tabel 4.4.1 Het aandeel van Europa in het voorkomen van wereldwijd voorkomende soortgroepen (Bron: EEA, 1999)

	Wereld	Europa	Europa	Waarvan alleen voorkomend in Europa	Waarvan alleen voorkomend in Europa
<i>Aantal soorten</i>					
Vaatplanten	260.000	12.500	5%	3.500	28%
Zoetwatervissen	8.400	334	4%	200	58%
Reptielen	6.500	198	3%	90	45%
Amfibieën	4.000	75	2%	56	75%
Vlinders	30.000	575	2%	189	33%
Broedvogels	9.600	514	5%	30	6%
Zoogdieren	4.300	270	6%	78	29%

### De Vogel- en Habitatrictlijn in Nederland

Op dit moment heeft Nederland vrijwel geheel voldaan aan de doelstellingen van de *Vogelrichtlijn*. Aan het begin van het jaar 2000 waren 30 gebieden als Speciale Beschermingszone aangewezen (3500 km<sup>2</sup>). Recent zijn hier nog 49 gebieden aan toegevoegd. De totale oppervlakte van deze gebieden in Nederland bedraagt ongeveer 10.000 km<sup>2</sup>, dus ruim een kwart van Nederland. Het omvat de Waddenzee, het IJsselmeer, de randmeren, de Wieden, het Lauwersmeer, de uiterwaarden langs Rijn, IJssel en Waal en delen van het deltagebied. Soorten waarvoor Nederland een internationale verantwoordelijkheid draagt en die met deze aanwijzing beschermd worden zijn bijvoorbeeld de lepelaar en de kluut. Bij de recente aanwijzing zijn ook een aantal terrestrische gebieden betrokken, zoals de Veluwe. Dit gebied is belangrijk voor soorten zoals de nachtzwaluw, duinpieper en grauwe klauwier. Bij de nu aangewezen gebieden zijn 43 van de 181 soorten uit de *Vogelrichtlijn* betrokken.

De *Habitatrictlijn* beoogt zowel soorten te beschermen als hun leefgebieden. Nederland heeft inmiddels 76 gebieden aangemeld (7330 km<sup>2</sup>). Vrijwel alle in Nederland te beschermen soorten en habitattypes zijn vertegenwoordigd via de nu aangemelde gebieden. Een leefgebied waarvoor Nederland een speciale verantwoordelijkheid heeft, is: *vastgelegde duinen met kruidvegetaties*. De grutto is een voorbeeld van een soort waarvoor Nederland een speciale verantwoordelijkheid heeft omdat in ons land een zeer groot deel van de West-Europese populatie broedt. De populatie is in de periode 1960-1980 gehalveerd. De situatie na 1980 is onduidelijk.

Het is niet te verwachten dat er nog veel gebieden in het kader van de Vogelrichtlijn als Speciale Beschermingszone zullen worden aangemeld. Daarentegen heeft de Europese Commissie Nederland verzocht om het aantal gebieden in het kader van de Habitatrictlijn uit te breiden.

### EU visserijbeleid en de gevolgen voor kustecosystemen

De Europese Unie is er in de afgelopen 20 jaar niet in geslaagd om de doelstellingen van het Gemeenschappelijk Visserijbeleid te verwezenlijken inzake de bescherming van vispopulaties en de rationele exploitatie op duurzame basis. Dit heeft tot gevolg dat een groot aantal commercieel interessante vispopulaties klein zijn en de vangsten voornamelijk uit jonge exemplaren bestaan. In 2003 wordt het Gemeenschappelijk Visserijbeleid herzien en opnieuw vastgesteld voor een periode van 10 jaar. Alhoewel de oorzaken van het falen van het EU-beleid duidelijk zijn, lijkt het Gemeenschappelijk Visserijbeleid vrijwel ongewijzigd te worden gecontinueerd (Ministerie van LNV, 1999). Het grootste probleem is dat nauwelijks alternatieve beheersinstrumenten voorhanden zijn. Dit betekent dat waarschijnlijk tot 2013 de huidige situatie van overbevissing zal blijven bestaan. Desondanks is de verwachting dat in toenemende mate aandacht wordt besteed aan de reductie van ongewenste effecten van visserij op het ecosysteem (ICES, 2000). Om een wezenlijke reductie van de schadelijke invloed op de bodem-

ecosystemen in de Noordzee te bereiken is een vermindering van de visserij-intensiteit met minimaal 30% noodzakelijk. Daarnaast adviseert International Council for the Exploration of the Sea (ICES) de sluiting van de nu onbeviste gebieden voor de bodemberoerende visserij en dient voor de bescherming van specifieke bodemecosystemen sluiting van sommige beviste gebieden te worden overwogen. Deze maatregelen zullen niet tot een herstel van de commerciële visbestanden leiden maar wel tot bescherming van een deel van de bodemecosystemen in de Noordzee. De EU heeft zich verplicht een voorzorgbenadering in het visserijbeheer door te voeren. Voorheen werd getracht de bestanden boven een *veilig biologisch minimum* niveau te houden. Nu wordt getracht de bestanden boven het voorzorgniveau te beheren. Voor veel soorten hebben deze niveaus overigens dezelfde waarde. Nieuw is dat in het vaststellen van de vangsthoeveelheden meer rekening wordt gehouden met de lange-termijn ontwikkeling van de populaties.

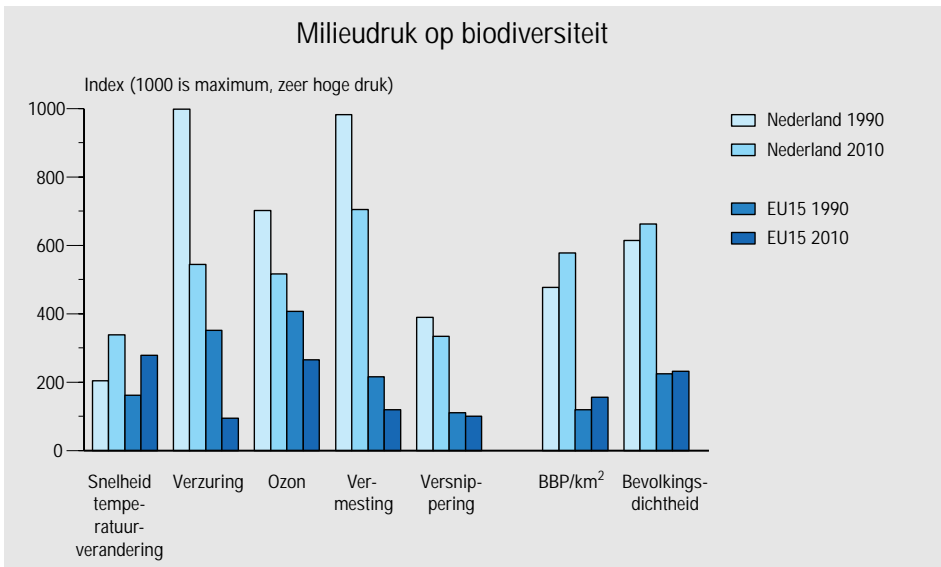
## 4.4.3 Milieukwaliteit en biodiversiteit

De verandering van de druk op de biodiversiteit in Europa is in beeld gebracht in termen van klimaatverandering, versnippering, verzuring, vermesting en blootstelling aan ozon. Als substituut voor allerlei andere vormen van druk op biodiversiteit zijn gehan-

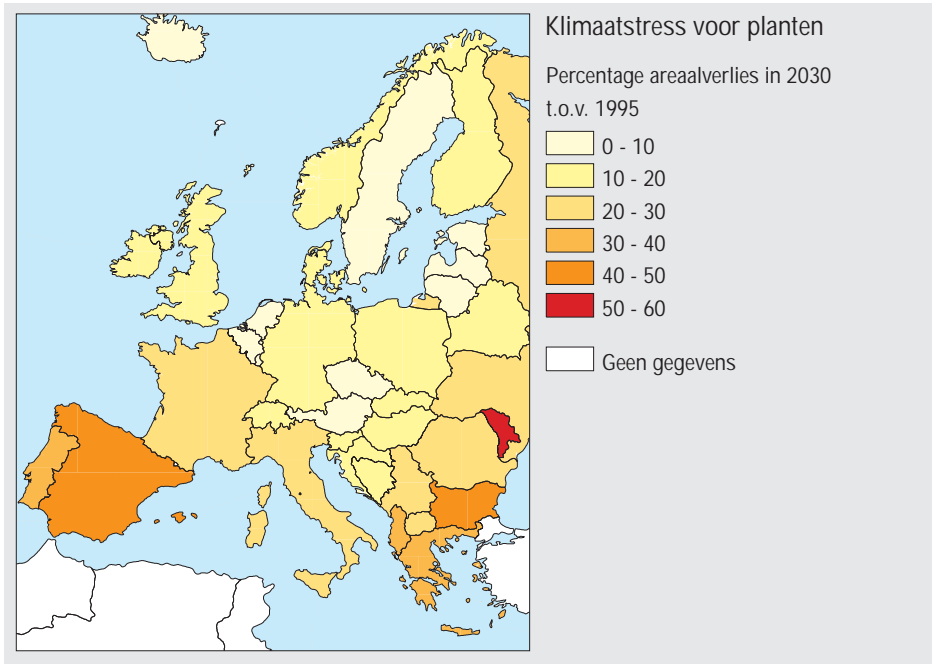
teerd bevolkingsdichtheid en BBP/km<sup>2</sup>. Voor bijna al deze factoren scoort Nederland, ondanks een verbetering ten opzichte van 1990, in 2010 slechter dan het gemiddelde van de EU15. Klimaatverandering is de enige uitzondering (figuur 4.4.1 en paragraaf 3.4).

Volgens deze benadering zal de druk op biodiversiteit in de EU met ongewijzigd beleid ongeveer 20% lager worden. Dit is het gevolg van een significante afname van verzuring, ozon en vermesting en in mindere mate van versnippering. Druk door klimaatverandering neemt toe en BBP/km<sup>2</sup> ook. De bevolkingsdichtheid blijft ongeveer constant. Ondanks de afname van de gesommeerde druk is deze nog steeds hoog. Dit zal naar verwachting op de langere termijn tot verdere achteruitgang van ecosystemen leiden.

De directe invloed van temperatuurverhoging op organismen is in een aantal gevallen goed bekend. Zo is bijvoorbeeld het leefgebied van 22 vlindersoorten in Europa 35 tot 240 km in noordelijke richting opgeschoven. Ook beginnen veel vogelsoorten aantoonbaar vroeger in het jaar met broeden. In heel Europa zullen in de komende decennia plantensoorten beïnvloed worden door klimaatverandering. In de mediterrane landen lijken de effecten het grootst te worden, terwijl in Noord- en Noordwest-Europa de schade beperkt blijft. Het effect op de thans voorkomende plantensoorten is berekend als het verlies aan areaal in 2030 ten opzichte van 1995. Voor de EU15-landen is dit gemiddeld 15% (figuur 4.4.2), en voor Nederland ongeveer 8%. De indicator overschat het effect waarschijnlijk omdat gebieden die in 2030 wat betreft klimaat gunstig zijn voor soorten niet zijn meegenomen.



Figuur 4.4.1 Indicatoren voor milieudruk op natuurlijke gebieden (Bron: Van Vliet et al., 1999)



*Figuur 4.4.2 Klimaatstress voor planten in Europa, verandering in 2030 ten opzichte van 1995 (Bron: Brandes et al., 2000)*

### De internationale samenhang van natuurgebieden

De ontwikkeling van de Nederlandse natuur is gedeeltelijk afhankelijk van natuur in het buitenland en omgekeerd (figuur 4.4.3). Trekvogels doen Nederland aan op hun reis tussen broedgebieden in Noord-Europa en overwinteringsgebieden in Afrika. Ook via het netwerk van rivieren en beken is de natuur in en langs het water vervlochten met gebieden over de landsgrens.

Het voortbestaan van populaties van verschillende diersoorten van moeras-, bos- en heide-ecosystemen in Nederland is afhankelijk van de natuur over de grens in België en Duitsland.

Nederlandse bossen spelen een ondergeschikte rol in het voortbestaan van duurzame populaties van bosvogels (met name de middelste bonte specht en de groene specht). Deze soorten blijken in Nederland duurzaam te kunnen leven dankzij de aanwezigheid van grote bosgebieden in het nabije buitenland. Ook minder mobiele soorten zoals de boommarter hebben baat bij de grote bosgebieden in de Ardennen en de Eifel.

Nederlandse moerasgebieden, zoals de Wieden en Weerribben in Noordwest-Overijssel, de Oostvaardersplassen, Rijnstrangen en de Gelderse Poort,

zijn daarentegen zeer belangrijke brongebieden van grotere moerasvogels (vooral reigerachtigen) voor gebieden elders in Europa. Voor kleinere soorten uit moerasesystemen met geringere verspreidingsmogelijkheden bestaat weinig samenhang met gebieden in de buurlanden.

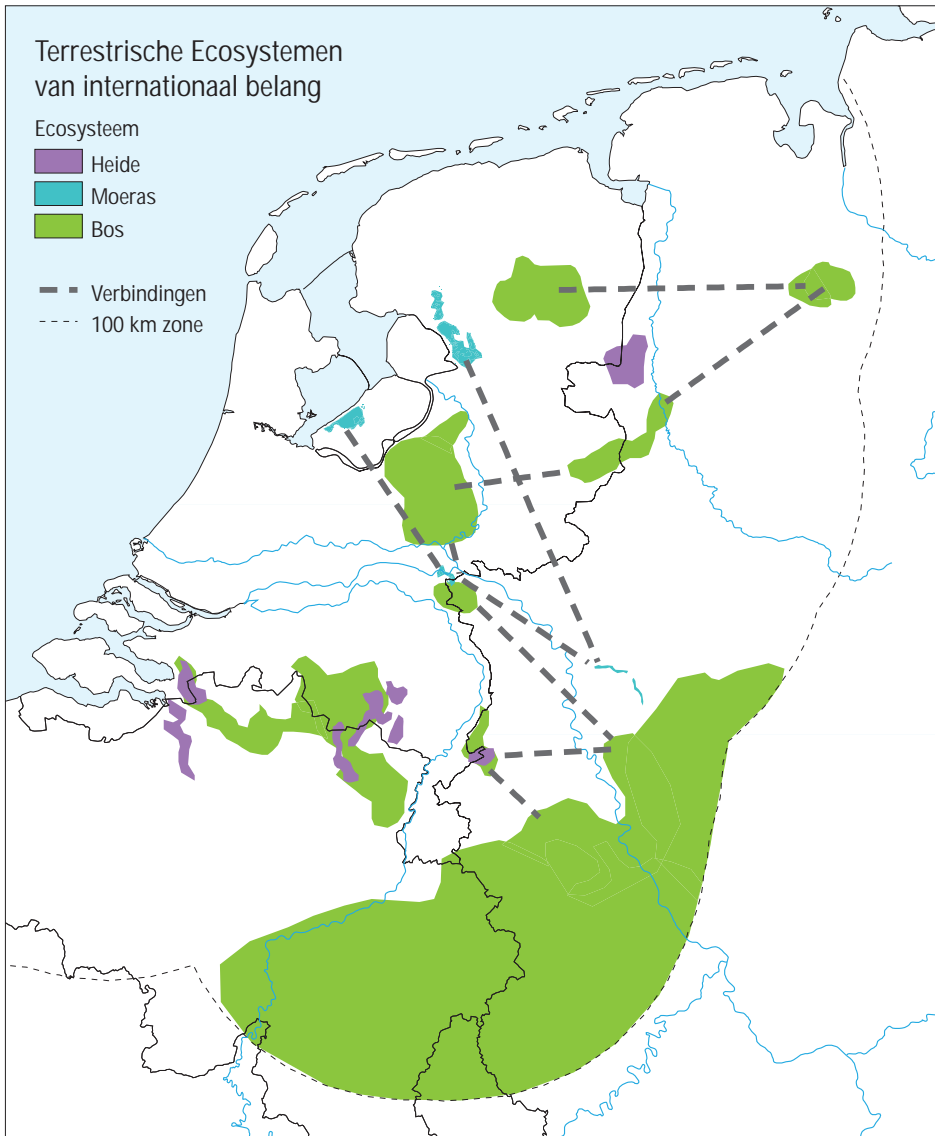
De fauna van heidegebieden in Nederland heeft een geringe uitwisseling met gebieden vlak over de grens, onder meer vanwege de geringe mobiliteit van de soorten (adder, zandhagedis, heidevlinder, heideblauwtje, boomleeuwerik, tapuit en duinpieper). Binnen de Nederlandse grenzen is het leefgebied te klein voor zelfstandige populaties van de adder en zandhagedis.

De bruinkoolwinning bij Hambach in Duitsland leidt tot grootschalige vernietiging van bossen die belangrijke brongebieden voor grote bosvogels in Nederland zijn. Hierdoor wordt op termijn de ontwikkeling van de middelste bonte specht in Nederland negatief beïnvloed. De verwachting is dat dit ook geldt voor andere vogels van oude bossen. De uitbreiding van Antwerpen in noordelijke richting, inclusief het havengebied bij Doel, leidt tot versnippering van heidegebieden in de



grenszone van België en Nederland. Heidesoorten komen in dit gebied voor dankzij de aanwezigheid van een netwerk van kleine leefgebieden. Doordat in de laatste jaren en in de plannen voor de komende jaren in Nederland en Duitsland meer

ruimte aan de natuur wordt gegeven in uiterwaarden en overstromingsgebieden worden duurzame populaties van met name moerasvogels en bosvogels versterkt (Van der Sluis, 2000).



*Figuur 4.4.3 Bossen, heide en moerassen in Nederland met een functionele samenhang met natuur in België en Duitsland (Bron: Van der Sluis, 2000)*

## 4.5 Ontwikkeling van de volksgezondheid en leefbaarheid

### 4.5.1 Inleiding

De luchtverontreiniging in steden, chemische verontreiniging van voedsel en drinkwater, en de verwerking van afval worden door de bevolking in Europa als de belangrijkste problemen op het gebied van milieu en gezondheid ervaren. Daarnaast wordt binnen de EU15 geluid als een hardnekkig en groeiend probleem gezien. In de Oost-Europese landen wordt dit laatste als iets minder belangrijk beschouwd (WHO, 1999a).

In 2000 woont 75-80% van de bevolking in Europa in stedelijk gebied. Veel grote steden kampen met milieuproblemen zoals hoge geluidsniveaus, verkeersproblemen en afval. De bevolkingsgroei en de ruimtelijke ontwikkelingen (zie *paragraaf 2.3.5*) leiden tot meer transport en druk op de beschikbare ruimte. In grote urbane agglomeraties is vaak sprake van economische segregatie, met lage inkomensgroepen geconcentreerd in de binnensteden of in voorsteden. De zware industrie is aan het verdwijnen uit de steden (behalve in Oost-Europa) maar kleine bedrijven zijn vooral in het stedelijk gebied geconcentreerd.

### 4.5.2 Milieukwaliteit en volksgezondheid

#### **Smog**

Wegverkeer is de belangrijkste bron van luchtverontreiniging in Europese steden. Ondanks afname tussen 1990 en 1995 van uitstoot van stoffen die tot ozonvorming lei-

Tabel 4.5.1 Blootstelling van de bevolking van de EU aan luchtverontreiniging (Bron: RIVM, EFTEC, NTUA & IIASA, 2000)

Toetsings- waarde	1990			2010		
	EU15	Toetredings- landen	Nederland	EU15	Toetredings- landen	Nederland
<i>miljoen mensen</i>						
Bevolking	364	106	15	387	103	17
<i>miljoen mensen blootgesteld</i>						
PM <sub>10</sub> Jaargemiddelde > 40 µg/m <sup>3</sup>	170	90	4	18	45	0
PM <sub>10</sub> Jaargemiddelde > 20 µg/m <sup>3</sup>	350	100	15	310	95	17
Ozon 20 dagen 8uur > 120 µg/m <sup>3</sup>	330	80	15	270	20	0-17
NO <sub>2</sub> Jaargemiddelde > 40 µg/m <sup>3</sup>	125	18	1-7	35	20	0
SO <sub>2</sub> Dag >125 µg/m <sup>3</sup>	170	75	0	5	20	0
Benzeen Jaargemiddelde > 5 µg/m <sup>3</sup>	85	15	0	8	4	0

Tabel 4.5.2 Blootstelling van bevolking EU15 aan verkeersgeluid in 1995 (Bron: EEA, 1999)

		<55 dB(A) Lden	55-65 dB(A) Lden	65-75 dB(A) Lden	>75 dB(A) Lden
EU15	miljoen	251	71	41	8
EU15	%	68	19	11	2

den, kwam zomersmog de afgelopen 10 jaar nog vaak voor (EEA, 1999). In de periode 1990-2010 neemt de blootstelling aan hoge concentraties benzeen, zwaveldioxide en stikstofdioxide sterk af (tabel 4.5.1). Blootstelling aan te hoge concentraties fijn stof zal, bij ongewijzigd beleid, in 2010 en daarna in grote delen van de EU (inclusief de toetredingslanden) blijven voorkomen. De situatie voor ozon zal enigszins verbeteren maar overschrijdingen blijven op grote schaal voorkomen.

### Geluid

Ongeveer 32% van de bevolking in de EU15 (120 miljoen mensen) wordt blootgesteld aan verkeerslawaai van meer dan 55 dB(A) (tabel 4.5.2). Minimaal 3 miljoen mensen in de EU staan bloot aan luchtvaartlawaai (gebaseerd op gegevens van 35 grote luchthavens) en 12 miljoen inwoners aan treinlawaai van meer dan 55 dB(A).

#### Geluid en gezondheid

Geluid kan zowel psychische effecten (hinder, slaapverstoring) als fysiologische stressreacties veroorzaken. Hinder treedt op bij geluidniveaus vanaf 40 dB(A). De mate van geluidhinder hangt af van de geluidbron, maar ook van individuele eigenschappen. Bij een gelijke geluidbelasting wordt het geluid van de luchtvaart als hinderlijker ervaren dan het geluid van wegverkeer. Het geluid van wegver-

keer is weer hinderlijker dan dat van treinverkeer. Verder zijn er aanwijzingen dat er bij blootstelling aan geluidniveaus van meer dan 65-70 dB(A) de kans op hoge bloeddruk en hartvaatziekten toeneemt (Gezondheidsraad, 1999; zie paragraaf 5.9). Door de groei van transport en economische activiteiten neemt zowel de blootstellingsduur aan geluid als het geluidbelast gebied in Europa toe.

### Woonsituatie

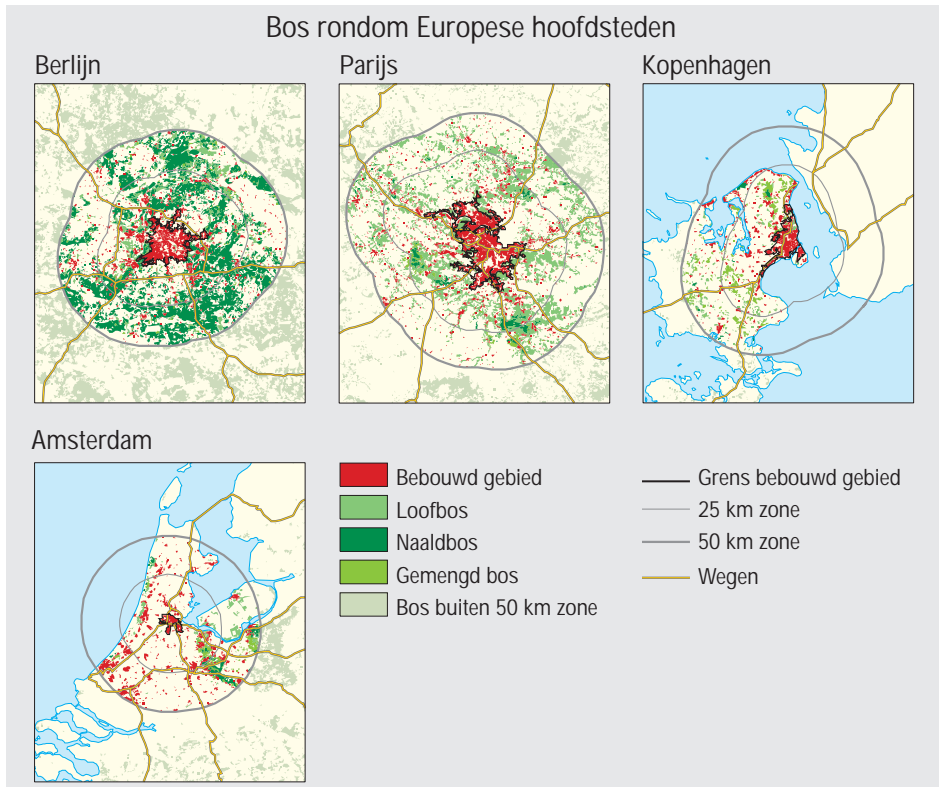
De aanwezigheid van sanitaire voorzieningen -zoals waterleiding, riolering-, een goede binnenmilieukwaliteit en voldoende ruimte zijn van essentieel belang voor de volksgezondheid. In West-Europa zijn deze sanitaire basisvoorzieningen over het algemeen beschikbaar, maar in veel gebieden in Oost-Europa ontbreken ze nog. Meer dan 16 miljoen mensen in stedelijk gebied in Europa beschikken niet over een eigen waterleiding.

## 4.5.3 Leefomgeving en leefbaarheid

De Nederlandse woonsituatie is in vergelijking met andere Europese landen zeer gunstig, zowel op basis van objectieve kenmerken (bijvoorbeeld aantal kamers, ruimte om buiten te zitten, sanitaire voorzieningen), als afgemeten aan de tevredenheid van bewoners. Nederland behoort tot de vier landen met het hoogste percentage zeer tevreden bewoners (naast Luxemburg, Oostenrijk en Denemarken). In de zuidelijke Europese landen is een geringer deel van de bevolking tevreden (EEA, 1999).

Belangrijke omgevingsfactoren die mede bepalen hoe mensen hun woonsituatie ervaren, zijn geluidhinder van burens of van buiten de woning, milieuvervuiling door verkeer of industrie en criminaliteit. Geluidhinder van burens of van buiten komt het meest voor in Spanje (31%), Duitsland (29%), Italië (26%), Frankrijk (24%) en Nederland (22%). In Ierland heeft men er het minste last van (9%). In bijna alle landen hebben meer mensen last van geluidhinder dan van andere milieuvervuiling, behalve in Griekenland en Luxemburg. In Engeland, Portugal en Ierland scoort overlast door criminaliteit het hoogst (CBS, 2000). Daarnaast is de hoeveelheid groene ruimte binnen Europese steden van belang (gemiddeld bedraagt deze 1,4%) en ook de nabijheid van parken of bossen voor rust en ontspanning. Deze laatste kan aanzienlijk variëren (figuur 4.5.1). Voor de inwoners van Amsterdam is aanzienlijk minder bos binnen een straal van 100 kilometer beschikbaar dan bijvoorbeeld voor inwoners van Berlijn, Parijs en Kopenhagen.

Het aantal stedelijke buurten met een combinatie van problemen op het gebied van milieu, economie en gezondheid is toegenomen in Europa sinds 1989 (OECD, 1998). Hierbij ging het eerst vooral om gebieden met slechte basale sanitaire voorzieningen, vaak gelokaliseerd in binnensteden vlakbij industriegebieden. Momenteel gaat het ook om gebieden in voorsteden. Vergelijking van achterstandsgebieden in enkele grote ste-



Figuur 4.5.1 Bos in de stedelijke leefomgeving (Bron: EEA, 1999)

den in VS, Canada en Europa (Indianapolis, Toronto, Aubervilliers, Glasgow) laat zien dat er duidelijke overeenkomsten zijn in socio-demografische en economische omstandigheden en de gezondheidstoestand van de bevolking. Hoge werkloosheid, een laag inkomen, en slechte woon- en werkomstandigheden hangen samen met een slechtere gezondheidstoestand. Hetzelfde beeld zien we in Nederland (zie *paragraaf 5.10*).

Voor de komende decennia is in het dicht bevolkte Europa een verdere uitdijning van stedelijke agglomeraties te verwachten. Dit hangt vooral samen met de groeiende welvaart onder een groot deel van de bevolking die de vraag naar ruimere en groenere woonmilieus sterk doet toenemen. Het leidt tot een grote druk op cultuur-historische, landschappelijke en ecologische waarden, vooral in de nabijheid van steden. De bijbehorende sterke groei van het verkeer gaat ten koste van natuur, ruimte, stilte en een goede luchtkwaliteit. Aan de andere kant dreigt in de binnensteden segregatie van minder welvarende bevolkingsgroepen in wijken waar de kwaliteit van de dagelijkse leefomgeving en de gezondheidstoestand ongunstig afsteekt. Verregaande integratie van beleid met betrekking tot ruimtelijke ordening, volkshuisvesting, milieu, volksgezondheid en natuurbehoud lijkt noodzakelijk om deze ontwikkelingen het hoofd te bieden, zeker ook gezien de verwachte gevolgen van de snelle vergrijzing tot 2030 in Europa.



# 5

## Milieu in Nederland



Verzuring, vermesting en verdroging blijven de natuur bedreigen. In steden leidt cumulatie van milieuproblemen tot verlies van gezondheid en leefbaarheid. Stille wordt schaars. Verzurende emissies en CO<sub>2</sub>-uitstoot in Nederland ten behoeve van de export zijn veel groter dan de emissies die in het buitenland plaatsvinden voor Nederlandse consumenten.

## 5.1 Inleiding

### 5.1.1 Maatschappelijke ontwikkelingen in Nederland

De hardnekkige milieuproblemen op mondiale en Europese schaal hebben de komende 30 tot 100 jaar effect op de kwaliteit van natuur, volksgezondheid en leefomgeving in Nederland. Maar ook de maatschappelijke ontwikkelingen in Nederland hebben effect op de toekomstige kwaliteit van natuur, volksgezondheid en leefomgeving in Nederland. De belangrijkste ontwikkelingen zijn:

- de relatief hoge bevolkingsdichtheid in Nederland, die tot 2030 nog verder zal toenemen;
- de verwachte groei in de energie- en ruimte-intensieve productie in Nederland (zie *paragraaf 2.4.3 en 2.4.5*);
- de verwachte toename van de energie- en ruimte-intensieve consumptie in Nederland (zie *paragraaf 2.4.3 en 2.4.5*);
- de inzet van fossiele brandstoffen (zie *paragraaf 2.4.4*);
- de verstedelijking en mobiliteit (zie *paragraaf 2.4.5*).

### 5.1.2 De betekenis van milieu voor natuur, gezondheid en leefomgeving

In deze milieuverkenning wordt een beeld geschetst van de verwachte milieudruk en milieukwaliteit in Nederland in 2030 bij verschillende maatschappelijke ontwikkelingen en vastgesteld beleid. Hierbij wordt speciale aandacht gegeven aan de betekenis van de milieukwaliteit voor de kwaliteitsbeelden van het NMP4 (Ministerie van VROM, 1999c). In de agenda voor het NMP4 zijn *Duurzaamheid en de kwaliteit van leven* centraal gesteld. Daarbij gaat het om duurzaamheidsaspecten zoals kwaliteit *nu en later* en *hier en elders*. Van de vier ambities (zie *hoofdstuk 1*) hebben drie ambities een directe relatie met de kwaliteit van het milieu in Nederland:

1. Nederland: natuur en biodiversiteit: mooi en groen, rijk en gevarieerd
2. Nederland: gezond en veilig
3. Nederland: hoogwaardige leefomgeving

De vierde ambitie is: om internationaal een geloofwaardige bijdrage te leveren aan de beschikbaarheid van natuurlijke hulpbronnen en de bescherming van de biodiversiteit. Over de ontwikkeling hiervan en over de rol van Nederland is in *hoofdstukken 3 en 4* gerapporteerd. Op de aspecten ruimtebeslag en energiegebruik in het buitenland voor consumptie in Nederland, die aan deze mondiale ambitie raken, wordt in *paragraaf 5.7* ingegaan.

Natuur, gezondheid en leefomgeving zijn de eindpunten van de oorzaak-gevolg-keten: maatschappelijke ontwikkelingen → milieudruk → milieukwaliteit → effecten op natuur, gezondheid en leefomgeving. Voor elk van deze eindpunten wordt een toekomstbeeld geschetst (*paragraaf 5.8 tot en met 5.10*). De oorzaak-gevolg-relaties in de milieuketen



Tabel 5.1.1 Relaties tussen NMP4-kwaliteitsbeelden en milieuthema's

Kwaliteitsbeeld NMP4	Relevante milieuthema's	Voorbeelden van overige factoren
<i>Natuur en biodiversiteit</i>	klimaatverandering, grootschalige luchtverontreiniging, verzuring, vermesting, verspreiding en verstoring	ruimtelijke druk (versnippering, vernietiging) en beheer
<i>Gezond en veilig</i>	grootschalige luchtverontreiniging, verspreiding, verstoring, binnenmilieu, voedsel en drinkwaterkwaliteit	infectieziekten, leefstijl en leef-tijdsopbouw
<i>Hoogwaardige leefomgeving</i>	grootschalige luchtverontreiniging en verstoring	ruimtelijke, sociale en belevings-aspecten

zijn gegroepeerd naar de milieuthema's die in het milieubeleid in gebruik zijn. Per milieuthema worden in de *paragrafen 5.2 tot en met 5.6* toekomstbeelden beschreven van de verwachte milieudruk en -kwaliteit. Behalve door milieukwaliteit worden natuur, volksgezondheid en leefbaarheid ook door andere factoren beïnvloed. De relaties tussen milieuthema's en kwaliteitsbeelden van het NMP4 zijn weergegeven in *tabel 5.1.1*.

*Hoofdstuk 5* wordt afgesloten met een analyse van de ontwikkeling van de milieukosten (*paragraaf 5.11*).

## 5.2 Klimaatverandering

- *De emissies van broeikasgassen zijn in de afgelopen jaren toegenomen en met het vastgestelde beleid blijft ook in de periode tot 2030 de emissie toenemen.*
- *De emissiedoelstelling voor Nederland voor de periode 2008-2012, die voortvloeit uit het Kyoto Protocol, wordt bij hoge economische groei en het vastgesteld beleid alleen gehaald als ook de nu nog onzekere maatregelen in het huidige klimaatbeleid volledig worden geïmplementeerd en een aantal onzekere maatschappelijke ontwikkelingen meezit. Daarnaast moet de voorgenomen aankoop van aanzienlijke emissiereducties in het buitenland worden gerealiseerd.*

### 5.2.1 Inleiding

Klimaatverandering is een mondiaal probleem dat inmiddels internationaal is erkend (zie *hoofdstuk 3*). Het doel van het (internationale) klimaatbeleid is het beheersen van menselijke beïnvloeding van het klimaat door het stabiliseren van de concentraties van broeikasgassen in de atmosfeer op een verantwoord niveau. De mondiale doelstelling impliceert dat de mondiale emissies van broeikasgassen, waarvan kooldioxide (CO<sub>2</sub>) de belangrijkste is, uiteindelijk met een orde van grootte van 50 tot 75% moeten worden verminderd ten opzichte van 1990. Om de ontwikkeling van niet-geïndustrialiseerde landen mogelijk te maken, zouden de geïndustrialiseerde landen op termijn hun emissies mogelijk met circa 80% moeten reduceren (zie *Vervolgnota Klimaatverandering; Ministerie van VROM, 1996*).

Met het Kyoto Protocol is in 1998 een eerste stap in de richting van internationaal beleid gezet (UN-FCCC, 1998). De rijke industrielanden en de voormalige Oostbloklanden moeten in de periode 2008-2012 hun gezamenlijke emissies ten opzichte van 1990 (voor CO<sub>2</sub>, methaan (CH<sub>4</sub>), distikstofoxide (N<sub>2</sub>O)) of 1990/1995 (voor fluorverbindingen; basisjaar zelf te kiezen door de landen) met gemiddeld 5% verminderd hebben. De EU-landen hebben zich verplicht tot een gezamenlijke reductie in die periode van 8% ten opzichte van 1990/1995. De Nederlandse emissie moet dan met 6% zijn verminderd. Voor de periode na 2012 is nog geen internationale of nationale emissiedoelstelling afgesproken. In de *Vervolgnota Klimaatverandering (Ministerie van VROM, 1996)* zijn wel enkele normatieve uitgangspunten op langere termijn geformuleerd, waaronder maximaal toegestane temperatuur- en zeespiegelstijgingen.

### Hoe verder na Kyoto - een verkennende analyse

Het Kyoto Protocol vormt slechts een eerste stap op weg naar het beheersen van het klimaatprobleem. Voor een stabilisatie van de concentraties van broeikasgassen in de atmosfeer zijn vergaande emissiereducties op mondiale schaal nodig. In de *Vervolgnota Klimaatverandering* zijn een aantal normatieve uitgangspunten genoemd voor het klimaatbeleid op langere termijn:

- de wereldwijd gemiddelde temperatuurstijging dient beneden de 2°C boven het pre-industriële niveau te blijven
- de wereldwijd gemiddelde zeespiegelstijging dient beneden de 50 cm te blijven
- het tempo van de wereldwijd gemiddelde temperatuurstijging dient beperkt te blijven tot 0,1°C per decennium
- het wereldwijde reductietempo dient rekening te houden met hetgeen technisch en economisch haalbaar is.

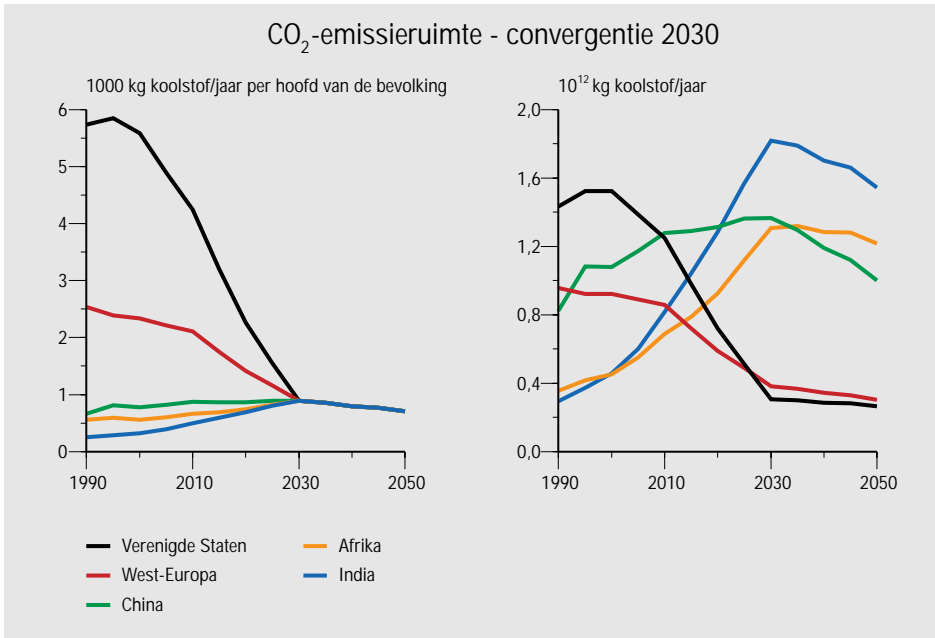
Het RIVM heeft een verkenning uitgevoerd naar de consequenties van deze normatieve uitgangspunten voor de toekomstige regionale emissieruimte (Berk *et al.*, 2000). Eerst is een mondiaal emissieprofiel voor CO<sub>2</sub>-emissies geconstrueerd dat past bij het realiseren van de bovengenoemde normatieve uitgangspunten. Vervolgens is uitgerekend wat de toegestane emissieruimte is van ontwikkelde regio's (Annex-1) en ontwikkelingsregio's (niet-Annex-1) bij een convergentie naar gelijke CO<sub>2</sub>-emissieruimte per persoon in 2030 en 2050. Bij de constructie van het mondiale CO<sub>2</sub>-emissieprofiel is rekening gehouden met de afspraken in het Kyoto Protocol voor de industrielanden. Voor de ontwikkelingslanden is uitgegaan van de nieuwste emissiescenario's van het IPCC (B1-scenario). Voor de periode na Kyoto (2008-2012) is gekozen voor een CO<sub>2</sub>-emissieprofiel waarbij de snelheid van temperatuurverandering zo snel mogelijk wordt beperkt. Daarbij is ten aanzien van de mondiale emissies van zwavel uitgegaan van een gematigd ontzwavelingsbeleid. Lagere zwavelemissies betekenen dat de snelheid van temperatuurverandering langere tijd te hoog zal blijven. Vastgesteld is dat de normatieve uitgangspunten uit de *Vervolgnota Klimaatverandering* impliceren dat de CO<sub>2</sub>-concentratie moet worden gestabiliseerd op een niveau van ongeveer 450 ppmv (parts per million volume), bij een veronderstelde vermindering van de niet-CO<sub>2</sub>-broeikasgassen die resulteert in een stabilisatie van de CO<sub>2</sub>-equivalente concentratie beneden de 550 ppmv. De mondiale fossiele CO<sub>2</sub>-emissies nemen daarbij af tot circa 6 Gton koolstof per jaar (gigaton = 10<sup>12</sup> kg) rond 2050 en 2,4 Gton koolstof in 2100 (om daarna nog verder af te nemen). Voor de emissies van CO<sub>2</sub> ten gevolge van ontbossing en veranderend landgebruik is verondersteld dat deze geleidelijk

afnemen van circa 0,8 Gton koolstof in 2000 tot nul in 2050. De berekende mondiale emissieruimte is afhankelijk van de veronderstellingen over klimaatgevoeligheid en zwavelemissies. Over de klimaatgevoeligheid, de temperatuurstijging bij een dubbele CO<sub>2</sub>-concentratie bestaat nog grote wetenschappelijke onzekerheid. Het IPCC hanteert als range 1,5 - 4,5°C, terwijl in de berekening is uitgegaan van een waarde van 2,4°C. Bij hogere waarden wordt niet langer aan de normatieve uitgangspunten voldaan.

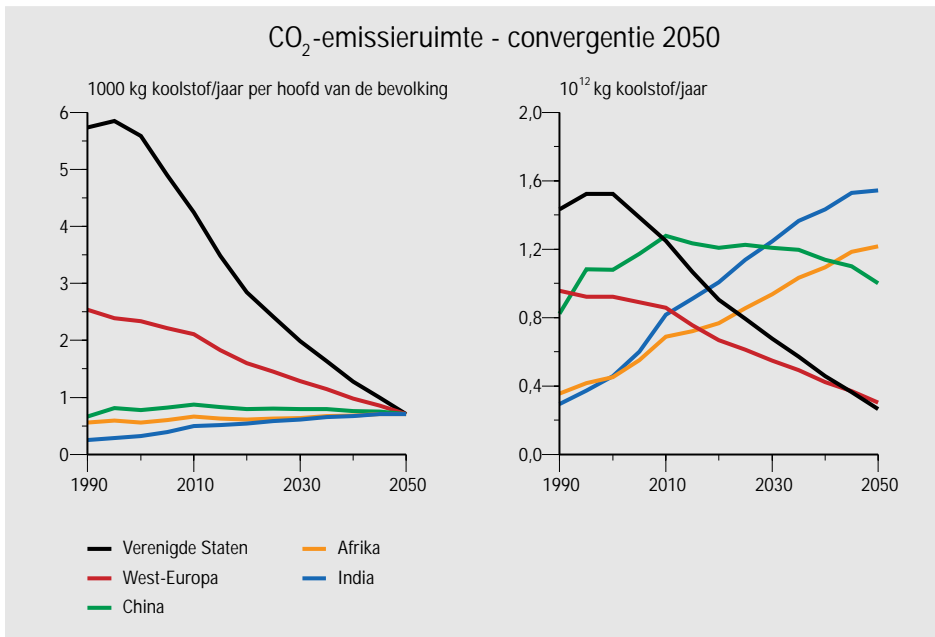
De conclusies van de verkenning zijn :

- 1) Onder het Kyoto Protocol zullen de mondiale CO<sub>2</sub> emissies tot 2010 nog aanzienlijk groeien. Als gevolg hiervan en de veronderstelde vermindering van de SO<sub>2</sub>-emissies kan in de periode daarnade wereldgemiddelde snelheid van de temperatuurstijging niet vóór 2030 worden teruggebracht tot beneden de 0,1°C per decennium;
- 2) Convergentie van emissieruimte per persoon in 2030 tussen Annex-1 en niet Annex-1 regio's betekent in een vergaande en versnelde afname van de toegestane emissies per persoon en van de absolute (CO<sub>2</sub>) emissies in de Annex-1 regio's na uitvoering van het Kyoto Protocol. Voor West-Europa zou de emissieruimte met circa 60% omlaag gaan ten opzichte van 1990; in de Verenigde Staten met circa 80%. Afhankelijk van de referentie-emissies kan het ook voor niet-Annex-1 regio's een substantiële beperking van de groei van hun emissies betekenen. De emissieruimte voor niet-Annex-1 landen kan in elk geval nog maar beperkt doorgroeien (*figuur 5.2.1*).
- 3) Een verlenging van de convergentieperiode tot 2050 resulteert in een minder snelle afname van de emissieruimte van de Annex-1, maar betekent zeer waarschijnlijk dat ook de niet-Annex 1 regio's na uitvoering van het Kyoto Protocol aanzienlijke inspanningen zullen moeten plegen om hun emissies te beperken en in sommige gevallen reeds te reduceren. De emissieruimte per persoon in Afrika en China zou in dat geval nog maar licht toenemen (*figuur 5.2.2*).

Overigens betekent een convergentie van emissieruimte per persoon niet dat de emissiereducties ook volledig nationaal plaats hoeven te vinden. Naar verwachting zullen door internationale emissiehandel de reële emissiereducties in de Annex-1 landen aanzienlijk lager zijn dan de aangegeven afname van de emissieruimte. Daarmee zullen ook de kosten veel lager kunnen zijn dan zonder emissiehandel. Volgens eerste oefeningen met het CPB-worldscanmodel zal dan in de eerstkomende decennia de groeivertraging in de Annex-1 landen beperkt blijven tot tienden van procenten per jaar.



*Figuur 5.2.1 Veranderingen in de CO<sub>2</sub>-emissieruimte bij een convergentie in hoofdelijke emissieruimte in 2030 (Bron: Berk et al., 2000)*



*Figuur 5.2.2 Veranderingen in de CO<sub>2</sub>-emissieruimte bij een convergentie in hoofdelijke emissieruimte in 2050 (Bron: Berk et al., 2000)*

## 5.2.2 Doelstellingen en beleid

Sinds het begin van de jaren negentig is het overheidsbeleid gericht op energiebesparing, een toename van het aandeel duurzame energie en het gebruik van koolstofarme energiebronnen. Het voor Nederland vigerende klimaatbeleid is verwoord in de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid (deel 1; Ministerie van VROM, 1999b). Het klimaatbeleid richt zich op alle broeikasgassen. Om emissies van die gassen te kunnen vergelijken worden ze uitgedrukt in CO<sub>2</sub>-equivalenten. In de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid staat dat, om aan de verplichtingen van het Kyoto Protocol te kunnen voldoen, een reductie van 50 miljard kg CO<sub>2</sub>-equivalenten gerealiseerd moet zijn in de periode 2008-2012 vergeleken met het niveau van 1990. Het Kabinet gaat er van uit dat de helft van die reductie gehaald dient te worden in Nederland. De andere helft moet worden gerealiseerd in het buitenland, door de inzet van zogenoemde flexibele instrumenten zoals *Joint Implementation (JI)*, *Clean Development Mechanism (CDM)* en emissiehandel, die in het Kyoto Protocol zijn vastgelegd. JI en CDM bieden landen de mogelijkheid om gezamenlijk investeringen te plegen om emissies van broeikasgassen te reduceren. JI speelt alleen tussen geïndustrialiseerde landen (de zogenoemde Annex-1 landen). Bij CDM gaat het om afspraken tussen Annex-1 landen en ontwikkelingslanden. De landen maken zelf afspraken over het toedelen van de bereikte emissiereducties (zie Uitvoeringsnota Klimaatbeleid, deel 2; Ministerie van VROM, 2000a). De benodigde reductie is vastgesteld als het verschil tussen het uit het Kyoto Protocol voortvloeiende emissieplafond (206 miljard kg CO<sub>2</sub>-equivalenten) en de veronderstelde autonome ontwikkeling van de emissies op basis van een relatief hoge economische groei, zoals berekend met het GC-scenario (CPB, 1997). Bij een lagere economische groei is de benodigde reductie lager.

In aanvulling op het reeds ingezette beleid van NMP3 heeft het kabinet 1500 miljoen gulden extra beschikbaar gesteld voor klimaatbeleid. Een deel hiervan (circa 1000 miljoen gulden) is gereserveerd voor het CO<sub>2</sub>-reductieplan (Ministerie van VROM, 1996). De reductie-taakstelling van 25 miljard kg CO<sub>2</sub>-equivalenten voor de binnenlandse maatregelen komt boven op de beoogde effecten van dit CO<sub>2</sub>-reductieplan. De rest van de financiële middelen wordt ingezet voor de financiering van het additionele beleid zoals dat in de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid (deel 1) is beschreven. Daarnaast zijn voor binnenlandse maatregelen middelen beschikbaar uit het NMP3 en uit de opbrengsten uit de Regulerende EnergieBelasting (REB; Ministerie van VROM, 1998a). Hieruit worden bijvoorbeeld de positieve prikkels voor energiebesparing bij huishoudens en industrie gefinancierd. Ook wordt het gebruik van duurzame energie bevorderd door onder meer een vrijstelling bij gebruik van 'groene' stroom van de REB. De maatregelen richten zich niet alleen op CO<sub>2</sub>. De financiële middelen uit NMP3 en REB worden tevens ingezet voor de financiering van het Reductieplan Overige Broeikasgassen (Ministerie van VROM, 1999b).

### 5.2.3 Emissies

De emissies van broeikasgassen zullen met het vastgestelde beleid blijven toenemen. Deze toename bedraagt, afhankelijk van de economische ontwikkelingen, tussen 1995 en 2030 5 tot 20% (zie *bijlage Emissies in Nederland per thema*).

#### Bandbreedtes in de CO<sub>2</sub>-emissieprognoses

Bij eenzelfde niveau van economische groei kunnen relatief grote verschillen in broeikasgasemissies optreden. Voor 2010 is voor het GC-scenario geraamd dat een bandbreedte van ongeveer 10 tot 12 miljard kg CO<sub>2</sub> (circa 5% van de nationale emissie) boven of onder de middenwaarde zoals gehanteerd in MV5 goed voorstelbaar is. Voor het jaar 2020 loopt de bandbreedte op tot circa 15 miljard kg boven of onder de middenwaarde. De onderliggende factoren van deze bandbreedte kunnen worden onderscheiden in nieuwe inzichten, bandbreedtes in scenario's en waarschijnlijkheid van implementatie van beleid.

*Nieuwe inzichten sinds de vierde Nationale Milieuverkenning (MV4; RIVM, 1997a)*

In de MV5 zijn enkele ontwikkelingen in het basisjaar (1995) bijgesteld aan de hand van nieuwe inzichten. Dit werkt door in de prognoses. Een belangrijke verandering is te vinden bij verkeer: het niveau van personenautogebruik is nu hoger ingeschat dan ten tijde van de MV4, en de verbetering van de brandstofefficiëntie van personenauto's is lager ingeschat.

*Bandbreedtes in maatschappelijke ontwikkelingen*  
De veronderstellingen die in de scenario's zijn gedaan voor de ontwikkelingen van verschillende grootheden kunnen binnen diezelfde scenariocontext nog variabel zijn. Voorbeelden hiervan zijn:

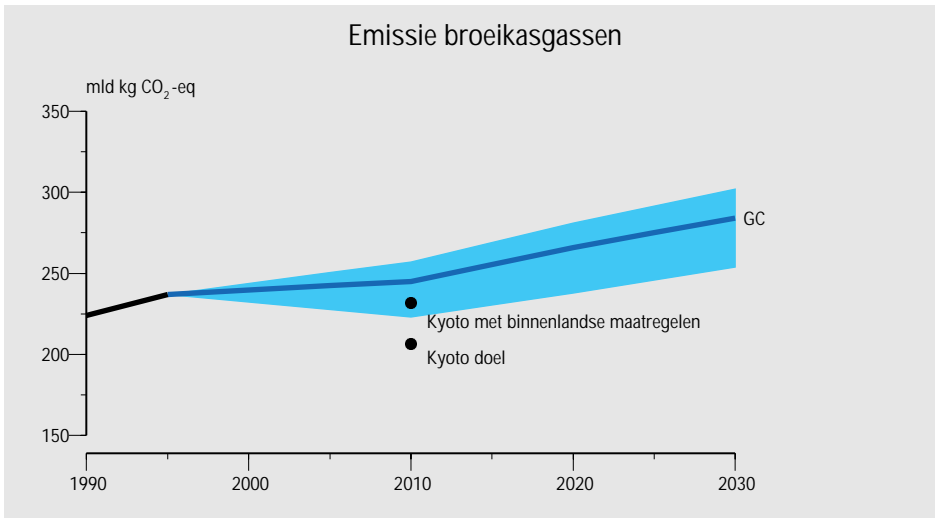
- Energiegebruik in verkeer en vervoer, onder invloed van bijvoorbeeld brandstofprijzen;
- Elektriciteitsproductie, in verband met import door marktliberalisatie en ontwikkeling WKK

- Volumegroei raffinaderijen
- Energiegebruik huishoudens en kantoren, met name groei in het gebruik van elektriciteit;
- Niveau van energieprijzen;
- Specifieke groei van energie-intensieve bedrijven;
- Afwijkende energie-intensiteit van de glastuinbouw en groei van duurzame energie (een lagere energie-intensiteit in de glastuinbouw en een snellere groei van duurzame energie zijn reeds meegenomen in het onzekere deel van de effecten van de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid).

*Waarschijnlijkheid van implementatie beleid*

Wanneer beleid wordt geformuleerd, is nog niet gezegd dat het ook wordt geïmplementeerd. Afhankelijk van factoren als financiering, goedkeuring parlement etc. worden hiervoor in de scenario's veronderstellingen gedaan. Voorbeelden van beleidsonzekerheden zijn de vrijwillige emissiereducties van kolencentrales en de resultaten van stimulering van onderzoek. Van de beoogde emissiereductie van de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid (25 miljard kg CO<sub>2</sub>-equivalenten per jaar in Nederland) wordt verwacht dat circa 15 miljard kg CO<sub>2</sub>-equivalenten per jaar vrijwel zeker zal worden gerealiseerd (ECN, RIVM & CPB, 1999). Hier bovenop komt nog 3 miljard kg van de eerste fase (uit 1996) van het CO<sub>2</sub>-reductieplan. Hiervan is in de vijfde Milieuverkenning (MV5) uitgegaan.

De emissiedoelstelling voor Nederland rond 2010 (206 miljard kg CO<sub>2</sub>-equivalenten per jaar) is alleen haalbaar indien alle vooralsnog onzekere maatregelen die worden genoemd in de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid volledig worden geïmplementeerd en de voorziene emissiereducties in het buitenland (25 miljard kg CO<sub>2</sub>-equivalenten per jaar) worden gekocht (*figuur 5.2.3*). Daarnaast moet ofwel de economische groei laag uitvallen (EC-scenario) of door gunstige ontwikkelingen de binnenlandse energievraag beperkt blijven (zie tekstbox '*Bandbreedtes in de CO<sub>2</sub>-emissieprognoses*').



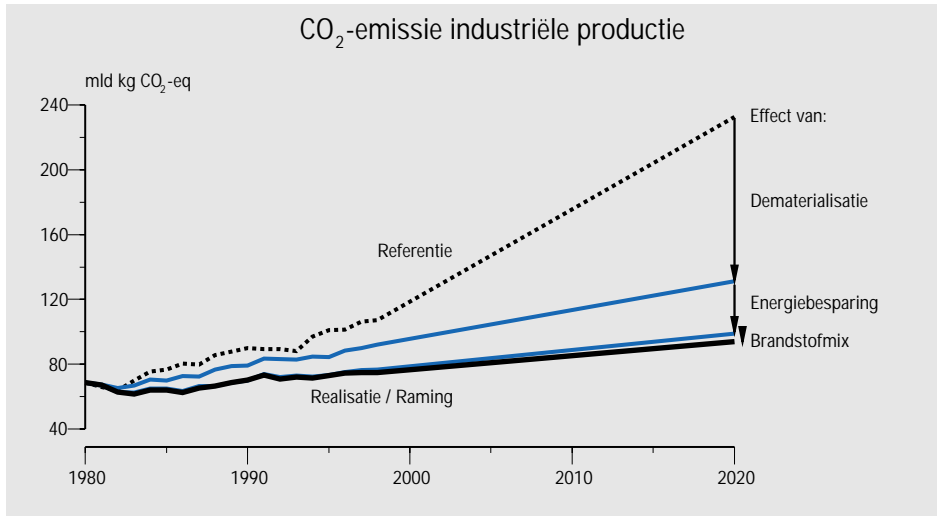
Figuur 5.2.3 Emissies van broeikasgassen in Nederland volgens het GC-scenario met een bandbreedte voor onzekerheden in beleid en maatschappelijke ontwikkelingen (Bron: Van Wee et al., 2000)

### Industrie

De CO<sub>2</sub>-emissie door industriële productie neemt tussen 1995 en 2020, afhankelijk van de economische ontwikkelingen, toe met 10 tot 30%. Dit betreft de CO<sub>2</sub>-emissie als gevolg van energiegebruik door de industrie en raffinaderijen. De CO<sub>2</sub>-emissie blijft achter bij de fysieke productiegroei door een vermindering van het totale industriële energiegebruik per eenheid basismateriaal (zoals staal en plastics) met circa 0,8% per jaar. De belangrijkste beleidsinstrumenten daarbij zijn het *convenant benchmarking* en de tweede generatie *Meerjarenafspraken* met de industrie. Het besparingstempo is vergelijkbaar met dat in de periode 1985-1998. De CO<sub>2</sub>-emissie blijft achter bij het industriële energiegebruik doordat in toenemende mate aardgas wordt ingezet als brandstof voor warmte en elektriciteitsproductie. De emissie van fluorhoudende broeikasgassen is in 2010 ruim 4 miljard kg CO<sub>2</sub>-equivalenten per jaar lager dan in 1995, ondanks de toename van de productie, vooral door maatregelen in het kader van de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid (deel 1). Door groei van de productie nemen bij het vastgestelde beleid de emissies van CO<sub>2</sub> na 2010 weer toe (figuur 5.2.4).

### Verkeer en vervoer

De CO<sub>2</sub>-emissie door verkeer en vervoer neemt tussen 1995 en 2030 toe met 60 tot 90%. De toename is relatief sterk bij het goederenvervoer over de weg. De toename van het vrachtwagenkilometrage is groot (tussen 1995 en 2020 circa 100 tot 150% toename) en de verbetering in de brandstoffefficiëntie is beperkt, in totaal slechts enkele procenten in dezelfde periode. Momenteel is ongeveer de helft van de CO<sub>2</sub>-emissie door verkeer afkomstig van personenauto's. Tot 1990 zijn auto's zuiniger geworden, daarna is de gehele technische winst teniet gedaan doordat het wagenpark gemiddeld zwaarder is geworden en met grotere motoren is uitgerust (Van den Brink & Van Wee, 2000). Voor

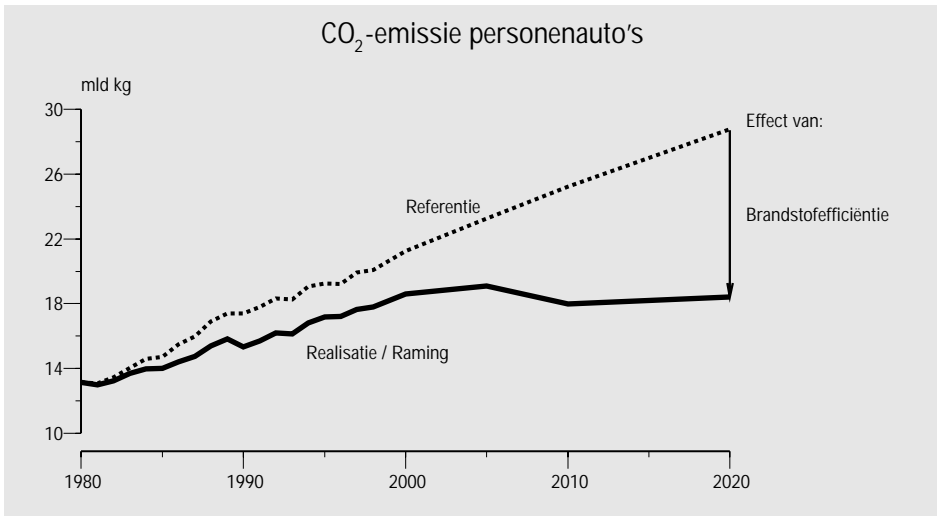


Figuur 5.2.4 CO<sub>2</sub>-emissie Nederland als gevolg van de industriële productie volgens het EC-scenario (Bron: Van Wee et al., 2000)

de toekomst wordt wel een efficiëntieverbetering verwacht (tussen 1995 en 2020: 20 tot 30%), vooral als gevolg van het zogenoemde *ACEA-convenant* (Feimann et al., 2000) met de Europese autofabrikanten, waarin de inspanningsverplichting is opgenomen om zuiniger auto's op de markt te brengen. Verder dragen de maatregelen uit de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid (deel 1) bij aan de efficiëntieverbetering (met name: differentiatie van de Belasting op Personenauto's en Motorrijwielen naar brandstofverbruik en bevordering van instrumenten als cruise-control en econometer). De efficiëntieverbetering zorgt ervoor dat de CO<sub>2</sub>-emissie van personenauto's tussen 1995 en 2020 met slechts 7% toeneemt, terwijl het autogebruik met circa 50% toeneemt (figuur 5.2.5). Zou daarentegen het convenant geen effect hebben en de economische groei op een hoog niveau blijven, dan neemt de CO<sub>2</sub>-emissie van personenauto's in deze periode toe met circa 20%. Het Bereikbaarheidsoffensief Randstad (Ministerie van V&W, 2000a) is niet in de prognoses meegenomen, en heeft een beperkte invloed op het landelijke niveau van autogebruik: 1 à 2% minder autogebruik (AVV, in voorbereiding). De CO<sub>2</sub>-emissie door andere vervoermiddelen (vooral: vrachtwagens en niet-wegverkeer) neemt tussen 1995 en 2030 toe met 100 tot 150%.

Na 2020 wordt een verdere toename van de CO<sub>2</sub>-emissie van verkeer en vervoer verwacht als gevolg van verdergaande volumegroei. De toename is het grootst bij de luchtvaart en het goederenwegvervoer; de toename van het autogebruik vlakt in de toekomst geleidelijk aan af. Een grote onzekerheid is of op termijn hybride voertuigen en voertuigen met een brandstofcel (die een hoger energetisch rendement hebben) een substantieel marktaandeel krijgen. Zouden deze voertuigen waterstof of biomassa als brandstof hebben, dan zou de toename van de CO<sub>2</sub>-emissie aanzienlijk lager kunnen uitvallen, afhankelijk van de wijze van brandstof-productie





Figuur 5.2.5 CO<sub>2</sub>-emissie van personenauto's volgens het EC-scenario op Nederlands grondgebied bij volledige effectiviteit van het ACEA-convenant (Bron: Feimann et al., 2000)

**CO<sub>2</sub>-emissie door zeescheepvaart en luchtvaart**

De CO<sub>2</sub>-emissies van de internationale zeescheepvaart en luchtvaart worden wel geregistreerd maar in IPCC-kader niet aan landen toegerekend. Uitgedrukt als percentage van de totale mondiale CO<sub>2</sub>-emissie is het aandeel circa 4%. Het aandeel in de CO<sub>2</sub>-emissie van verkeer en vervoer op mondiale schaal is circa 20%. De gemiddelde jaarlijkse toename in deze emissie bedroeg in de

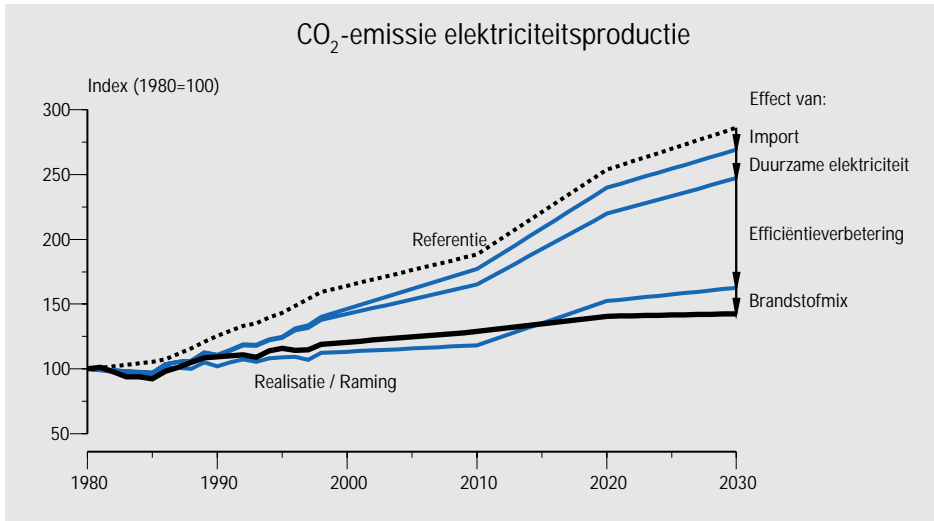
periode 1970-1995 bijna 1% voor de zeescheepvaart en ruim 3% voor de luchtvaart. De Verenigde Staten hebben een aandeel van bijna 45% in de internationale emissie door de luchtvaart. Ook bij de zeescheepvaart is de Verenigde Staten koploper met een aandeel van circa 25%. Tweede en derde zijn respectievelijk Nederland en Singapore met een aandeel van 9% (Olivier & Peters, 1999).

**Elektriciteitsproductie**

De CO<sub>2</sub>-emissie ten gevolge van de elektriciteitsproductie stabiliseert tussen 1995 en 2010, maar neemt daarna weer toe. De stabilisatie tot 2010 wordt bereikt ondanks de toenemende vraag naar elektriciteit, vooral door efficiëntieverbeteringen en door een toename van het aandeel duurzaam opgewekte elektriciteit (figuur 5.2.6). Na 2010 zijn de emissiereducerende factoren onvoldoende om de toename van de vraag naar elektriciteit te compenseren.

De toename van de CO<sub>2</sub>-emissies na 2010 zou met name in de electriciteitsvoorziening aanmerkelijk lager kunnen uitvallen als er doorbraken komen in de inzet van hernieuwbare energiebronnen. De mogelijkheden voor met name off-shore windenergie, gebruik van biomassa en zonnecellen zijn in ruime mate aanwezig. Onzekere factoren voor een snelle implementatie zijn vooral prijsontwikkeling en maatschappelijke belemmeringen. De CO<sub>2</sub>-emissie ten gevolge van de elektriciteitsproductie zou sterk kunnen worden verminderd door CO<sub>2</sub> af te vangen en ondergronds op te slaan. In combinatie met de brandstofcel zijn naast lagere CO<sub>2</sub>-emissies ook lagere emissies van stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>) en beperking van de geluidbelasting bereikbaar.

MILIEU IN NEDERLAND



Figuur 5.2.6 Ontwikkeling van de CO<sub>2</sub>-emissies als gevolg van het gebruik en de productie van elektriciteit in Nederland volgens het GC-scenario (Bron: Van Wee et al., 2000)

#### Klimaatveranderingen en gevolgen voor de Nederlandse waterhuishouding

Het ministerie van V&W onderzoekt de mogelijke gevolgen van klimaatverandering voor de Nederlandse waterhuishouding aan de hand van een drietal IPCC-scenario's (IPCC, 1995; Ministerie van V&W, 1997). Onderscheiden worden: een conservatief scenario ('beneden schatting'), een gemiddeld scenario ('centrale schatting') en een maximum scenario ('boven schatting'). Voor het verkennen van de ruimtelijke consequenties in het kader van de *Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening* gaat Rijkswaterstaat voor de rivieren en regionale watersystemen uit van de 'centrale schatting' en voor de kustzone van de 'boven schatting' in verband met de hoge risico's (Ministerie van V&W, 2000b, 2000c).

De belangrijkste verwachte veranderingen voor de waterhuishouding in Nederland zijn:

- Een zeespiegelstijging van 45 cm in 2050 en bijna een meter in 2100 ten opzichte van 2000 ('boven schatting');
- Een toename van de rivierafvoeren in de winter en een afname in de zomer. De huidige maatgevende afvoer (afvoer met kans op voorkomen van gemiddeld eens in de 1250 jaar, waarop de dijken worden gedimensioneerd) van de Rijn bij Lobith is 15.000 m<sup>3</sup>/s. Er wordt rekening gehouden met een maatgevende afvoer van de Rijn van 16.000 m<sup>3</sup>/s in de periode tot 2015 oplopend tot 18.000 m<sup>3</sup>/s na 2015 ('centrale schatting');
- Een verwachte toename van 10% van de hoe-

veelheid neerslag in de winter en een toename van het neerslagtekort in de zomer ('centrale schatting').

Naast de klimaatverandering hebben verschillende gebieden in Nederland ook te maken met bodemdaling als gevolg van aardgaswinning of ontwatering van veengronden. Op sommige plaatsen zal de bodem in 2050 meer dan 70 cm lager liggen dan nu (RIZA, 1999).

De gevolgen van klimaatverandering en bodemdaling voor de waterhuishouding in Nederland zijn:

1. De zeespiegelstijging en toename in piekafvoeren in de rivieren leiden, zonder aanvullende maatregelen, tot een toename van de kans op overstroming. Kernprobleem voor de veiligheid is dat de stabiliteit van nog hogere dijken in het benedenrivierengebied zonder extreem dure technieken niet meer te garanderen is als gevolg van slappe ondergrond, bodemdaling en verhoging van de waterstanden in de rivieren. De enige oplossingsrichting bij toenemende rivierafvoeren is het vergroten van de waterbergingscapaciteit bovenstrooms (zowel in Nederland als in het buitenland) en het vergroten van de afvoercapaciteit in het benedenrivierengebied. Daarnaast is van belang een voldoende brede en 'levende' duingordel.
2. De toename van de neerslag leidt in het landelijk gebied tot een toename van de kans op

wateroverlast als gevolg van een beperkte capaciteit voor opvang en afvoer van steeds meer neerslagwater. Derhalve worden de mogelijkheden bestudeerd om in de regionale watersystemen de benodigde waterbergingscapaciteit te realiseren (IPO, 2000).

3. De beschikbare zoetwatervoorraad in de zomer zal afnemen door het grotere neerslagtekort in de zomer en de verminderde rivieraf-

voeren. Dit vraagt om waterconserverende maatregelen.

4. In Laag Nederland neemt de zoute kwel (opwaarts gerichte grondwaterstroming) en zoutindringing via de Nieuwe Waterweg toe. Om verzilting tegen te gaan is voldoende aanvoer van zoet water van belang, maar de beschikbaarheid van zoet water zal naar verwachting afnemen (zie 3e punt).

## 5.3 Verzuring en grootschalige luchtverontreiniging

- *De emissies van de verzurende stoffen  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NH}_3$  en VOS blijven bij het vastgestelde beleid tot 2010 in het huidige tempo dalen. De NMP3-doelen voor 2010 voor deze stoffen blijven met het vastgesteld beleid buiten bereik. Na 2010 nemen de emissies in beperkte mate toe.*
- *De niveaus van de zure depositie en de stikstofdepositie zullen in 2030 ongeveer 60% boven het doelstellingsniveau van 2010 liggen.*
- *Voor fijn stof zijn de EU-normen voor 2005 voor het daggemiddelde niveau ook in 2030 niet haalbaar. Het jaargemiddelde niveau wordt wel gehaald. De indicatieve EU-normen voor 2010 zijn ook in 2030 volgens de huidige inzichten niet haalbaar.*
- *Het aantal dagen waarbij de ozonnorm voor blootstelling van mensen wordt overschreden ligt in de periode 2010-2030, gemiddeld over Nederland, onder de streefwaarde voor 2010 maar boven de lange termijn doelstelling.*
- *De kosten per kilo  $\text{NO}_x$ -reductie bij het vastgesteld verzuringsbeleid zijn in 2020 gemiddeld ruim twee maal hoger dan in 1995.*

### 5.3.1 Inleiding

De kwaliteit van de natuur in Nederland wordt beïnvloed door de depositie van luchtverontreinigende stoffen, via verandering van de bodemkwaliteit, maar ook door directe blootstelling aan stoffen in de lucht. Zwaveldioxide ( $\text{SO}_2$ ), stikstofoxiden ( $\text{NO}_x$ ) en ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) verstoren na depositie het evenwicht in de bodem. Deze stoffen hebben samen met ozon ( $\text{O}_3$ ) rechtstreeks invloed op planten. Fijn stof ( $\text{PM}_{10}$ ; deeltjes kleiner dan  $10\ \mu\text{m}$ ) en  $\text{O}_3$  worden gezien als de luchtverontreinigende stoffen met de grootste kans op nadelige gezondheidseffecten. Daarbij spelen zowel effecten door kortdurende als langdurende blootstelling een rol.

Emissies van de verzurende stoffen  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  en  $\text{NH}_3$  kunnen met elkaar worden vergeleken door ze uit te drukken in zuurequivalenten (z-eq). Eén kg van de drie stoffen komt overeen met respectievelijk 31 ( $\text{SO}_2$ ), 22 ( $\text{NO}_x$ ) en 59 ( $\text{NH}_3$ ) z-eq. Van de emissies van deze stoffen in Nederland komt een deel op Nederland terecht (depositie). Het deel dat op Nederland terecht komt, verschilt sterk per stof: voor  $\text{NH}_3$  is dit veel groter dan voor beide andere componenten. Uitgedrukt in z-eq depositie op Nederland leidt de emissie van 1 kg tot respectievelijk 6 ( $\text{SO}_2$ ), 2 ( $\text{NO}_x$ ) en 24 ( $\text{NH}_3$ ) z-eq.

Ozon wordt in de stratosfeer (de bovenste laag van de atmosfeer) gevormd door ultraviolet (UV) straling van de zon en in de troposfeer (de onderste 10 km van de atmosfeer) door reacties van vluchtige organische koolwaterstoffen (VOS) met  $\text{NO}_x$ . Met name gedurende zomerse dagen kan de hoeveelheid ozon tot overschrijding van de normen leiden. Een belangrijk deel van het in Nederland aanwezige fijn stof is een volgproduct van emissies van de verzurende stoffen  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$  en  $\text{NH}_3$ .

### 5.3.2 Doelstellingen en beleid

Voor al de genoemde stoffen, behalve ammoniak, is de buitenlandse bijdrage aan de Nederlandse concentraties groot, zodat alleen internationaal beleid tot wezenlijke verandering kan leiden. Reeds enkele decennia wordt emissiereductiebeleid gevoerd in Nederland en op EU-niveau. Het beleid richtte zich tot eind jaren tachtig vooral op SO<sub>2</sub> vanwege de directe effecten op gezondheid en landbouwgewassen. In de jaren tachtig werd de aandacht ook gericht op NH<sub>3</sub> en NO<sub>x</sub>.

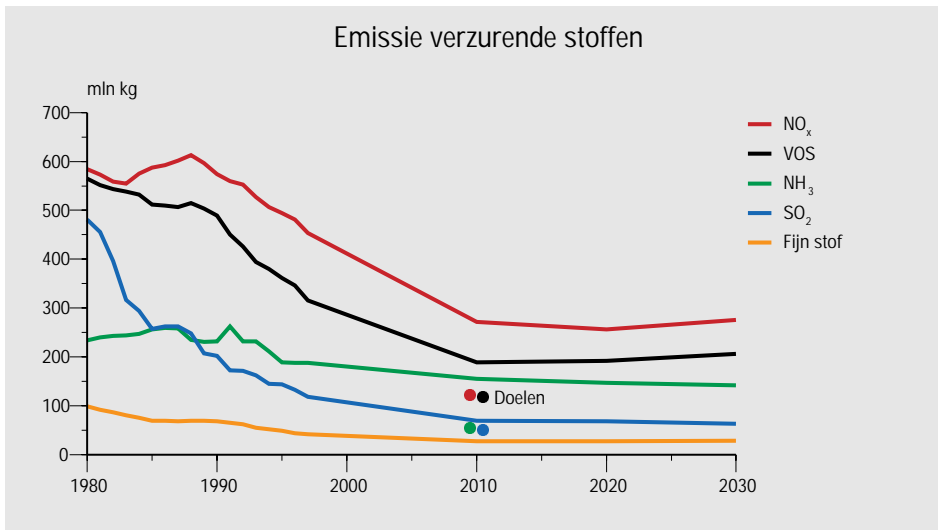
Sinds 1965, toen de SO<sub>2</sub>-emissie in Nederland piekte op 1070 miljoen kg, is de emissie met bijna een factor 10 afgenomen tot beneden het niveau van begin 1900. Voor NO<sub>x</sub> werd de piek in emissies in 1988 bereikt (630 miljoen kg). De huidige emissieniveaus zijn vergelijkbaar met die van begin zeventiger jaren. De NH<sub>3</sub>-emissie heeft de piek bereikt in 1986 (260 miljoen kg) en daalt sindsdien geleidelijk. Momenteel is het emissieniveau vergelijkbaar met het niveau in de tweede helft van de zeventiger jaren.

In het kader van de *Convention for long range transboundary air pollution* (UN/ECE, 1999a) zijn internationale afspraken gemaakt over nationale emissieplafonds in 2010. De verplichting voor SO<sub>2</sub> impliceert een verscherping van het bestaande nationale doel. De verplichting voor de overige stoffen laat een hoger niveau dan het huidige nationale doel toe. Bij de emissieniveaus van 2010 volgens het NMP3 wordt 50% van de ecosystemen beschermd tegen de effecten van verzuring (zie tabel 5.3.1).

Belangrijke instrumenten in het verzuringsbeleid tot medio 1997 waren de Europese emissienormering voor vracht-, personen- en bestelwagens, het *Besluit Emissie Eisen Stookinstallaties (BEES)*, het *Koolwaterstoffen-2000 programma*, en het *Besluit Gebruik Dierlijke Meststoffen* in de landbouw. Nieuw beleid sinds medio 1997 betreft voor NO<sub>x</sub> en SO<sub>2</sub> de verdere aanscherpingen van emissie-eisen voor verkeer, verlaging van het zwavelgehalte van motorbrandstoffen (wegverkeer, zeescheepvaart), en het zogenoemde systeem van kostenverevening voor grote stationaire NO<sub>x</sub>-bronnen. Dit systeem is erop gericht door middel van verhandelbare emissierechten de gezamenlijke taakstelling voor 2005 voor de doelgroepen industrie, raffinaderijen en de energiesector op een kosteneffectieve manier te bewerkstellingen. Nieuwe VOS-maatregelen komen voort uit de *EU-oplosmiddelenrichtlijn* en het Arbo-beleid gericht op reductie van blootstellingrisico's in de werksituatie.

Tabel 5.3.1 Emissiedoelen van verzurende stoffen (Bron: Van Wee et al., 2000)

	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>	VOS
	<i>kton</i>			
Emissie 1995	142	490	190	368
Doel NMP3-2000/2005	92	249	80	193
Doel NMP3-2010	56	120	54	117
Doel UN-ECE-2010	50	260	128	191



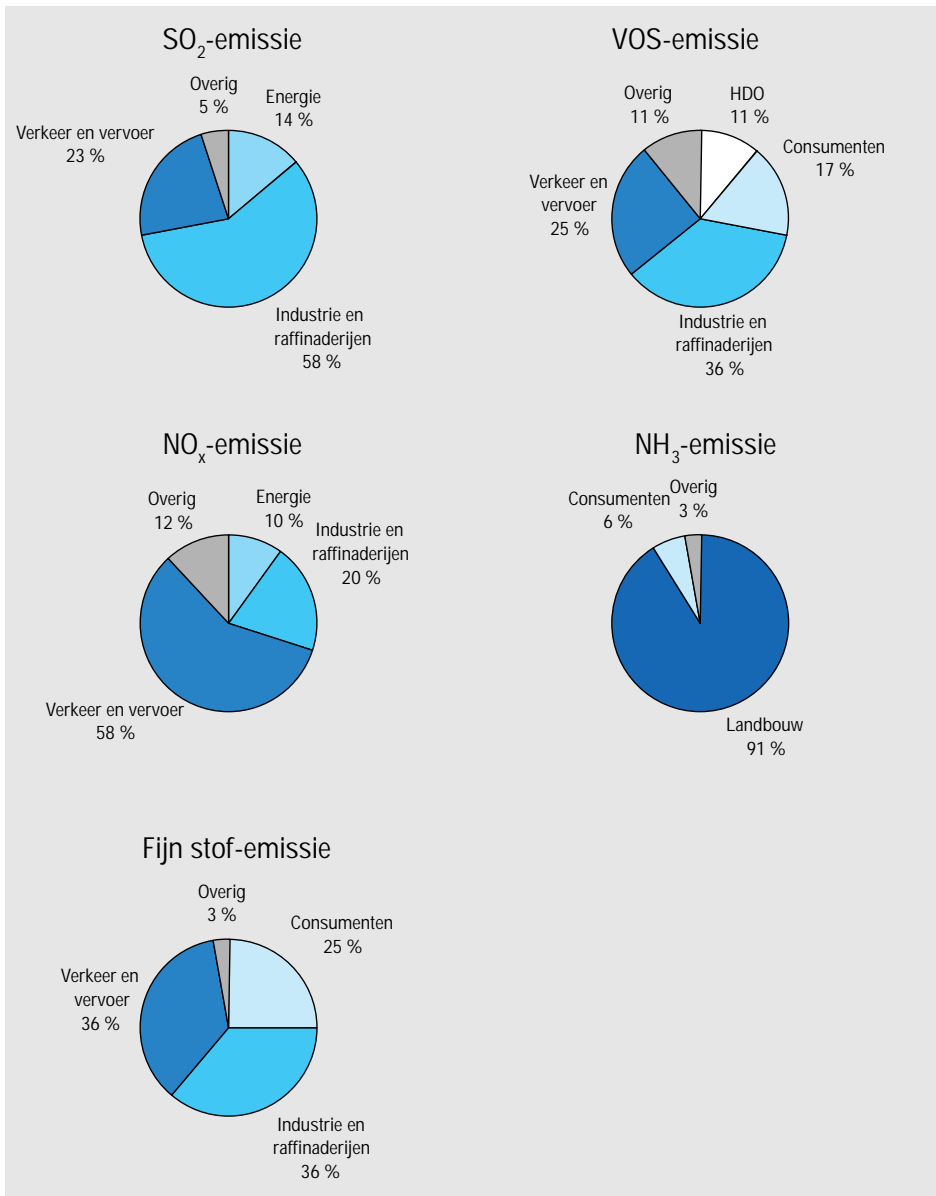
Figuur 5.3.1 Emissies van verzurende stoffen in Nederland volgens het EC-scenario (Bron: Van Wee et al., 2000)

### 5.3.3 Emissies

In 2030 zullen de emissies van de verzurende stoffen, vooral dankzij het verzuringsbeleid, ruimschoots zijn gehalveerd ten opzichte van 1980 (figuur 5.3.1). Het niveau van emissies ligt echter ook dan nog aanzienlijk boven de NMP3-doelen voor 2010. Het probleem is het grootst voor NH<sub>3</sub>, gevolgd door NO<sub>x</sub>, VOS en SO<sub>2</sub>. Met het huidige beleid komen de internationale geldende plafonds voor NO<sub>x</sub> en VOS in beeld (emissie maximaal 10% hoger dan het doel). De bijdragen van de belangrijkste doelgroepen aan de totale emissies verschillen per stof (figuur 5.3.2).

#### SO<sub>2</sub>-emissies

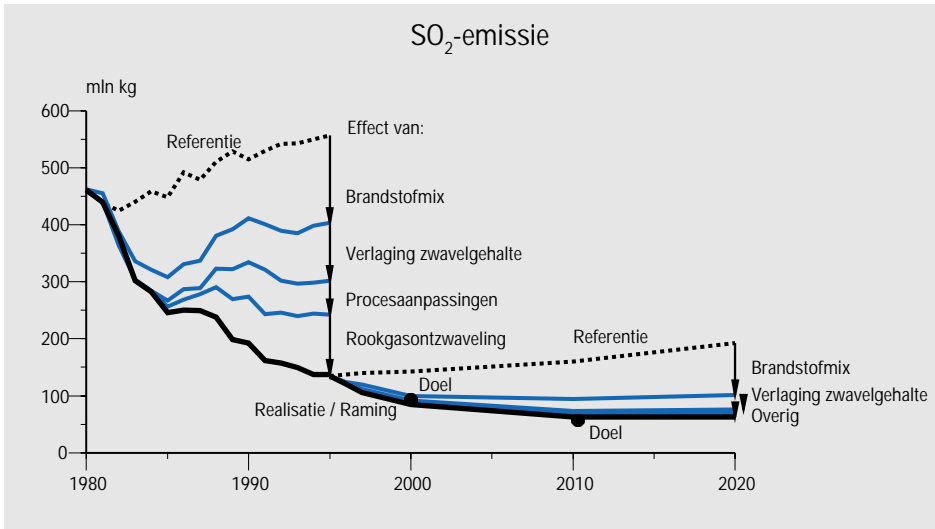
Zwavel dioxide emissies komen vrij door inzet van zwavelhoudende brandstoffen (olie, diesel, kolen) bij industrie, verkeer, elektriciteitsproductie en raffinaderijen. Deze emissies zijn in 2020 ongeveer 60% lager dan in 1995. Industriële procesemissies (niet gerelateerd aan verbranding van fossiele brandstoffen) zijn dan dominant. Sinds 1980 is de SO<sub>2</sub>-emissie sterk gedaald (ruim 70%) door verschuivingen in brandstofmix (minder olie, meer kolen en gas), het verlagen van het zwavelgehalte in brandstoffen in alle sectoren en door procesaanpassingen, bijvoorbeeld het verhogen van het terugwinrendement van ontzwavelingsinstallaties bij de raffinage van olie. Daarnaast is rookgasontzwaveling toegepast in de elektriciteitssector (figuur 5.3.3). Toekomstige reductie is vooral het gevolg van verschuivingen in de brandstofmix, met name door verdergaande overschakeling op gas als brandstof voor raffinaderijen en elektriciteitscentrales en in mindere mate door verlaging van het zwavelgehalte van brandstoffen. De emissiedaling blijft echter achter bij de aanscherping van het doel.



Figuur 5.3.2 Emissies van verzurende stoffen per doelgroep in Nederland in 2020 volgens het EC-scenario (Bron: Van Wee et al., 2000)

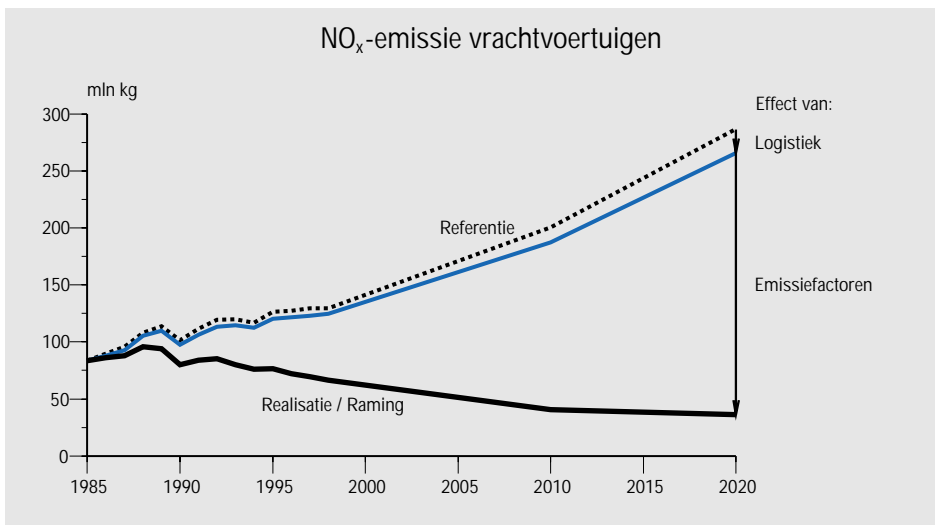
### NO<sub>x</sub>-emissies

Verkeer heeft in 2020 een bijdrage van circa 60% aan het nationale totaal van de emissies van stikstofoxiden; grote industriële stookinstallaties en energiecentrales dragen circa 25% bij en de kleine stationaire bronnen 15%. Zowel de verkeersemissies als de grote stationaire NO<sub>x</sub>-bronnen hebben in 2020 hun emissies gereduceerd met circa 50% ten opzichte van 1995. Ondanks de toename van het personenauto- en vrachtwagenge-



Figuur 5.3.3 SO<sub>2</sub>-emissies van de gezamenlijke doelgroepen in Nederland volgens het EC-scenario (Bron: Van Wee et al., 2000)

bruik neemt de NO<sub>x</sub>-emissie door het wegverkeer tussen 1995 en 2030 af (circa 40-65%), vooral als gevolg van aanscherpingen van emissie-eisen (in het GC-scenario: *Euro IV*; in het EC-scenario *Euro V* voor vrachtovertuigen). De NO<sub>x</sub>-doelstelling voor wegverkeer van 65 miljoen kg in 2010 wordt naar verwachting niet gehaald. Dit niveau wordt naar verwachting in 2020 wel gerealiseerd, mits de *Euro V*-emissie-eisen voor vrachtwagens tijdig worden ingevoerd (figuur 5.3.4).



Figuur 5.3.4 NO<sub>x</sub>-emissie in Nederland door vrachtovertuigen volgens het EC-scenario (Bron: Van Wee et al., 2000)



Bij de emissies van  $\text{NO}_x$  en  $\text{SO}_2$  door verkeer neemt het belang van de zeescheepvaart en de binnenvaart toe. De reden hiervan is dat de emissies door het wegverkeer als gevolg van regelgeving voor  $\text{NO}_x$ -emissie en verlaging van het zwavelgehalte sterk zijn verminderd en in de toekomst verder worden verminderd; regelgeving voor de binnenvaart en de zeescheepvaart loopt hierbij achter.

#### Bijdrage scheepvaart aan verzurende emissies

In 1995 was het aandeel van de binnenvaart en zeescheepvaart in de totale  $\text{SO}_2$ -emissie door verkeer en vervoer bijna 50%. Voor  $\text{NO}_x$  was dit in 1995 circa 15%. Het aandeel in de  $\text{SO}_2$ -emissie neemt de komende jaren toe tot circa 75% in 2010 ondanks dat het wettelijk maximum zwavelgehalte van stookolie omstreeks 2003 wordt verlaagd en voor  $\text{NO}_x$ -emissie tot bijna 40%. De verklaring hiervoor is dat de afname van de  $\text{SO}_2$ -emissie door het wegverkeer sterker is dan de afname bij de scheepvaart doordat de zwavelgehalten van brandstoffen in het wegverkeer op gezag van de Europese Unie in de periode 1995-

2010 aanzienlijk moeten worden verlaagd: in 2010 is het zwavelgehalte van diesel bijvoorbeeld meer dan 95% lager dan in 1995. Het grootste deel van de emissies van de scheepvaart vindt buitengaats plaats en wordt niet aan landen toegerekend. Als de emissie door alle zeescheepvaart op het continentale plat aan Nederland worden toegerekend, dan nemen de emissies van  $\text{SO}_2$  door Nederland toe met 65% en de  $\text{NO}_x$ -emissies met 25%. De bijdrage van de zeescheepvaart aan de totale Nederlandse  $\text{SO}_2$ -emissie neemt dan toe van ruim 10 tot bijna 50%. Voor  $\text{NO}_x$  neemt de bijdrage toe van 5 naar 25% (Feimann *et al.*, 2000).

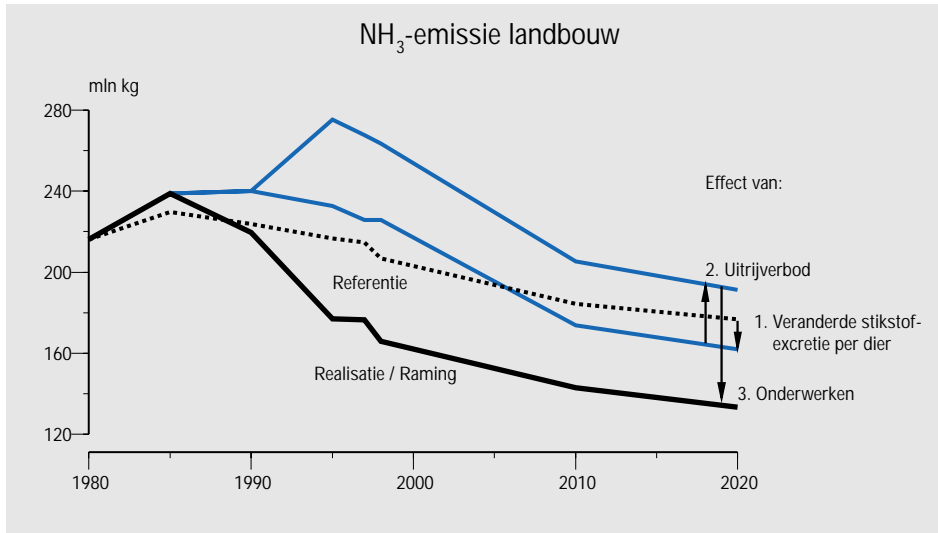
In 2010 zullen de industriële  $\text{NO}_x$ -emissies naar verwachting halveren ten opzichte van 1995 onder invloed van het instrument kostenverevening, dat naar verwachting op korte termijn wordt ingevoerd. Door aanscherping van de BEES-emissie-eisen bij kleine industriële bronnen die buiten het systeem van kostenverevening vallen (dit is nog geen vastgesteld beleid, maar al wel in discussie) zijn verdere reducties van de  $\text{NO}_x$ -emissie mogelijk van 5 tot 10 miljoen kg in 2020.

#### **$\text{NH}_3$ -emissies**

De landbouw heeft anno 2000 een aandeel van meer dan 90% in de totale ammoniakemissie. In 2020 is de  $\text{NH}_3$ -emissie circa 20 tot 30% lager dan in 1995 (figuur 5.3.5). Deze daling is voornamelijk terug te voeren op de daling van het aantal dieren. De resultaten zijn afhankelijk van de mate waarin akkerbouwers bereid zijn contracten af te sluiten voor de acceptatie van dierlijke mest zoals bij de *Integrale aanpak mestproblematiek* (Ministerie van LNV, 1999b) wordt verwacht. De toekomstige ammoniakdepositie is mede afhankelijk van het succes van het mestbeleid (zie paragraaf 5.4.4). Indien voldoende afzet kan worden gevonden voor dierlijke mest, dan zijn aanvullende maatregelen nodig om de Gothenburg-afspraken na te komen. Als de bereidheid onder akkerbouwers om kunstmest te vervangen door dierlijke mest gering is, zal de veestapel kleiner uitvallen en kunnen de Gothenburg-afspraken worden gerealiseerd.

#### **VOS-emissies**

Emissies van vluchtige organische koolwaterstoffen vinden plaats bij het verwerken van aardolie, het gebruik van brandstof in het verkeer en van oplosmiddelen in bijvoorbeeld verf. Door de reeds afgesproken eisen zijn de VOS-emissies door het verkeer in 2020 circa 65% lager dan in 1995. Een halvering in 2010, ten opzichte van 1995, van de VOS-emissie uit verf is mogelijk bij handhaving van de huidige beleidsdruk, onder

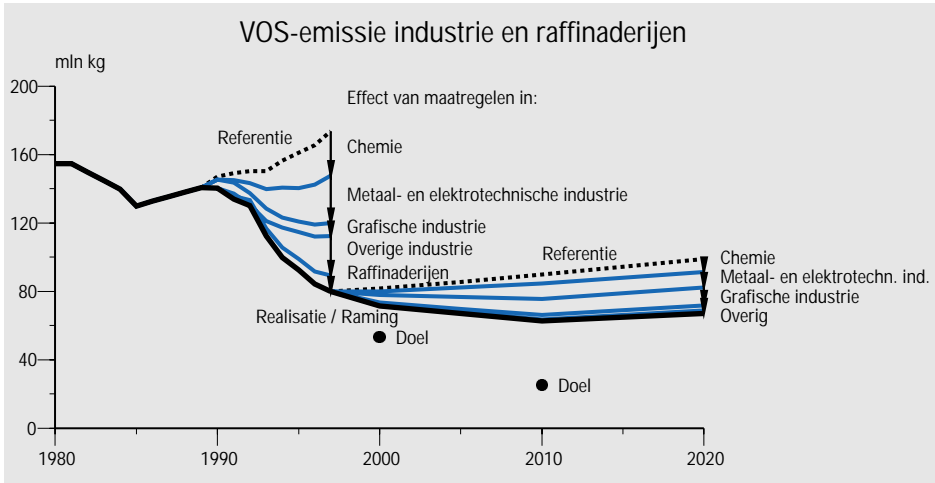


Figuur 5.3.5 NH<sub>3</sub>-emissies van de landbouw in Nederland volgens het EC-scenario (Bron: Van Wee et al., 2000)

invloed van Europese afspraken over VOS-emissieplafonds en de nationale VOS-doelstellingen. Dit komt neer op een voortzetting van het beleid dat gevoerd is onder KWS2000, waarin het beleid van het afgelopen decennium is vastgelegd. Is alleen het Arbo-beleid effectief, waarin specifieke concentratienormen voor VOS staan, dan stabiliseert de VOS-emissie uit verven op het niveau van 1995. De VOS-emissies van industrie en raffinaderijen dalen tussen 1995 en 2010 met 25-35% (figuur 5.3.6).

### **Fijn stof emissies**

Fijn stof emissies komen vooral vrij bij onvolledige verbranding van fossiele brandstoffen en door mechanische processen in de industrie, bandenslijtage in het verkeer en op- en overslag. Door aanscherping van de emissie-eisen in het verkeer, verdere overschakeling van olie naar gas als brandstof in de raffinage en maatregelen in de industrie daalt de emissie tussen 1995 en 2020 met circa 40%. Doordat de emissies van veel grote bronnen afnemen, neemt het relatieve belang van diffuse bronnen toe. Van die diffuse bronnen is de betrouwbaarheid van de emissiegegevens minder dan van de grote bronnen.



Figuur 5.3.6 VOS-emissie door industrie en raffinaderijen in Nederland volgens het EC-scenario (Bron: Van Wee et al., 2000)

### 5.3.4 Luchtkwaliteit en depositie

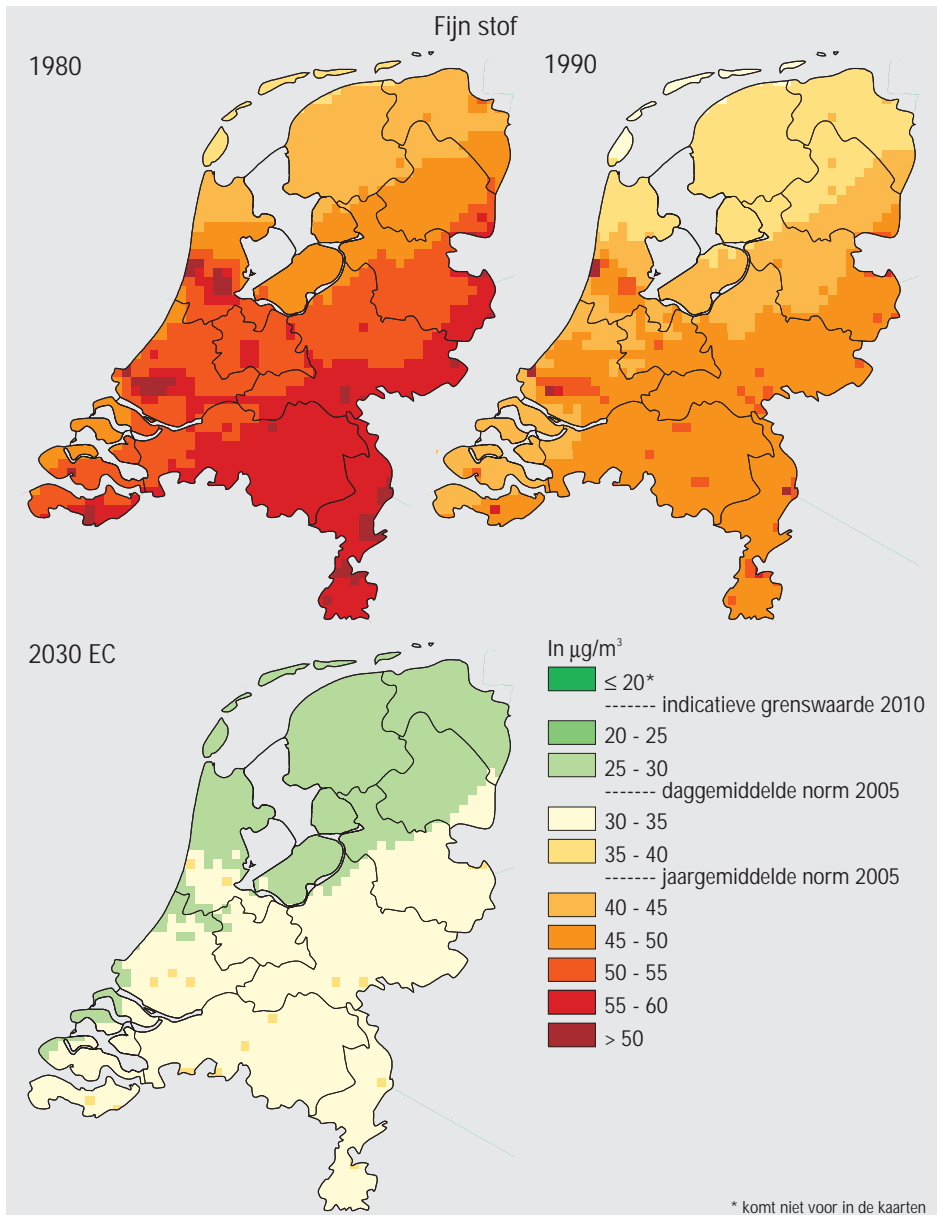
#### Luchtkwaliteit

De SO<sub>2</sub>-concentraties zijn de laatste 10 jaar sterk gedaald. Daardoor komen normoverschrijdingen de laatste jaren niet meer voor. Dit in tegenstelling tot NO<sub>x</sub>, waar de luchtkwaliteitsnorm, gemiddeld over de laatste paar jaar, op ongeveer 65% van het Nederlands grondgebied wordt overschreden. In 2030 zal normoverschrijding voor NO<sub>x</sub> nog steeds voorkomen, op 10 tot 30% van het Nederlands grondgebied. Dit vindt grotendeels plaats in bebouwd gebied en langs snelwegen en in mindere mate in natuurgebieden.

De Europese Unie stelt voor 2010 ter bescherming van ecosystemen een norm (AOT 40) voor ozon van 17.000 µg·m<sup>-3</sup>·uur gemiddeld over 5 jaar. De voorgestelde lange termijn streefwaarde bedraagt 6000 µg·m<sup>-3</sup>·uur. De norm voor 2010 lijkt voor de periode 2010-2030 realiseerbaar voor Nederland gemiddeld. De lange termijn norm voor ecosystemen wordt in 2030 in heel Nederland overschreden, gemiddeld met 200% (17.000-18.000 µg·m<sup>-3</sup>·uur). De voorgestelde 2010-norm wordt thans op circa 50% van het Nederlands grondgebied overschreden, met name in Zuidoost-Nederland.

Bij de normstelling voor fijn stof is onderscheid gemaakt tussen situaties voor chronische en acute blootstelling (smog). De acute daggemiddelde norm voor fijn stof is het meest stringent en mag na 2005 niet meer dan 35 dagen per jaar boven de 50 µg/m<sup>3</sup> uitkomen. In 2010 zou dit moeten worden beperkt tot 7 overschrijdingen. Het jaargemiddelde mag in 2005 niet boven de 40 µg/m<sup>3</sup> uitkomen en indicatief is gesteld dat in 2010 een jaargemiddelde doelstelling voor de Europese Unie van 20 µg/m<sup>3</sup> zal gelden. De bijdrage van natuurlijke bronnen is nog niet vastgesteld. Voor Nederland wordt uitgegaan van een bijdrage van 8-15 µg/m<sup>3</sup>. De indicatieve doelstelling, op basis van een Europese evaluatie in 2003, zal worden heroverwogen rond 2005.

Circa 75% van het zwevend stof in de lucht is kleiner dan  $10\ \mu\text{m}$ . Overschrijding van de normen vindt in vrijwel heel Nederland plaats, hoewel de fijn stof concentratie sinds de zeventiger jaren met circa 50% gedaald is. Een reductie van de bevolkingsgewogen blootstelling in de periode 1998-2010/2030 in de orde van 25% lijkt mogelijk, mede onder invloed van het verzuringbeleid. Niettemin zal de indicatieve EU-grenswaarde van  $20\ \mu\text{g}/\text{m}^3$  in de periode 2010-2030 nog steeds worden overschreden (figuur 5.3.7).



Figuur 5.3.7 Concentratie fijn stof in 1980, 1990 en EC 2030 (Bron: Eerens et al., 2000)

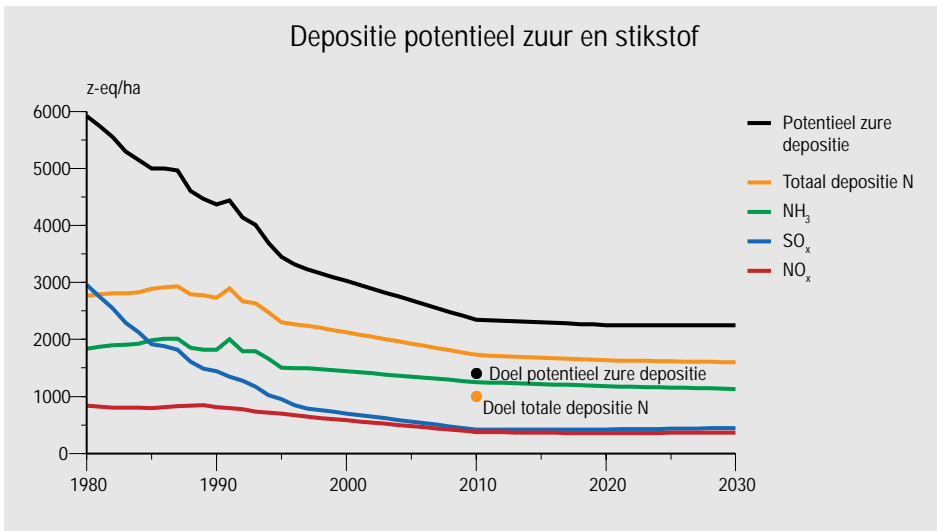
### Depositie

Met uitvoering van het vastgesteld beleid ligt de stikstofdepositie in 2030 600-700 mol boven de doelstelling voor 2010 (1000 mol N/ha; 80% van de natuur beschermd). Relatief hoge deposities van stikstof zijn te vinden op de zandgronden (de concentratiegebieden van intensieve veehouderij) met piekniveaus van 4000 mol/ha. Momenteel ligt de gemiddelde depositie over Nederland meer dan factor 2 boven de doelstelling voor 2010 (figuur 5.3.8).

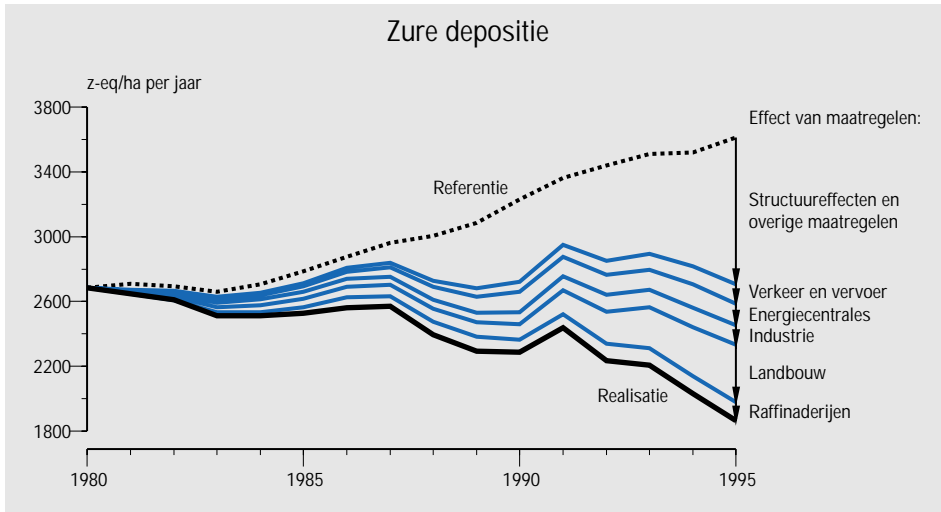
De zure depositie in Nederland varieert van minder dan 2400 z-eq/ha in Noord-Nederland tot 7000 z-eq/ha nabij sommige landbouwgebieden in Zuidoost-Nederland. De grootste bijdrage (circa 40%) in de reductie van de depositie is afkomstig van de landbouw. De belangrijkste maatregelen die geleid hebben tot een afname van depositie van potentieel zuur in Nederland zijn het tegengaan van oppervlakkige aanwending van mest en uitrijverboden, ontzwavelingsinstallaties voor de energieopwekking en de inzet van zwavelarme brandstoffen bij raffinaderijen (figuur 5.3.9).

Bij het vastgesteld beleid ligt de depositie in 2030 zo'n 800-900 z-eq boven de doelstelling voor 2010 (1400 z-eq/ha, 50% van de natuur beschermd). In het zuiden is de depositie hoger dan in het noorden (figuur 5.3.10).

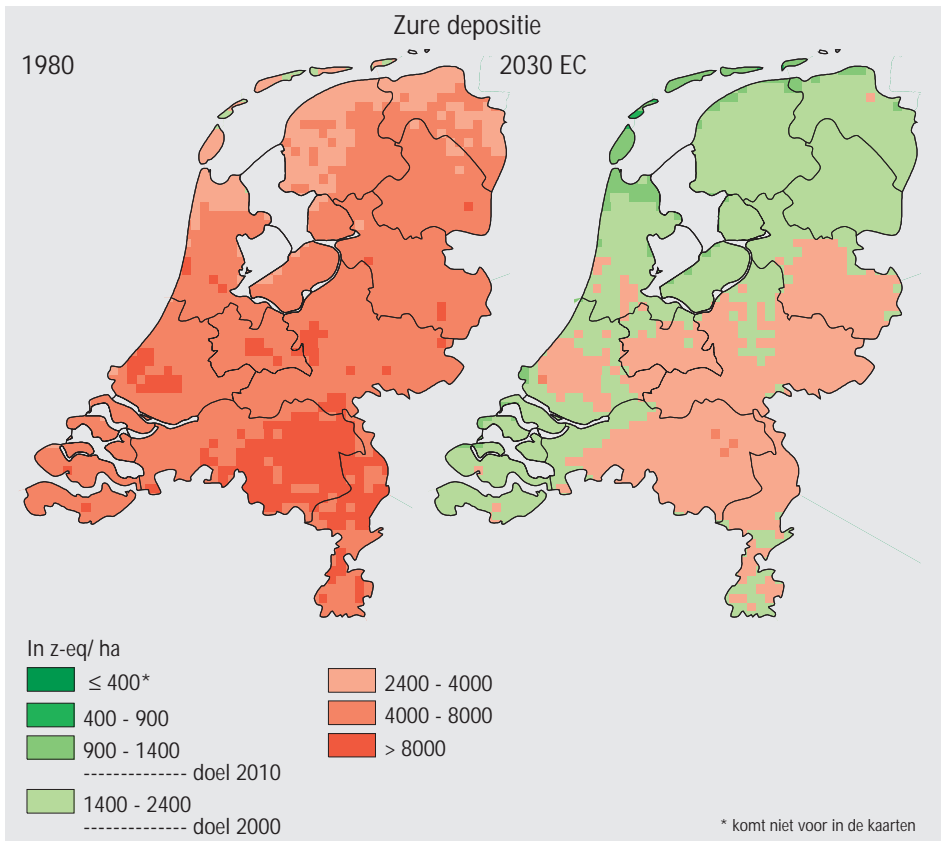
De belangrijkste veranderingen in de depositieniveaus tot 2030 zijn het gevolg van een verdere daling van de SO<sub>2</sub>-emissie in het buitenland. In 2030 is de bijdrage van Nederlandse emissiebronnen aan de depositie het grootst voor NH<sub>3</sub> (circa 80%) en het kleinst voor SO<sub>x</sub> (circa 35%). Voor NO<sub>x</sub> is de bijdrage 40-45%.



Figuur 5.3.8 Depositie potentieel zuur en stikstof in Nederland volgens het EC-scenario (Bron: Eerens et al., 2000)



Figuur 5.3.9 Invloed van Nederlandse beleidsmaatregelen op het Nederlandse aandeel in de potentieel verzurende depositie op Nederland volgens het EC-scenario (Bron: Eerens et al., 2000)



Figuur 5.3.10 Zure depositie, 1980 en EC 2030 (Bron: Eerens et al., 2000)

### Evaluatie verzuringdoelstellingen

In het derde Milieubeleidsplan is een evaluatie van de verzuringdoelstellingen aangekondigd. De vraag was of nieuwe wetenschappelijke inzichten aanleiding zijn tot het aanpassen van de (depositie)-doelstellingen. De vierde Milieuverkenning (RIVM, 1997a) gaf aan dat het bereiken van de emissiedoelen voor NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub> in 2010 zeer ingrijpende en kostbare inspanningen vergen. Daarna vonden internationale onderhandelingen plaats over nieuwe verzuringdoelen, zowel bij UN-ECE (inmiddels uitgemond in het *Gothenburg protocol*) als bij de Europese Unie. De vigerende doelen zijn afkomstig uit het *Bestrijdingsplan Verzuring* uit 1989, het gelijktijdig verschenen *Eerste Nationaal Milieubeleidsplan* en het *Plan van Aanpak Ammoniakemissie uit de Landbouw*. Wat betreft de effecten op gezondheid, directe effecten op gewassen en schade aan materialen geeft de actualisering van de wetenschappelijke kennis geen aanleiding tot wijziging van de doelstellingen. De meeste veranderingen in de wetenschappelijke inzichten hebben plaatsgevonden bij het vaststellen van de zogeheten kritische niveaus voor de depositie van stikstof en zuur op de bodem. Nieuw ten opzichte van het *Bestrijdingsplan Verzuring* en ook ten opzichte van de *Derde Fase Additioneel Programma Verzuringonderzoek (APV-3)* is dat het nu veel beter mogelijk is om de gevolgen vast te stellen van depositie van verzurende stoffen en totaal stikstof op de soortensamenstelling in ecosystemen. De kritische depositieniveaus voor ecosystemen blijken lager te liggen dan die waarbij wortelschade en verminde-

ring van de houtgroei, beide maten voor de bosvitaliteit, optreden. Een vergelijking van de huidige inzichten met die ten tijde van het opstellen van het *Bestrijdingsplan Verzuring*, laat de volgende verschillen zien:

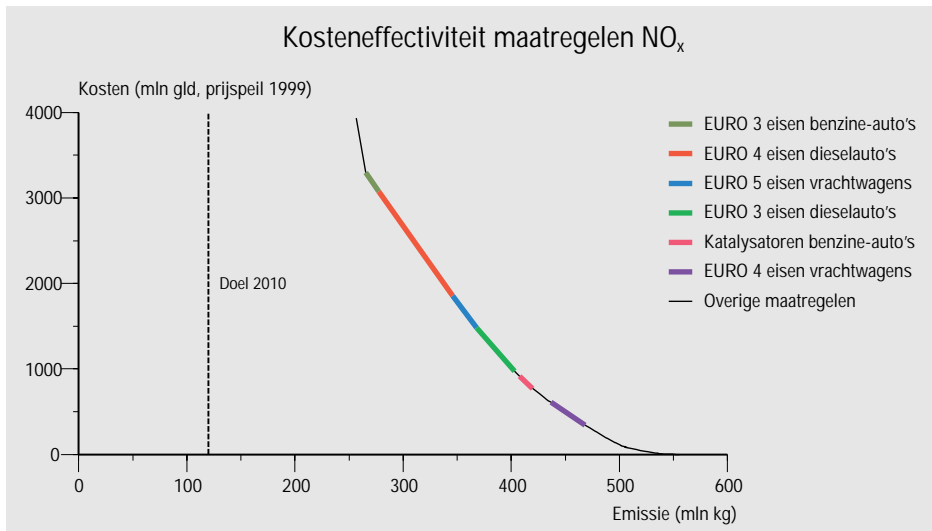
- kritische belastingen gerelateerd aan effecten op de soortensamenstelling van natuurlijke vegetaties en de grondwaterkwaliteit (voor stikstof) liggen thans in het algemeen in dezelfde orde van grootte als indertijd werd gedacht.
- kritische belastingen gerelateerd aan effecten op de wortels van natuurlijke vegetaties en bossen en de grondwaterkwaliteit (voor aluminium) liggen nu beduidend hoger indertijd werd gedacht.
- kritische belastingen gerelateerd aan effecten op bosgroei liggen mogelijk hoger dan die welke eerder zijn afgeleid voor effecten gebaseerd op natuurlijke stress en verstoring van de nutriëntenbalans.

De onderbouwing van de depositiedoelstelling voor zure depositie van 1400 mol/ha vond in de tachtiger jaren plaats op basis van het optreden van wortelschade. Het eindrapport van het APV-3 in 1995 gaf reeds aan dat de kritische belasting hoger kan liggen dan indertijd verondersteld. Deze conclusie staat nog steeds. Echter, verandering van de soortensamenstelling in ecosystemen treedt bij veel lagere depositieniveaus op dan schade aan wortels bij bomen. Voorts is het met de huidige kennis beter mogelijk de depositiedoelen regionaal te differentiëren.

## 5.3.5 Kosteneffectiviteit NO<sub>x</sub> en verzuring

### **Kosteneffectiviteit NO<sub>x</sub>**

De NO<sub>x</sub>-emissie ligt bij het vastgesteld beleid volgens het EC-scenario in 2020 nog bijna 140 miljoen kg boven het NMP3-doel voor 2010 van 120 miljoen kg. De kosteneffectiviteit van de voorgenomen maatregelen in 2020 bedraagt gemiddeld 13 gulden per kilo NO<sub>x</sub>. Met die maatregelen wordt ten opzichte van 1995 circa 300 miljoen kg NO<sub>x</sub>-emissie vermeden. De duurste maatregel betreft de invoering van Euro IV-normen bij personenauto's (benzine); de (marginale) kosteneffectiviteit van deze maatregel bedraagt meer dan 70 gulden per kilo NO<sub>x</sub>. De maatregel heeft overigens ook effect op andere stoffen. In 1995 bedroeg de gemiddelde kosteneffectiviteit nog ruim 6 gulden per kilo NO<sub>x</sub> en was de kosteneffectiviteit van de duurste maatregel bijna 12 gulden per kilo NO<sub>x</sub>. Ongeveer 130 van de genoemde 300 miljoen kg NO<sub>x</sub>-emissie kunnen worden vermeden door het nemen van de maatregelen die minder dan 10 gulden per kilo NO<sub>x</sub> kosten (zie *figuur 5.3.11* en Van Wee *et al.*, 2000).



Figuur 5.3.11 Kosteneffectiviteitscurve  $\text{NO}_x$  voor 2020 ten opzichte van 1995 volgens het EC-scenario (Bron: Van Wee et al., 2000)

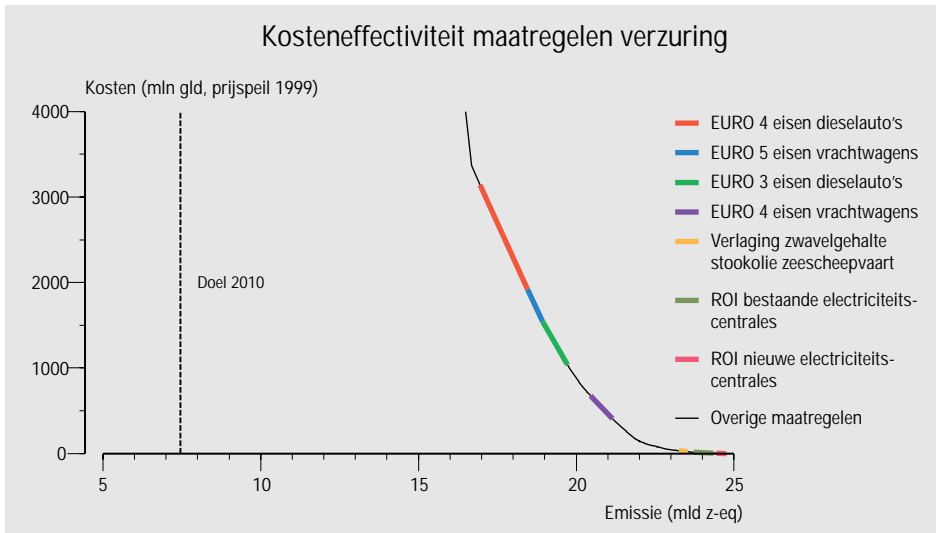
Van de totale hoeveelheid vermeden  $\text{NO}_x$ -emissie wordt bijna tweederde deel gerealiseerd door het steeds verder aanscherpen van de emissie-eisen voor het wegverkeer. Deze verkeersmaatregelen kosten in 2020 gemiddeld ruim 17 gulden per kilo  $\text{NO}_x$  en zijn derhalve relatief duur. Deze maatregelen reduceren echter niet alleen de  $\text{NO}_x$ -emissie maar ook de emissie van VOS, fijn stof en koolmonoxide. De kosteneffectiviteit van deze groep maatregelen is in werkelijkheid dus gunstiger, dan wanneer uitsluitend naar  $\text{NO}_x$  wordt gekeken. Daarnaast is het van belang dat door de veelal kortere afstand tussen bron en ontvanger bij het wegverkeer, een emissiereductie bij het wegverkeer in het algemeen een groter effect heeft op de lokale luchtkwaliteit dan een vergelijkbare emissiereductie van dezelfde stof door bijvoorbeeld een chemische installatie of elektriciteitscentrale (Van Wee et al., 1999).

### **Kosteneffectiviteit Verzuring**

Als de kosteneffectiviteit van emissiereductie worden afgestemd op de emissie (ongeacht de locatie van de depositie), dan ziet het beeld er anders uit dan wanneer de depositie op Nederland van die emissie centraal zou staan: emissiereductie van  $\text{NH}_3$  is ten opzichte van reductie van  $\text{NO}_x$  en  $\text{SO}_2$  aantrekkelijker voor Nederland als van depositie uit wordt gegaan. In 2020 worden bijna 9 miljard z-eq meer geëmitteerd dan de NMP3-doelstelling voor deze drie stoffen in 2010. In totaal wordt in 2020 ten opzichte van 1995 met het vastgesteld anti-verzuringbeleid gericht op  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$  en  $\text{NH}_3$  circa 8 miljard z-eq vermeden.

De kosteneffectiviteit van de ingezette maatregelen is gemiddeld bijna 500 gulden per 1000 z-eq (figuur 5.3.12). De duurste maatregel betreft de invoering van Euro IV-normen bij personenauto's (benzine); de (marginale) kosteneffectiviteit van deze maatregel





Figuur 5.3.12 Kosteneffectiviteitscurve verzuring voor 2020 ten opzichte van 1995 volgens het EC-scenario (Bron: Van Wee et al., 2000)

bedraagt meer dan 3000 gulden per 1000 z-eq. Ter vergelijking: de gemiddelde kosteneffectiviteit van de genomen maatregelen in 1995 bedroeg ruim 80 gulden per 1000 z-eq, variërend van minder dan 15 gulden per 1000 z-eq voor de rookgasontzwaveling van energiecentrales, tot circa 525 gulden per 1000 z-eq voor de driewegkatalysator bij personenauto's. Ruim 40% van de in 2020 hoeveelheid vermeden z-eq ten opzichte van 1995 kan door het huidige beleid voor minder dan 500 gulden per 1000 z-eq worden vermeden. Vrijwel alle maatregelen die in 2020 die meer dan 500 gulden per 1000 z-eq kosten, worden door de doelgroep verkeer genomen. Aanvullende maatregelen ten opzicht van het vastgesteld beleid hoeven niet duurder te zijn dan de maatregelen die bij vastgesteld beleid worden getroffen. Het vastgesteld beleid resulteert in relatief dure verkeersmaatregelen, terwijl bij andere sectoren nog diverse maatregelen getroffen kunnen worden die goedkoper zijn.

**Methode kosteneffectiviteit**

Voor het bepalen van de kosteneffectiviteitscurve voor NO<sub>x</sub> en verzuring zijn voor 2020 ten opzichte van 1995 de kosten en effecten in beeld gebracht van specifiek op NO<sub>x</sub>-reductie of verzuring gerichte maatregelen die bij het vastgesteld beleid worden genomen (figuur 5.3.11 en figuur 5.3.12). Voor een deel betreft het verdere invoering van maatregelen die ook in 1995 al effect hadden. De na 1995 nieuw ingezette maatregelen zijn echter dominant in 2020, zowel wat betreft aantal, effecten en kosten. De kosten van de maatregelen zijn volledig toegerekend aan NO<sub>x</sub> of verzuring, ook als een maatregel effect heeft op meerdere stoffen. Maatregelen gericht op bijvoorbeeld CO<sub>2</sub> en

SO<sub>2</sub> zijn niet in de NO<sub>x</sub>-curve opgenomen. Maatregelen die primair gericht zijn op andere stoffen dan verzurende, zijn niet in de verzuringscurve opgenomen. Het effect van energiebesparingsmaatregelen is niet zichtbaar in de curve. Uiteraard is dit effect wel meegenomen in de geprognostiseerde emissie; de afstand tussen doel en effect na de duurste maatregel is dus inclusief het effect van overige maatregelen, zoals energiebesparing. Maatregelen waarvan het effect in 2020 kleiner is dan in 1995, zijn niet in de curve opgenomen. Een voorbeeld zijn de zogenaamde *Scot-installaties* bij raffinaderijen, waar door aanpassingen van het productieproces het effect van deze

toegevoegde voorziening afneemt. Het vastgesteld beleid bevat geen maatregelen in de landbouwsector die leiden tot een verdere reductie van de ammoniakemissie. Bij het bepalen van de kosteneffectiviteit is uitgegaan van constante een-

heidskosten van technieken in de tijd, bij gebrek aan inzicht in de kostendaling per maatregel. Hierdoor zijn de geraamde kosten aan de hoge kant (zie *paragraaf 5.11*).

Kosteneffectiviteitsberekeningen kennen diverse onzekerheden. Ten eerste, het niveau van maatschappelijke activiteiten die de kosten veroorzaken. Deze onzekerheden zijn in de vorm van de beide CPB-scenario's meegenomen. Verder zijn er onzekerheden in het beleid: meer beleid leidt in het algemeen tot meer kosten. Mogelijk de belangrijkste onzekerheid in de kostenschattingen voor de toekomst betreft het effect van dalende eenheidskosten in de tijd (zie *paragraaf 5.11*).

## 5.4 Vermesting

- *De maatregelen die zijn voorgesteld in de nota Integrale Aanpak Mestproblematiek (IAM, september 1999) leiden tot een forse reductie van de stikstof- en fosforverliezen naar het milieu.*
- *Bij een optimistische schatting van de bereidheid van akkerbouwers om mestafzetcontracten af te sluiten, is de afzetmogelijkheid voor mest in 2003 binnen de dan geldende gebruiks- en verliesnormen 20% (37 miljoen kg fosfaat) kleiner dan in 1997. Met dit systeem van mestafzetcontracten (conform het beleidsvoorstel IAM van september 1999) kan de omvang van de mestproductie (en de veestapel) worden teruggebracht tot een niveau dat binnen de verliesnormen inpasbaar is.*
- *De krimp van de veestapel kan minder dan 20% zijn naarmate er meer mest wordt geëxporteerd en/of extra voeraanpassingen plaatsvinden. De krimp wordt groter dan 20% naarmate akkerbouwers minder mest accepteren dan is verondersteld.*
- *Wanneer slechts 90-95% van de mest via afzetcontracten hoeft te worden afgezet (zoals besproken met LTO-Nederland), ontstaat een discrepantie tussen de doorwerking van de stikstof-gebruiksnorm en de fosfaat-verliesnorm. Hierdoor wordt maar een deel van de bovengenoemde 37 miljoen kg fosfaat via mestafzetcontracten gereguleerd. De mestproductie past dan nog wel binnen de stikstof-verliesnormen maar blijft nog 19 miljoen kg fosfaat per jaar hoger dan wat binnen de fosfaat-verliesnormen inpasbaar is (nog steeds bij een optimistische schatting van de acceptatie van mest bij akkerbouwers).*
- *Zolang dierrechten en mestproductierechten van kracht blijven, kan in beginsel middels het opkopen van deze rechten het totale mestoverschot worden weggewerkt. Dit zou betekenen dat circa 30 miljoen kg fosfaat wordt opgekocht en afgezien wordt van het voornemen de mestproductierechten vanaf 2005 af te schaffen.*
- *Door het mestbeleid zullen de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater onder landbouwgrond in de zandgebieden bijna halveren en wordt ook hier op veel plaatsen de doelstelling van 50 mg/l nitraat bereikt. Het diepere grondwater dat wordt gebruikt voor de drinkwatervoorziening zal hooguit lokaal niet voldoen aan de drinkwaternorm voor nitraat. De afbraak van nitraat leidt echter op grotere schaal tot een toename van ongewenste stoffen in het opgepompte grondwater.*
- *Voor ammoniak zullen aanvullende maatregelen (emissiearmere stallen en mestaanwending) nodig zijn om onder het in Gothenburg afgesproken nationale emissieplafond van 128 miljoen kg NH<sub>3</sub> per jaar te komen.*
- *Door het mestbeleid neemt het tempo van fosfaatophoping in de bodem sterk af. De verliesnormen zijn ontoereikend om een verdere toename van het areaal fosfaatverzadigde zandgronden tegen te gaan. Hierdoor zal de fosfaatafspoeling naar het oppervlaktewater niet belangrijk afnemen. In veel kleine regionale wateren blijft de hoge aanvoer van fosfaat een belemmering voor de ontwikkeling van de biodiversiteit. De fosfaatvracht in de Rijn, Maas en Schelde daalt vooral door de verwachte verminderde fosfaatlozingen uit rioolwaterzuiveringsinstallaties in de stroomgebieden.*
- *In de Nederlandse kustzone lopen de stikstofconcentraties terug. Hierdoor mag na 2010 een vermindering van de (toxische) algenbloei verwacht worden.*

### 5.4.1 Inleiding

Overmaat aan voedingsstoffen voor planten, met name stikstof en fosfor, ontregelt ecologische processen in water en bodem. Dit wordt vermessing of eutrofiëring genoemd. De levensgemeenschap verandert. Soorten verdwijnen en andere komen ervoor in de plaats. Uiteindelijk domineren slechts enkele soorten in grote hoeveelheden. Voedingsstoffen spoelen uit naar grondwater en oppervlaktewater. Ook hopen zij zich op in bodem, waterbodem, biomassa, planten en vissen. Door deze ophoping worden de gevolgen van vermessing vaak pas in een later stadium zichtbaar en is, bij vermindering van de belasting, vaak sprake van een vertraagd herstel door nalevering vanuit de opgehoopte voedingsstoffen.

### 5.4.2 Doelstellingen en beleid

In tegenstelling tot de rest van deze verkenning wordt hier het voorgenomen mestbeleid (Integrale Aanpak Mestproblematiek met inbegrip van het aanvullend stikstofbeleid; Ministerie van LNV, 1999) en niet het vastgestelde beleid (Integrale Notitie Mest- en Ammoniakbeleid; Ministerie van LNV, 1995) beschouwd. Het voorgenomen beleid is nu het meest waarschijnlijke beleidspakket en gaat het vastgestelde beleid vervangen.

#### ***Doelstellingen en voorgenomen mestbeleid***

De doelstellingen voor vermessing zijn uitgedrukt in verliesnormen voor stikstof (N) en fosfaat ( $P_2O_5$ ), gebruiksnormen voor N uit dierlijke mest (EU-nitraatrichtlijn) (*tabel 5.4.1*) en kwaliteitsdoelstellingen voor grondwater en oppervlaktewater (respectievelijk uit NMP3 en Vierde Nota Waterhuishouding). Verliesnormen hebben betrekking op de hoeveelheid N en  $P_2O_5$  die per hectare landbouwgrond in het milieu mag verdwijnen.

Met een mineralen-aangifte-systeem (MINAS) wordt voor elk landbouwbedrijf jaarlijks het gemiddelde fosfaat- en stikstofverlies bepaald. Het gebruik van fosfaatkunstmest telt voorlopig niet mee bij de vaststelling van het fosfaatverlies. Boeren betalen een heffing wanneer het verlies hoger is dan de norm. De heffing is een stimulans om maatregelen te nemen die het verlies beperken, zoals afvoeren van dierlijke mest, bezuinigen op kunstmest en veevoer of beperken van de veestapel. De hoge heffingen die voorgesteld worden in de Integrale Aanpak Mestproblematiek (IAM; Ministerie van LNV, 1999) maken het halen van verliesnormen veel dwingerder, mits overschrijding van de normen ook opgespoord en gesanctioneerd wordt. Handhaving lijkt gemakkelijker naarmate het landelijke mestoverschot kleiner is. Door invoering van mestafzetcontracten, opkopen van mestproductierechten, intrekken van varkensrechten en afnemen van verhandelde mestproductierechten probeert de overheid de mestproductie, en zodoende het landelijk mestoverschot, te verminderen. Veehouders moeten mestafzetcontracten voor dierlijke mest afsluiten voor vrijwel alle mest die zij niet binnen de gebruiksnormen voor N uit dierlijke mest op eigen grond kunnen uitrijden.

Tabel 5.4.1 Kenmerken van het voorgenomen mestbeleid (Bron: Ministerie van LNV, 1999)

BELEIDSINSTRUMENTEN	VOORGENOMEN BELEID <i>Integrale Aanpak Mestproblematiek 1999</i>
Verliesnormen	Verliesnormen 2008 vervroegd naar 2003: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stikstof op <i>droge</i> gronden Bouwland: 60 kg/ha Grasland: 140 kg/ha</li> <li>• Stikstof <i>overige</i> gronden: Bouwland: 100 kg/ha Grasland: 180 kg/ha</li> <li>• Fosfaat (exclusief kunstmest) 20 kg/ha</li> </ul>
Heffing op verlies boven de norm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 20 gld/kg fosfaat</li> <li>• 5 gld/kg stikstof</li> </ul>
Gebruiksnorm dierlijke mest	vanaf 2003 overall: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bouwland 170 kg N/ha (conform EU-nitraatrichtlijn)</li> <li>• Grasland 250 kg N/ha (conform Nederlandse derogatieverzoek).</li> </ul>
Afzetcontracten voor mestoverschot t.o.v.	Systeem van verplichte mestafzetcontracten en

## Interpretatie van het voorgenomen mestbeleid

### Doorrekening voorgenomen mestbeleid volgens 'Best professional judgement'

De *Integrale Aanpak Mestproblematiek* is nog niet door de Tweede Kamer aangenomen. Bovendien is de uitwerking van het beleidsvoornemen nog niet afgerond. De hier gepresenteerde resultaten zijn deels gebaseerd op interpretaties van de huidige beleidsvoornemens, die nog in discussie zijn. Cij-

fers voor toekomstige veestapel, mestproductie, mestoverschotten en milieueffecten bij doorvoer van de Integrale Aanpak van de Mestproblematiek moeten dus als indicatief worden beschouwd. Niettemin zijn de belangrijkste conclusies robuust voor deze onzekerheden.

Mestafzetcontracten zijn belangrijk voor de ontwikkeling van de milieudruk. Veehouders moeten contracten afsluiten voor vrijwel alle mest die ze niet binnen de gebruiksnormen op eigen grond kunnen afzetten. Verondersteld is dat voor 90% van de mest van graasvee en 95% van de mest van hokdieren afzet contractueel wordt geregeld. Met LTO-Nederland zijn afspraken gemaakt om voor 90 tot 95% van de mest afzetcontracten te sluiten. Wie onvoldoende contracten afsluit moet zijn veestapel inkrimpen. Het merendeel van de rundveebedrijven beschikt zelf over voldoende grond (gras en snijmaïs). Op extensieve rundveebedrijven is zelfs nog wat ruimte over om varkens- of pluimveemest van anderen te accepteren. Deze ruimte wordt de komende jaren groter door afname van de melkveestapel en doordat vermoedelijk per koe minder jongvee gehouden zal worden. Varkens- en pluimveebedrijven hebben doorgaans weinig grond en zijn voor hun mestafzet afhankelijk van de bereidheid van akkerbouwers om mestafzetcontracten af te sluiten. De omvang van de varkens- en pluimveestapel wordt dus bepaald door de akkerbouwers en door de concurrentie tussen varkens- en pluimveehouders om de schaarse afzetcontracten.

Volgens een recente CLM-enquête (Hees & Hin, 2000) zouden akkerbouwers momenteel rond de 25% van het voorgestelde wettelijke maximale gebruiksniveau in meerjarige contracten willen vastleggen. Wanneer ook eenjarige contracten worden toegestaan en wanneer een calamiteitenregeling kan worden opgenomen, dan zou het percentage kunnen groeien tot 30%. Dit percentage zou de komende jaren nog kunnen toenemen, bijvoorbeeld doordat men meer zekerheid krijgt over het voorgestelde beleid, ervaring heeft opgedaan met MINAS en beter zicht krijgt op de prijzen die veehouders willen betalen voor contracten en mestafzet. Bij de voorbereiding van het IAM-beleidsvoorstel is LNV uitgegaan van 55% acceptatie in de akkerbouw in 2003. In het licht van de recente CLM-enquête lijkt dit een optimistische veronderstelling. Anderzijds werd eind jaren negentig in de akkerbouw gemiddeld 55% van de plaatsingsruimte benut. Toen waren de gebruiksnormen echter hoger dan in 2003 en werden akkerbouwers nog niet door MINAS-verliesnormen beperkt.

Bij de berekening van milieu-effecten is uitgegaan van een hoge acceptatie van mest in de akkerbouw: mestafzetcontracten worden afgesloten voor 55% van de maximale ruimte in de akkerbouw en voor 90% op gras en snijmaïs. De acceptatie van fosfaat in mest zal waarschijnlijk hoger zijn dan die van forfaitair stikstof in mest, dat de grondslag is voor afzetcontracten. Het LEI schat dat de acceptatie van fosfaat op akkerbouwbedrijven tussen de 50 en 70% zal liggen (de Hoop & Stolwijk, 1999). In deze verkenning is uitgegaan van 60% acceptatie van fosfaat uit dierlijke mest op bouwland en 100% op snijmaïs en gras. Er is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd op deze veronderstelling. De hoeveelheid afzetcontracten wordt bepalend voor de omvang van de veestapel. De grootste reductie van de veestapel zal tussen 1997 en 2003 naar verwachting plaatsvinden bij varkens (20%) en vleesvee (30%) (de Hoop & Stolwijk, 1999; van Egmond *et al.*, 2000). Bij een geringe bereidheid van akkerbouwers tot het sluiten van mestafzetcontracten zal de vermindering van de varkensstapel groter kunnen zijn.

### 5.4.3 Productie en afzet van dierlijke mest

#### ***Doorwerking van het voorgenomen mestbeleid***

Het voorgenomen mestbeleid reguleert via verschillende routes de belasting van de bodem. De N-aanvoer naar de bodem uit dierlijke mest wordt beperkt via de gebruiksnormen voor N uit dierlijke mest. De aanvoer van dierlijke mest (N en  $P_2O_5$ ) en kunstmest (alleen N) tezamen moet passen binnen de verliesnormen.

In 1997 was de mestproductie 189 miljoen kg fosfaat waarvan 100 miljoen kg afkomstig van graasvee, 3 van vleeskalveren, 55 van varkens en 31 van pluimvee. Om aan de gebruiksnorm en de verliesnormen van 2003 te voldoen zal de jaarlijkse mestproductie in totaal met bijna 40 miljoen kg fosfaat (van 189 naar 152) moeten afnemen tussen 1997 en 2003 (*tabel 5.4.2*). Een deel van dit overschot zal worden weggewerkt door autonome daling van de rundveestapel en door het systeem van mestafzetcontracten in combinatie met de opkoopregeling. Door veranderingen in de veestapel is de fosfaatproductie in 2000 reeds 5 miljoen kg lager dan in 1997. De overheid beoogt met de

Tabel 5.4.2 Ontwikkeling van de mestafzet binnen de verliesnormen bij veel afzetcontracten voor dierlijke mest (Van Egmond et al., 2000).

	1997	2003	2010	2020	2030
<i>miljoen kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per jaar</i>					
Snijmaïs	33	17	18	17	18
Grasland	92	88	89	87	88
Bouwland	60	27	25	25	25
Niet-getelde grond <sup>1)</sup>	4	12	12	12	11
Export	4	8	12	16	16
<b>TOTAAL</b>	<b>189</b>	<b>152</b>	<b>155</b>	<b>156</b>	<b>158</b>
Benodigde reductie t.o.v. 1997	0	37	34	33	31
Nationaal mestoverschot <sup>2)</sup>	0	19	11	11	13

1) Het areaal landbouwgrond wordt jaarlijks geteld via de Landbouwtelling. Bedrijven/mensen met weinig grond en dieren zijn niet tellingsplichtig en worden ook niet geregistreerd. Op deze gronden kan wel mest afgezet worden. In 1997 is de afzet op niet-getelde grond ook opgenomen onder snijmaïs, gras en bouwland. Het totaal is gecorrigeerd voor deze dubbeltelling.

2) Het nationale mestoverschot is de hoeveelheid mest die niet binnen de verliesnorm voor fosfaat kan worden uitgereden, nadat de verwachte effecten van voeraanpassing en vermindering van de veestapel (door autonome ontwikkelingen, opkopen van productierechten, aanpassen aan MINAS en mestafzetcontracten) zijn doorgevoerd.

opkoopregeling 21,5 miljoen kg/jaar fosfaat uit de markt te halen. Bij de eerste tranche van deze opkoopregeling in 2000 is ruim 7 miljoen kg/jaar fosfaat aangeboden. Bij optimistische veronderstellingen over de werking van het mestafzetsysteem ontstaat vanaf 2003 zeer waarschijnlijk toch nog een nationaal fosfaatoverschot waarvan de omvang sterk kan variëren.

Mogelijkheden voor verdere reductie zijn: een nog grotere mestafzet bij akkerbouwers, veevoeraanpassingen, exporteren, bewerken of verbranden van mest, overschrijding van normen en het verder terugdringen van de veestapel. In een gevoeligheidsanalyse (tabel 5.4.3) zijn een aantal opties voor het terugdringen van de overschotten in 2003 geanalyseerd, tezamen met mogelijke tegenvallers.

Bij de inschatting van de effecten op de milieukwaliteit is er tentatief van uitgegaan dat in 2003 nog ongeveer 19 miljoen kg fosfaat boven de fosfaatverliesnorm in het Nederlandse milieu terecht komt, en in latere jaren nog 10-15 miljoen kg/jaar. De heffing op overschrijding van de verliesnorm is weliswaar hoog, maar het is de vraag of het juridisch en praktisch uitvoerbaar is om via het stelstel van heffingen het halen van verliesnormen, zeker op korte termijn, volledig af te dwingen. Indien voor 90-95% van de mest die niet op eigen grond mag worden gebruikt afzetcontracten worden afgesloten, zal wel worden voldaan aan de verliesnormen voor stikstof maar worden de verliesnormen voor fosfaat overschreden.

Het MINAS-systeem (met de hoge heffingen zoals voorgesteld in de IAM) en de mestafzetcontracten zullen er toe leiden dat het gebruik van fosfaat en stikstof uit dierlijke mest aan banden wordt gelegd. Daarnaast zullen boeren nauwkeuriger gaan bemesten

met stikstof- kunstmest omdat deze ook onder de stikstofverliesnorm valt. De huidige praktijk is dat boeren meer kunstmest gebruiken dan strikt nodig is. De lage kunstmestprijzen en de huidige lage heffing op overschrijding van de verliezen zorgen ervoor dat boeren liever het zekere voor het onzekere nemen om risico's van opbrengstderiving te vermijden. Dit zal door de voorgestelde hoge heffingen veranderen.

### **Marges in het mestoverschot**

In de rundveehouderij is sprake van een autonome daling van de fosfaatproductie door een efficiëntere melkproductie (stijging melkproductie per dier, minder jongvee per melkkoe) en de slechte economische vooruitzichten bij vleesvee. Hierdoor zal de fosfaatproductie in 2003 tot circa 185 miljoen kg fosfaat zijn gedaald. Afhankelijk van de mate waarin boeren bereid zijn mestafzetcontracten af te sluiten is er binnen de normen ruimte voor 125-160 miljoen kg/jaar fosfaat (tabel 5.4.3). Ten opzichte van de autonome ontwikkeling zou de fosfaatproductie dus met 25-60 miljoen kg/jaar fosfaat terugmoeten. Dit zal gerealiseerd moeten worden door de mestafzetcontracten in combinatie met de opkoopregeling, het afromen van mestrechten en de wet herstructurering varkenshouderij, en door technische maatregelen (zie tekstbox 'Mee- en tegenvallers bij

Tabel 5.4.3 De gevoeligheid van het nationale mestoverschot voor de afzetmogelijkheden van mest in 2003 (van Egmond et al., 2000).

Variant	1 Veel afzet contracten	2 Laag P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - gehalte voer	3 Weinig afzet- contracten	4 Optimaal: Extra veel afzetcontracten, laag P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -gehalte voer, meer export
<b>Veronderstellingen</b>				
Afzetcontracten mest %	Veel	Veel	Weinig	Veel
Acceptatiegraden fosfaat				
Op snijmaïs	100	100	85	100
Op grasland	100	100	90	100
Op bouwland	60	60	30	70
<b>Implicaties</b>				
Plaatsbaar binnen verliesnormen	mln kg/jaar P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			
Op snijmaïs	17	17	15	17
Op grasland	88	88	79	88
Op bouwland	27	27	14	32
Op niet-getelde grond	12	12	12	12
Export	8	8	8	12
TOTAAL	152	152	127	161
Benodigde reductie t.o.v. 1997	37	26 <sup>1)</sup>	62	17 <sup>1)</sup>
Nationaal mestoverschot <sup>2)</sup>	19	9	15	0

<sup>1)</sup> Het overschot uitgedrukt in P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> is 11 miljoen kg lager dan bij de andere varianten door extra voeraanpassingen bij varkens en runderen.

<sup>2)</sup> Het nationale mestoverschot is de hoeveelheid mest die niet binnen de verliesnorm voor fosfaat kan worden uitgereden, nadat de verwachte effecten van voeraanpassing en vermindering van de veestapel (door autonome ontwikkelingen, opkopen van productierechten, aanpassen aan MINAS en mestafzetcontracten) zijn doorgevoerd.



realisatie van het voorgenomen mestbeleid'). Bij de veronderstelde invulling van het beleid (90-95% contractering van de mest) is het risico aanwezig dat onvoldoende mest voor opkoop wordt aangeboden. Er ontstaat dan een nationaal mestoverschot van 10-20 miljoen kg/jaar fosfaat (zie tabel 5.4.3., varianten 1-3), dat alleen onder uiterst gunstige omstandigheden (variant 4) kan worden weggewerkt. Wordt 95% van alle mest gecontracteerd, dan ontstaat in variant 1 een nationaal mestoverschot van 13 miljoen kg/jaar fosfaat. Bij contractering van 100% van de overtollige mest (conform het oorspronkelijke kabinetsvoorstel van september 1999) kan in variant 1 aan alle gebruiks- en verliesnormen worden voldaan.

#### Mee- en tegenvallers bij realisatie van het voorgenomen mestbeleid

Er bestaan onzekerheden in de verschillende schakels van de vermestingsketen.

- 1) De vertaling van beleid en marktontwikkelingen naar omvang en gedrag van de landbouwsector.
- 2) De vertaling van de landbouwactiviteiten naar emissies van N en P naar bodem, water en lucht.
- 3) De vertaling van milieubelasting naar milieukwaliteit.
- 4) De vertaling van milieukwaliteit naar effecten op mens en natuur.

In deze tekstbox staan vooral de bij 1) en 2) genoemde onzekerheden centraal.

Naast koude sanering en opkopen van mestproductierechten zijn er ook nog andere manieren om het nationale mestoverschot te verminderen:

- Onder druk van knellende fosfaatverliesnormen kunnen veehouders besluiten tot extra verlaging van de fosfaatgehalten in krachtvoer. Zo zou een verlaging van het gemiddelde P-gehalte in varkensvoer kunnen resulteren in een reductie van 6 miljoen kg/jaar  $P_2O_5$ . Aan verlaging van het P-gehalte in het krachtvoer van runderen is tot op heden weinig gedaan. Hier liggen nog, onbekende, mogelijkheden. Een verlaging van het P-gehalte in het krachtvoer van runderen met bijvoorbeeld 10% leidt tot een verlaging van de fosfaatproductie met 5 miljoen kg/jaar. (zie variant 2 in tabel 5.4.3).
- Mocht de bereidheid van akkerbouwers tot het accepteren van dierlijke mest oplopen van 60% naar 70% dan stijgt de mestafzet bij akkerbouwers met circa 5 miljoen kg/jaar  $P_2O_5$ .
- De export van mest zou extra gestimuleerd kunnen worden. In deze studie is gerekend met een verdubbeling van de export tussen 1997 en 2003 maar een extra verhoging is niet onmogelijk.
- Alle bovengenoemde meevallers tezamen (optimale variant); verlaging van het fosfaatgehalte, stijging van de acceptatie bij akkerbouwers tot 70% en een toename van de mestexport en verwerking tot 12 miljoen kg/jaar kunnen het mestoverschot geheel wegwerken (zie variant 4 in tabel 5.4.3). Na autonome reductie bij het graasvee resteert voor de opkoopregeling een opgave van

circa 10 miljoen kg/jaar fosfaat.

- Het is onzeker in welke mate de gemiddelde grasproductie zal reageren op de reductie in bemesting die het gevolg zal zijn van het nieuwe mestbeleid. Hier is gerekend met een gemiddelde reductie van 10%. Blijft deze reductie uit, dan neemt de nationale plaatsingsruimte voor mest toe met 7,5 miljoen kg fosfaat per jaar. Daar staat dan wel weer tegenover dat koeien meer gras zullen eten dan nu is verondersteld. De mate waarin dit gecompenseerd wordt door minder krachtvoerbruik zal bepalend zijn voor het netto effect op het nationale mestoverschot

Er zijn ook potentiële tegenvallers denkbaar:

- De bereidheid van akkerbouwers tot het afsluiten van afzetcontracten en afnemen van mest is ook nog onzeker. In de CLM-enquête geven akkerbouwers bijvoorbeeld aan dat ze momenteel bereid zijn 30% van het maximum op te vullen. Mocht dit in 2003 nog zo zijn (en 90% bij gras en 85% bij maïs wordt benut) dan neemt de binnen de gebruiksnormen van dierlijke mest plaatsbare hoeveelheid fosfaat uit dierlijke mest af tot 142 miljoen kg fosfaat. Als de acceptatie van fosfaat uit dierlijke mest dan gelijk is aan die van stikstof resulteert een mestoverschot van 15 miljoen kg/jaar fosfaat. (zie variant 3 in tabel 5.4.3).
- De hele kleine bedrijven hoeven niet deel te nemen aan de Landbouwtelling en MINAS; maar mogen wel dierlijke mest op deze gronden aanwenden. De afzet op niet in de landbouwtelling getelde gronden zou bij veel mestafzetcontracten tussen 1997 en 2003 verdrievoudigen tot 12 miljoen kg/jaar fosfaat. Het is erg onduidelijk in welke mate de eigenaren van deze gronden afzetcontracten zullen willen afsluiten. Mocht de mestafzet naar deze gronden niet toenemen, dan neemt het mestoverschot toe met 8 miljoen kg/jaar fosfaat.
- In 2020 is er mogelijk een 1000 km<sup>2</sup> hogere ruimteclaim uit de niet-landbouw functies dan dat er grond vrijkomt uit de landbouw (zie paragraaf 2.4.5). Als deze ruimtedruk zou leiden tot een afname van het landbouwareaal, dan neemt de plaatsingsruimte voor mest af.

### 5.4.4 Emissie van ammoniak naar de lucht

De NH<sub>3</sub>-emissie uit de landbouw daalt van 180 miljoen kg in 1995 naar circa 130 miljoen kg in 2003, voornamelijk als gevolg van inkrimping van de veestapel. In de jaren na 2003 stijgt de emissie weer tot circa 135 miljoen kg/jaar door groei van de veestapel. Dit is mogelijk door een toename van de export. In de situatie van weinig afzetcontracten (variant 3) zal de emissie in 2003 circa 110 miljoen kg/jaar bedragen en in de jaren daarna stijgen tot circa 115 miljoen kg/jaar.

De NMP3-doelstelling voor de landbouw bedraagt 70 miljoen kg/jaar NH<sub>3</sub> in 2000-2005 en 54 miljoen kg/jaar in 2010. In het *Gothenburg Protocol* is een nationaal emissieplafond van 128 miljoen kg/jaar NH<sub>3</sub> vanaf 2010 afgesproken. Daarbij bedraagt het emissieplafond voor de landbouw indicatief 115-120 miljoen kg/jaar NH<sub>3</sub>. Dit emissieplafond voor de landbouw zal dus waarschijnlijk niet worden gehaald, zeker niet bij een grote bereidheid van akkerbouwers tot het afsluiten van mestafzetcontracten. Met een vrij strenge AMvB Huisvesting en aanvullende eisen ten aanzien van emissiearme mestaanwending (wat momenteel in voorbereiding is) kunnen de emissieafspraken voor 2010 worden bereikt. De NMP3-doelstellingen blijven ook met het in voorbereiding zijnde aanvullende beleid buiten bereik.

### 5.4.5 Vermesting van bodem en grondwater

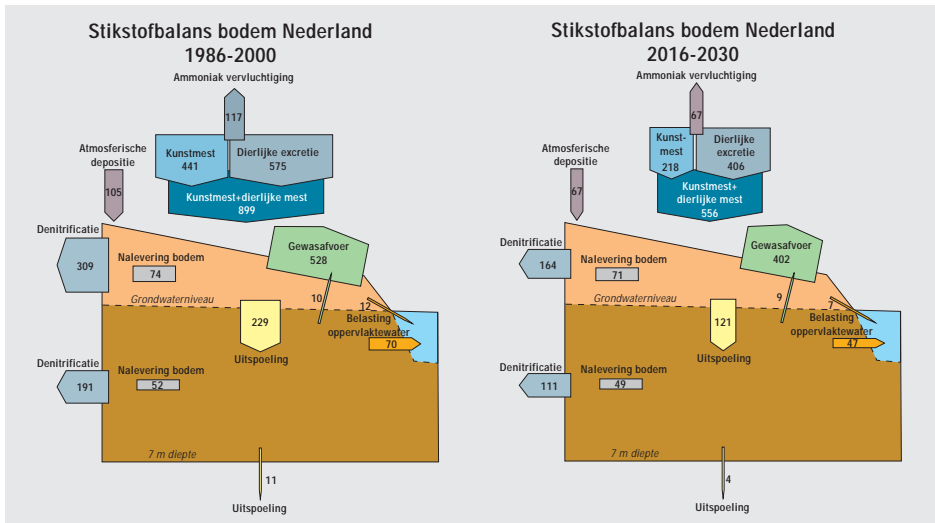
Voor de belasting van de bodem is de landbouw grotendeels verantwoordelijk. De bijdrage van de landbouw aan de belasting van het oppervlaktewater treedt vooral op via de bodem en het grondwater (afspoeling).

#### ***Stikstofbalans van de bodem in het landelijk gebied 1986-2030***

De stikstof- en fosforbalansen voor de bodem worden sterk beïnvloed door de weersgesteldheid. Om de weersinvloed zoveel mogelijk uit te schakelen zijn de balansposten gemiddeld over 15 jaar en worden de perioden 1986-2000 en 2016-2030 met elkaar vergeleken (*figuur 5.4.1*). In de periode 1986-2000 is, na aftrek van de ammoniakvervluchting, gemiddeld 900 miljoen kg stikstof per jaar via kunstmest en dierlijke mest op de Nederlandse bodem gebracht. Bij uitvoering van het voorgenomen (IAM) beleid neemt de belasting naar verwachting met circa 40% af. Met name in gebieden waar maïs wordt verbouwd is sprake van een sterke daling van de stikstofbelasting met circa 60%. Bij grasland - op landelijke schaal voor het stikstofprobleem het belangrijkste - is de daling 30%, terwijl de belasting op bouwland nauwelijks afneemt. Door deze daling neemt de uitspoeling naar het bovenste grondwater met circa 50% af en de afspoeling naar het regionale oppervlaktewater met circa 35%.

#### ***Fosforbalans en fosfaatverzadiging van de bodem 1986-2030***

In de periode 1986-2000 was de gemiddelde fosforbelasting (P) uit kunstmest en dierlijke mest circa 120 miljoen kg/jaar fosfor. Door het voorgenomen IAM-beleid en met de hier gehanteerde aannamen ten aanzien van het fosfaatoverschot zal de belasting met circa 30%



Figuur 5.4.1 De stikstofbalans voor de bodem in het landelijk gebied in miljoen kg N/jaar. De gepresenteerde gewasafvoer is alleen gecorrigeerd voor bemaaiings- en beweidingsverliezen. NH<sub>3</sub> vervluchtiging is inclusief de stal- en opslagemissies (Bron: Overbeek et al., 2000)

afnemen. De snelheid van vastlegging van P in de bodem neemt hierdoor gemiddeld af met circa 75%. De oplading van de bodem met P gaat dus gemiddeld wel door maar zal met name onder snijmaïs bijna tot stilstand komen. De afspoeling van P wordt vooral bepaald door de P-voorraad in de bodem en zal nauwelijks afnemen. De bodembelasting vermindert sterk (circa 65%), met name in de gebieden waar maïs wordt verbouwd. Bij grasland is sprake van een lichte afname en bij bouwland van een afname met circa 20%.

Inherent aan de vrijwel volledige vastlegging van fosfaatoverschotten in de bodem blijft de fosfaatverzadiging ook in de toekomst verder toenemen, ondanks de sterke afname van de bemestingsdruk. In de periode 1986-2000 is gemiddeld 90% van de zandgronden in de mestoverschotgebieden fosfaatverzadigd (meer dan 25% van het fosfaatbindend vermogen is bezet, conform het *Protocol Fosfaatverzadigde gronden*). In 2016-2030 is dit circa 95%. Het areaal sterk fosfaatverzadigde gronden (fosfaatverzadigingsgraad >50%) zal in de periode 2016-2030 ten opzichte van de periode 1986-2000 bijna verdubbelen tot circa 55%.

**Nitraat in het bovenste grondwater onder landbouwgronden**

Momenteel wordt de kwaliteitsdoelstelling voor nitraat (50 mg NO<sub>3</sub>/l) in het bovenste grondwater in vrijwel het gehele landbouwareaal op zandgronden overschreden. Bij doorvoering van het nieuwe mestbeleid wordt verwacht dat de mate van overschrijding van de nitraatdoelstelling sterk zal afnemen. Op de lange termijn komt de stikstofbelasting van de bodem volgens het nieuwe beleid overeen met die welke bereikt zou worden conform de eerder vastgestelde Integrale Notitie Mest- en Ammoniakbeleid (Ministerie van LNV, 1995) en het aanvullende stikstofbeleid. De winst van het nieuwe beleid is het naar voren halen in de tijd van de verlaging van de verliesnormen waardoor een vermin-

MILIEU IN NEDERLAND

dering van de nitraatconcentraties eerder kan worden verwacht. Daarnaast maakt verhoging van de heffingen en het systeem van mestafzetcontracten de kans dat de verliesnormen zullen worden nageleefd groter. De dierlijke mest zal gelijkmatiger over Nederland worden verdeeld met als gevolg een afname van vooral de plaatselijk extreem hoge nitraatconcentraties in het bovenste grondwater. De nitraatconcentratie in het bovenste grondwater zal in de periode 2016-2030 gemiddeld onder alle landbouwgronden met circa 35% afnemen, onder de zandgronden met circa 45%, ten opzichte van de huidige situatie. Desondanks is overschrijding van de kwaliteitsdoelstelling op nog tientallen procenten van het landbouwareaal in het zandgebied waarschijnlijk.

#### Onzekerheden in de berekening van de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater

De consequenties van het stikstofbeleid zoals verwoord in de Integrale Notitie Mest- en Ammoniakbeleid (Ministerie van LNV, 1995) en de N-brief van 2 december 1998 voor de nitraatconcentraties van het bovenste grondwater (de bovenste meter) zijn eerder gerapporteerd door RIVM (*Bresser et al., 1999*). Naar verwachting zou het landbouwareaal op zand dat voldoet aan de norm toenemen van thans 1 - 5% naar maximaal 45 - 75%. Daarnaast zijn door het RIVM in het kader van het derogatieverzoek aan de EU voor grasland berekeningen uitgevoerd. Bij deze berekeningen is uitgegaan van het mestbeleid, inclusief de MIN-ASystematiek met bijbehorende verliesnormen en prohibitieve heffing (*Willems et al., 2000*). Hieruit blijkt, dat bij een effectieve bedrijfsvoering voldaan kan worden aan de kwaliteitsdoelstelling voor nitraat van 50 mg/l in het bovenste grondwater bij een maximale stikstofgift via stalmest, weidemest en kunstmest van op vochthoudende gronden 450 kg/ha en op droge gronden 330 kg/ha. Alleen voor de zeer droge gronden wordt aangegeven dat niet aan de doelstelling van 50 mg/l nitraat kan worden voldaan. Voor grasland wordt bij de doorrekening van het voorgenomen beleid uitgegaan van stikstofgiften conform het derogatieverzoek.

Er zijn een aantal onzekere factoren bij de modelmatige doorvertaling van de stikstofbelasting op de bodem naar nitraatconcentratie in het grondwater en vervolgens naar arealen waar deze concentratie voldoet aan de kwaliteitsdoelstelling voor nitraat. De onzekerheden in areaaluitspraken nemen toe naarmate de kwaliteitsdoelstelling dichter benaderd wordt.

- Bij landsdekkende berekeningen wordt gerekend met gemiddelde giften van dierlijke mest en kunstmest voor bodem-gewascombinaties in vrij grote regio's. Hierdoor worden lokale

hoge en lage stikstofbelastingen van het grondwater "weggemiddeld".

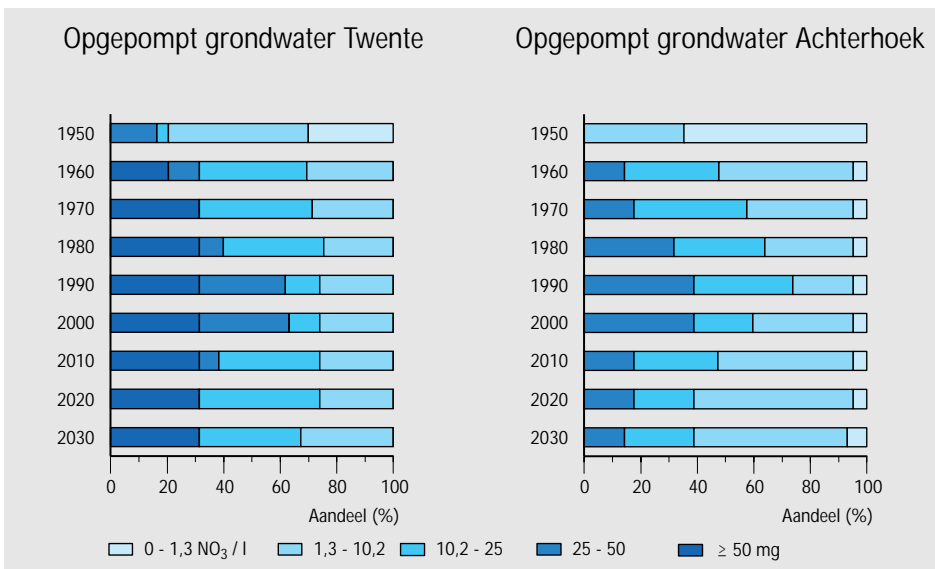
- Er zijn bodemkaarten gebruikt, waarin de gevolgen van de grondwaterstandsdingingen van de afgelopen decennia niet zijn verdisconteerd. Herziene bodemkaarten zijn op landelijke schaal echter nog steeds niet beschikbaar. De grondwaterstand heeft een grote invloed op onder meer de denitrificatie en de mineralisatie.
- Landsdekkende hydrologische berekeningen zijn nog steeds in ontwikkeling. In deze milieuverkenning zijn recent verkregen hydrologische gegevens gebruikt. Veranderingen van de berekende neerslagoverschotten werken proportioneel door in de berekende nitraatconcentraties.
- Uit metingen en berekeningen blijkt dat de nitraatconcentraties sterk met de diepte afnemen, met name als gevolg van denitrificatie. Hierdoor hebben kleine verschillen op het beschouwde diepte traject een groot effect op de berekende nitraatconcentratie. Zo blijkt uit meetgegevens dat momenteel slechts in 7% van het middeldiepe grondwater (15 - 30 meter beneden maaiveld) de kwaliteitsdoelstelling voor nitraat wordt overschreden ten opzichte van 45% in het bovenste grondwater.
- Andere onzekerheden betreffen onder andere de doorwerking van lagere mestgiften als voorzien in de nieuwe regelgeving op gewasafvoer, denitrificatie, mineralisatie en uitspoeling, als ook de effectiviteit van de bedrijfsvoering en de effecten van de voorgenomen heffingen.

De berekening van stikstofafspoeling is deels met dezelfde onzekerheden behept. De betrouwbaarheid en vergelijkbaarheid van de in de verschillende studies gebruikte modellen wordt nog nader onderzocht. De resultaten hiervan zullen in een later stadium worden gerapporteerd.

### Kwaliteit van drinkwater

In de regio's Achterhoek en Twente is voor een dertigtal drinkwaterpompstations bekeken hoe de kwaliteit van het ruwwater (opgepompte grondwater) zal zijn in 2030. In beide regio's is sprake van sterke nitraatuitspoeling en van relatief ondiepe grondwaterwinningen. De winningen zijn daarom relatief gevoelig voor effecten van nitraatuitspoeling, vergeleken met andere winningen in Nederland. Er is rekening gehouden met denitrificatie in de diepe ondergrond, zij het met een eenvoudige benadering (Uffink, 2000). Afbraak van nitraat in samenhang met lokale voorkomens van pyriet is niet in de beschouwing betrokken.

In het ruwwater van alle in de Achterhoek gelegen winningen zal in 2030 de concentratie nitraat beneden de drinkwaternorm van 50 mg NO<sub>3</sub>/l liggen en ook beneden de streefwaarde van 25 mg/l (figuur 5.4.2). In Twente kan bij een drietal grondwaterwinningen de nitraatconcentratie van het ruwwater boven de drinkwaternorm uitkomen, ook nog jaren na 2030. De nitraatconcentraties in het ruwwater zijn vanaf midden jaren zeventig steeds toegenomen, maar stabiliseren vanaf nu of dalen. Indien de nitraatafbraak in de ondergrond gedurende lange tijd kan blijven doorgaan, lijkt er dus geen grootschalig nitraatprobleem voor de drinkwatervoorziening te ontstaan. Toch blijft de voortdurende sterke belasting van het grondwater met nitraat indirect wel een probleem voor de drinkwaterbereiding. In diverse delen van Nederland ontstaan bij de afbraak van nitraat andere stoffen die voor de drinkwaterbereiding een probleem zijn (sulfaat, nikkel, bicarbonaat). Ook kan het afbraakproces eindig zijn. Beide kanttekeningen gelden evenzeer als bij de nitraatafbraak pyriet een rol speelt.



Figuur 5.4.2 Nitraat in het opgepompte grondwater bij de drinkwaterpompstations in Twente en de Achterhoek. (Bron: Uffink, 2000)

## 5.4.6 Vermesting oppervlaktewater

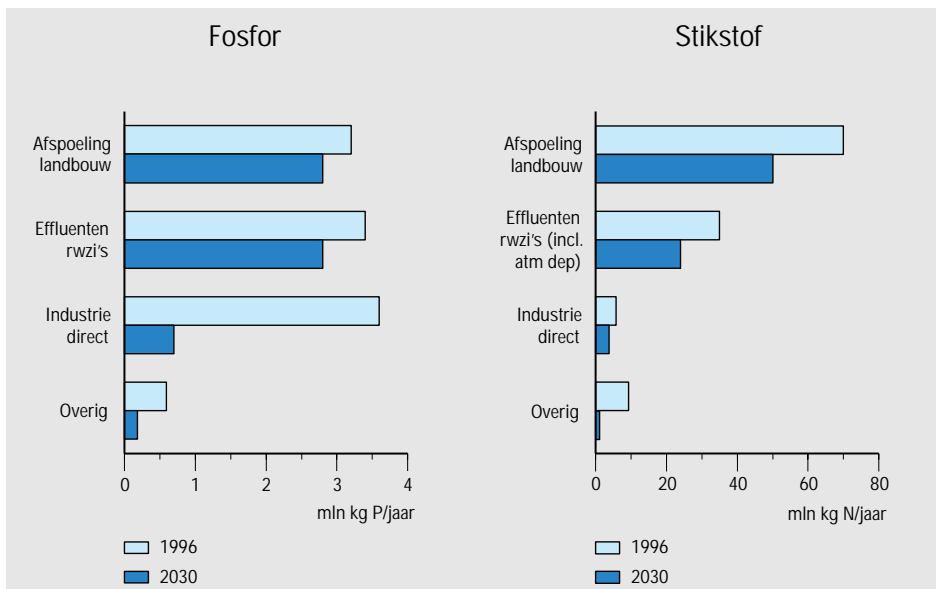
### **Belasting van het oppervlaktewater**

Directe lozingen door de industrie en rioolwaterzuiveringsinstallaties (rwzi's), en afspoeling van landbouwgronden leveren de grootste belasting van het Nederlandse zoete oppervlaktewater met fosfor. De bijdrage van de landbouw wordt relatief groter door afname van de twee eerstgenoemde bronnen terwijl de afspoeling nauwelijks afneemt.

Voor stikstof is en blijft de bijdrage vanuit de landbouw overheersend. Rwzi's leveren eveneens een belangrijke bijdrage. Een daling zet in (*figuur 5.4.3*). Voor de grote rijkswateren (de grote rivieren, het IJsselmeer en de kustwateren van de Noordzee) is en blijft de belasting door de grensoverschrijdende aanvoer via Rijn, Maas en Schelde dominant.

### **Directe lozingen**

De totale belasting van het oppervlaktewater met fosfor door directe lozingen binnen Nederland zal in 2030 ongeveer de helft zijn van die in 1996. De belasting met stikstof door directe binnenlandse lozingen zal dan ongeveer 60% zijn van die in 1996. De emissies door de industrie verminderen voornamelijk door het uitvoeren van convenanten. Lozingen door rwzi's verminderen door de eis van een zuiveringsrendement van 75%



*Figuur 5.4.3 Belasting in Nederland van het zoete oppervlaktewater met fosfor en stikstof. Afspoeling is berekend voor landbouw- en natuurgebieden, gemiddeld over 15 jaar. 'Overige bronnen': niet op de riolering aangesloten huishoudens, ongezuiverd gerioleerde lozingen, directe lozingen door de landbouw, rioolwater overstorten en (alleen bij stikstof) regenwater riolen. (Bron: RIZA & RIVM in Brandes et al., 2000)*

voor zowel stikstof als fosfor vanaf 2005 (*Lozingenbesluit stedelijk afvalwater* op grond van de Wet verontreiniging oppervlaktewateren, WVO). Kleinere bronnen verminderen drastisch door de *Lozingenbesluit WVO Glastuinbouw (september 1994)*, *Lozingenbesluit Open teelt en veehouderij (januari, 2000)*, *EU-richtlijn stedelijk afvalwater (91/271/EEG)* en basisinspanningen (meerdere richtlijnen). Ongeveer de helft van de emissies van stikstof door directe lozingen belast het regionale oppervlaktewater, de andere helft belast de rijkswateren. Ongeveer een derde deel van de directe fosforlozingen komt in de regionale wateren terecht, de rest in rijkswateren.

### **Afspoeling van landbouwgronden**

De landbouw heeft een grote bijdrage aan de belasting van de regionale wateren; van de afspoeling vanuit landbouwgronden gaat het overgrote deel van fosfor en stikstof (70-90%) naar het regionale oppervlaktewater. In vrijwel geheel Nederland waren de concentraties stikstof en fosfor in het naar het oppervlaktewater afspoelende water in de periode 1986-2000 hoger dan de richtinggevende waarden voor zoet oppervlaktewater uit de Vierde Nota waterhuishouding (zie *tekstbox 'Gedifferentieerde kwaliteitsdoelstellingen voor voedingsstoffen'*). Over het algemeen zijn de concentraties van stikstof en fosfor in het regionale oppervlaktewater lager dan in het afspoelende water als gevolg van vastlegging in de slootwand, opname door sediment en menging met ander water.

Het mestbeleid heeft weinig effect op de grootte van het areaal waar in de periode 2016-2030 het afspoelende water voldoet aan de richtinggevende waarden voor oppervlaktewater. De mate van overschrijding van de richtinggevende waarde voor stikstof zal in de zandgebieden echter sterk afnemen. Toch zal lokaal benedenstrooms gelegen natuur in beekdalen blootstaan aan te hoge doses stikstof door afspoeling uit bovenstrooms gelegen landbouwgronden. De afspoeling van fosfor zal nauwelijks verminderen, vanwege de huidige hoge mate van fosfaatverzadiging en de nog voortdurende oplading van de bodem. De fosforconcentraties in het afspoelend water nemen tot 2030 nauwelijks af, en zullen in enkele regio's mogelijk nog iets toenemen.

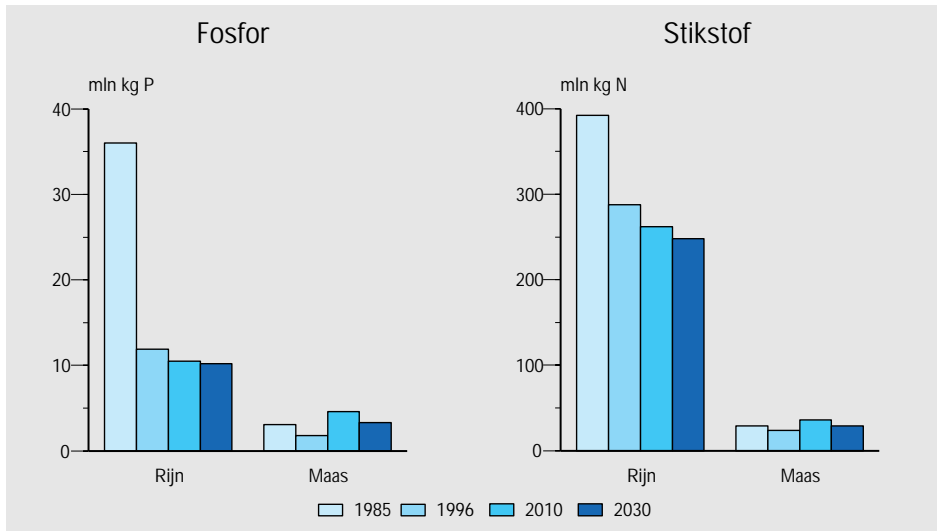
#### **Gedifferentieerde kwaliteitsdoelstellingen voor voedingsstoffen**

Voor eutrofiëring gevoelige stagnante wateren zijn waarden voor het Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR) vastgesteld voor voedingsstoffen: zomergemiddelden van 0,15 mg P/l totaal-fosfaat en 2,2 mg N/l totaal-stikstof. Deze getalswaarden zijn ook richtinggevend voor andere wateren, omdat deze de stagnante wateren kunnen beïnvloeden. Deze generieke richtinggevende waarden doen geen recht aan verschillen in gebieden en watertypen. De Vierde Nota waterhuishouding en het NMP3 geven daarom ruimte voor een stelsel van gedifferentieerde kwaliteitsdoelstellingen,

waarbij per gebied en watertype prioriteiten kunnen worden gesteld in het halen van de doelstellingen, maar afwenteling naar benedenstrooms gelegen wateren moet worden voorkomen. Het traject om te komen tot deze gedifferentieerde kwaliteitsdoelstellingen voor voedingsstoffen is opgepakt door de Commissie Integraal Waterbeheer. Om de streefbeelden bij de bestrijding van eutrofiëring in stagnante wateren te kunnen realiseren zijn streefwaarden van 0,05 mg P/l totaal-fosfaat en 1 mg N/l totaal-stikstof vastgesteld, eveneens zomergemiddelden.

### **Aanvoer uit het buitenland**

De aanvoer van voedingsstoffen uit het buitenland via de Rijn vermindert met ongeveer 15% tussen 1996 en 2030 (*figuur 5.4.4*). Deze aanvoer heeft vooral gevolgen voor de



Figuur 5.4.4 Grensoverschrijdende vrachten stikstof en fosfor door de Rijn en Maas, vrachten Rijn rekening houdend met de EU-nitraatrichtlijn (Bron: Buijs & Feis, 2000; Ministerie van V&W, 1996; RIZA in Brandes et al., 2000)

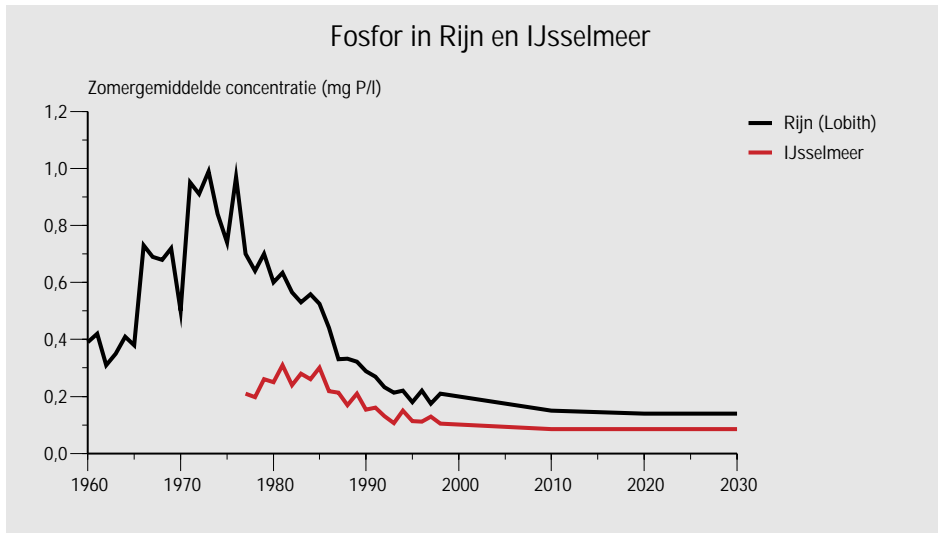
rivieren, het IJsselmeer en de Nederlandse kustwateren van de Noordzee. Ongeveer driekwart van het water in het IJsselmeer komt uit de Rijn. De belasting van de regionale wateren komt doorgaans uit de regio zelf. In gebieden waar water uit grote rivieren direct of indirect wordt ingelaten, kan de belasting van de regionale wateren met voedingsstoffen van buitenlandse oorsprong echter groot zijn.

Voor de Maas is een toekomstverkenning van de waterkwaliteit niet goed mogelijk. Documenten waarin plannen zijn opgenomen zijn fragmentarisch. Er zijn plannen om te investeren in afvalwaterzuivering in Wallonië. Ook de implementatie van verschillende Europese richtlijnen (*Nitraat*, 91/676/EEG; *Stedelijk afvalwater* 91/271/EEG; *Drinkwaterwinning*, 75/440/EEG) zullen op termijn zeker effect hebben. In de nabije toekomst zal ook de *Europese kaderrichtlijn water* een prominente rol spelen (zie paragraaf 4.3.4). Er zijn dus redenen om aan te nemen dat in de toekomst de waterkwaliteit van de Maas zal verbeteren. In *figuur 5.4.4* zijn extrapolaties van de Watersysteemverkenningen (Ministerie van V&W, 1996) opgenomen.

### **Waterkwaliteit in de zoete rijkswateren**

De afname van de aanvoer van fosfor door de Rijn heeft een gunstige invloed op de fosforconcentratie in het IJsselmeer (*figuur 5.4.5*). De concentratie van fosfor bij Lobith daalt beneden de doelstelling van de Internationale Rijn Commissie (0,15 mg P/liter totaal-fosfaat). Mede hierdoor is de concentratie in het IJsselmeer reeds gedaald tot onder het niveau van het Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR). De streefwaarde zal in 2030 echter in het IJsselmeer niet worden bereikt. De concentratie stikstof in de Rijn blijft hoog, maar de concentratie in het IJsselmeer komt beneden het MTR.





*Figuur 5.4.5 Fosfor in Rijn en IJsselmeer van 1960 tot 2030 (Bron: Ministerie van V&W, 1996; RWS, 1998; Buijs & Feis, 2000)*

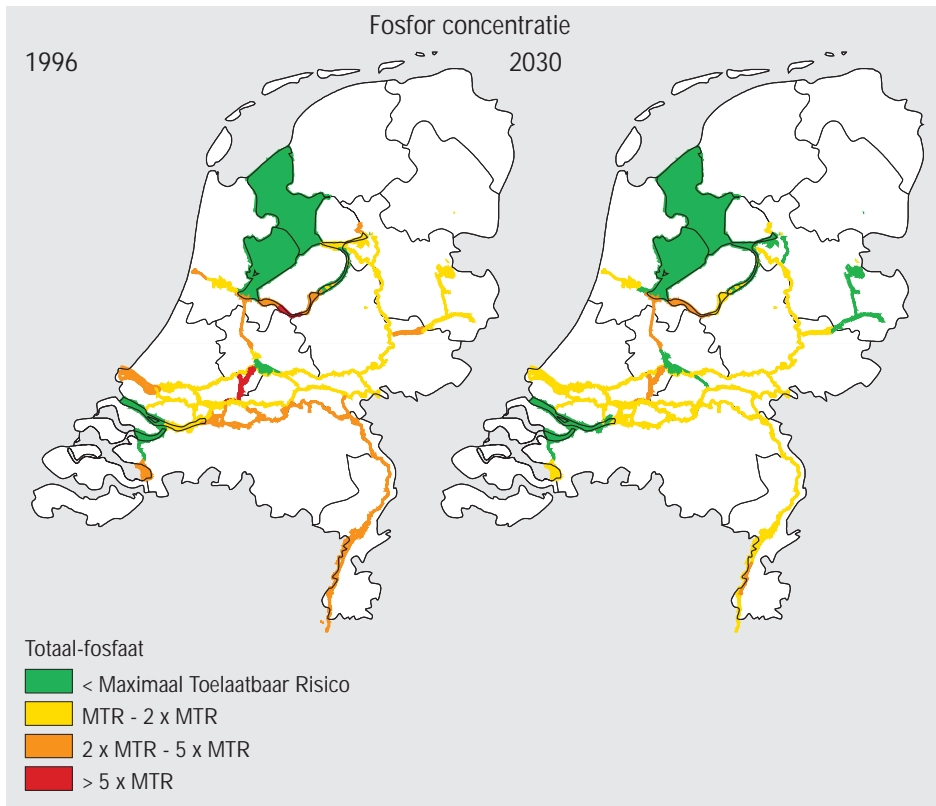
De concentraties van fosfor en stikstof in de andere zoete rijkswateren zullen ook in 2030 vaak hoger zijn dan de richtinggevende waarden van de Vierde Nota waterhuishouding (figuur 5.4.6). De hoge concentraties in de rivieren zijn met name te wijten aan de hoge concentraties in het water van de Rijn en Maas bij overschrijding van de grens met Duitsland en België.

### **Vermesting van sloten**

De belangrijkste bron van vermisting van sloten is de afspoeling uit landbouwgronden. Voedselrijke kwel (opwaarts gerichte grondwaterstroming) speelt in sommige regio's eveneens een grote rol. Vermesting van sloten leidt tot bedekking met kroos.



*Foto 5.4.1 Volledige kroosbedekking is een eindstadium van vermisting in sloten, geeft overlast en is verantwoordelijk voor een zuurstofloos en donker aquatisch milieu. Salamanders leven zowel op het land als in het water. Wanneer ze in een sloot voorkomen is dat een indicatie van een 'gezonde' omgeving.*



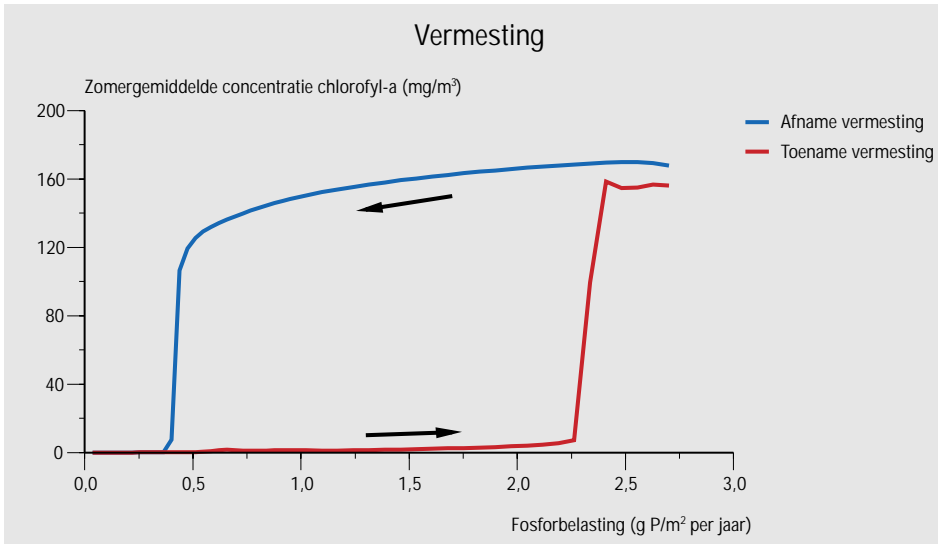
Figuur 5.4.6 Fosfor in zoete rijkswateren in 1996 en 2030 (RIZA in Brandes et al., 2000)

#### Kroos in sloten

De plantengemeenschap in sloten wordt van nature gekenmerkt door een grote verscheidenheid aan ondergedoken waterplanten. Bij verrijking met voedingsstoffen ontstaat een successie, die kan eindigen in een dichte bedekking met kroos of kroosvaren. In het donkere milieu onder het kroosdek krijgen andere planten nauwelijks enige kans. In sloten met een voortdurende volledige

kroosbedekking ontstaat zuurstofloosheid en is nauwelijks zuurstofminnend leven mogelijk. Drenking van vee kan risicovol zijn. De meeste waterschappen zijn genoodzaakt tot verwijdering van kroos bij gemalen en duikers. Een kwart van de waterschappen verwijdert ook kroos uit de watergangen zelf.

De sloten in ongeveer een kwart van de poldergebieden in laag Nederland hebben nu een kroosbedekking van meer dan 90%. In ongeveer een zelfde deel overschrijdt de fosforconcentratie in de sloten de richtinggevende waarde. De concentratie stikstof in sloten is hoog, maar lijkt de kroosbedekking minder te beïnvloeden dan fosfor. De kroosbedekking zal in 2030 nauwelijks veranderd zijn. Dit komt doordat de afspoeling van fosfor uit landbouwgronden weinig vermindert door de voortgaande oplading van de bodem met fosfor.



*Figuur 5.4.7 De 'heen en terugweg' in het vermistingsproces van meren en plassen (Bron: Janse & Van Liere, 1995)*

#### Vermesting van meren en plassen

Een toenemende vermisting heeft aanvankelijk ogenschijnlijk weinig effect op heldere, voedselarme meren en plassen. Er komen meer hogere waterplanten, die de voedingsstoffen opnemen, waardoor het water helder blijft. Deze situatie wordt in het algemeen als positief ervaren, en kan tientallen jaren maskeren wat er werkelijk aan de hand is. Wanneer de 'buffering' door de waterplanten uitgeput is, krijgen algen een kans. Het water wordt dan binnen korte tijd troebel en waterplanten verdwijnen. De veranderde situatie heeft grote gevolgen voor de gehele voedselketen. De snoek, die in helder water met waterplanten het efficiëntst jaagt, verdwijnt bijvoorbeeld en wordt vervangen door snoekbaars. Het aantal vissen en de biomassa aan vis nemen drastisch toe door de grote voedselrijkdom. Soorten als brasem gaan domineren. Deze verandering in levens-

gemeenschap, zowel in samenstelling als aantal, is er verantwoordelijk voor dat vermindering van de toevoer van voedingsstoffen niet snel effect heeft op het ecologisch herstel. Door de aanpassing van de levensgemeenschap aan het duistere milieu onder water, en door de opslag van fosfor in de bodem -die nalevering kan veroorzaken- is de vermisting in meren en plassen niet eenvoudig en snel terug te dringen. Het fijne organische slib, dat is ontstaan tijdens tientallen jaren van vermisting in het verleden, zal in veel plassen nog langdurig voor troebel water zorgen (figuur 5.4.7). Aanvullende maatregelen zoals actief biologisch beheer, herstel van oevers met oevervegetatie, natuurlijk peilbeheer, baggeren en plaatselijk verdiepen kunnen nodig zijn voor volledig herstel.

#### Vermesting van vennen

De kansen voor het duurzaam behouden van ven-ecosystemen zullen in 2030 iets gunstiger zijn dan nu, door de afnemende stikstofdepositie. De lokale depositie op vennen is beduidend lager dan de gebiedsgemiddelde depositie, voornamelijk doordat de afstand van vennen tot emissiebronnen doorgaans groot is. Er bestaan grote verschillen tussen vennen in de kwetsbaarheid voor vermisting. De inrichting van de directe omgeving is voor ongeveer een kwart van de onderzochte vennen een belemmering voor herstel.

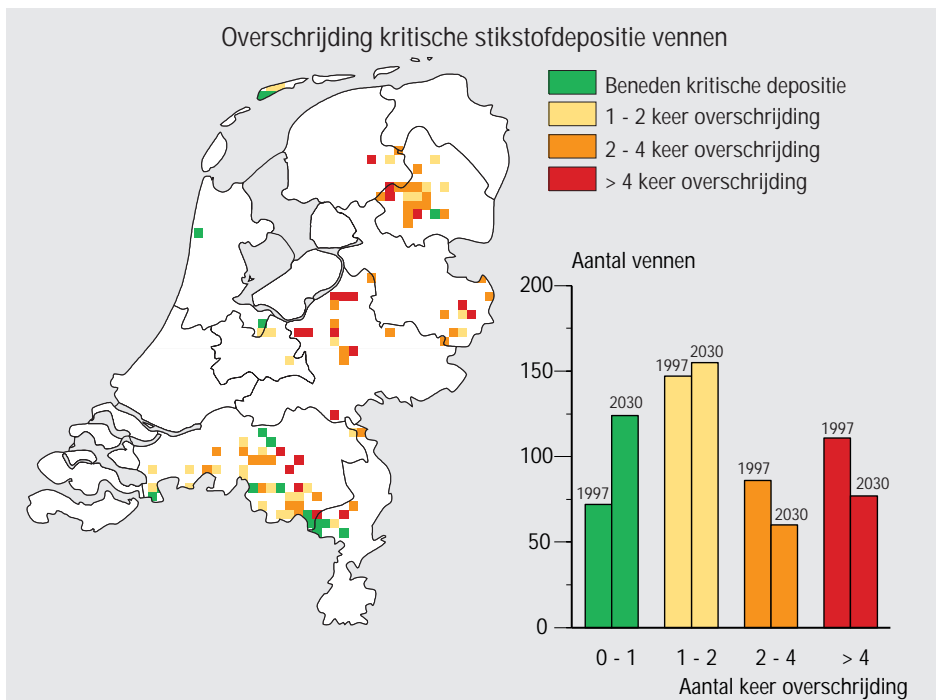
### Vermesting van vennen nader bekeken

Vermesting van vennen uit zich in een toenemende beschikbaarheid van koolstof en stikstof, het voorkomen van organische bodems en een verandering van de waterplantenvegetatie. Groeiplaatsen van plantensoorten die zijn aangepast aan het oorspronkelijk stikstof- en koolstofarme milieu van de vennen verdwijnen (bijvoorbeeld Oeverkruid). Hiervoor in de plaats verschijnen soorten van voedselrijkere milieus, zoals Knolrus, veenmossen en Waterlelie. De kritische depositie is berekend voor 417 vennen afzonderlijk. Het betreft de vennen met een zandbodembodem, waarin ooit Oeverkruid is waargenomen.

De lokale stikstofdepositie op de vennen daalt van gemiddeld 700 mol N/ha/jaar (variërend van 170-1800 mol N/ha/jaar) in 1997 naar gemiddeld 525 mol N/ha/jaar (140-1400 mol N/ha/jaar) in 2030. De kritische depositie is de depositie waarbij een duidelijke verandering van de waterplantenvegetatie verwacht kan worden. Als gevolg van de grote verschillen tussen vennen in grootte, oeverbegroeiing en omgevingskenmerken, zijn de verschillen in de kritische depositie tussen de vennen

groot. De mate van overschrijding van de kritische depositie verschilt dan ook van ven tot ven (figuur 5.4.8).

In 25% van de 417 vennen was in 1997 de kritische depositie 100 mol N/ha/jaar of minder. Dit zijn voornamelijk kleine vennen die zeer beschut liggen. De omgeving, die in de loop van de vorige eeuw veranderd is (met name bebossing en verruiging van de oevers), maakt het voorkomen van kenmerkende waterplantenvegetaties in deze vennen onwaarschijnlijk. In circa 20% van de vennen was de depositie in 1997 lager dan de kritische depositie. In de overige vennen (55%) is de stikstofdepositie in 1997 circa tweemaal te hoog. In 2030 zal de situatie iets gunstiger zijn. Dan wordt in circa 30% van deze vennen de lokale kritische depositie niet overschreden. Gegeven de huidige omgeving van de vennen, vormt dan de stikstofdepositie op deze vennen geen belemmering meer voor het voorkomen van de kenmerkende waterplanten en het in stand blijven van een natuurlijk ven-ecosysteem.



Figuur 5.4.8 Overschrijding van de kritische stikstofdepositie op vennen. Mate van overschrijding in 1997, gegevens geaggregeerd per 5x5 km, en verandering in het aantal vennen per overschrijdingsklasse tussen 1997 en 2030. (Bron: Brandes et al., 2000)

### **Vermesting kustwater**

De belasting met fosfor van de kustwateren is in de periode 1930-1985 met een factor 4 toegenomen, de belasting met stikstof met een factor 10. De eutrofiëring van het kustwater veroorzaakt in eerste instantie een verhoogde productie van biomassa en een verandering in soortensamenstelling van plantaardig plankton (fytoplankton). In sommige gebieden van de Noordzee is hierdoor de kans op zuurstofgebrek groter geworden en in het Nederlandse kustwater is de plaagalg *Phaeocystis* sterk toegenomen. *Phaeocystis* kan overmatige schuimvorming op de stranden veroorzaken en is weinig geschikt als voedsel voor schelpdieren. De term plaagalg is ontstaan vanuit menselijk perspectief. Het gaat in feite om algen die in de loop van de evolutie allerlei afweermechanismen tegen vraat door dierlijk plankton en bodemdieren hebben ontwikkeld, zoals slijm, stekels en gifstoffen. Vooral algen die vergiftigingsverschijnselen veroorzaken bij mensen, na consumptie van schelpdieren waarin de toxinen zijn geconcentreerd, worden als plaag beschouwd.

In het begin van de jaren tachtig vertoonden grote gebieden in de Duitse Bocht zuurstofgebrek en werd ook duidelijk dat de plaagalg *Phaeocystis* in het continentale kustwater zeer talrijk was geworden. Deze gebeurtenissen vormden in 1987 de aanleiding tot het besluit van de Noordzeeministers om de stikstof- en fosforbelasting via de rivieren op de Noordzee te halveren ten opzichte van 1985.

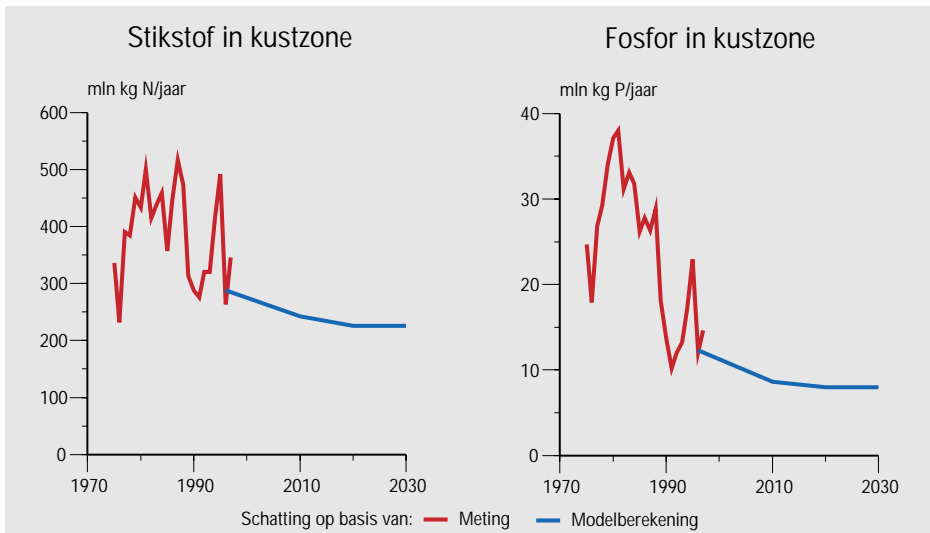
#### **Bestrijding eutrofiëring in de kustzone**

Er is experimenteel onderzoek uitgevoerd naar de effecten van een aantal saneringsscenario's ten opzichte van de situatie in begin jaren tachtig op de soortensamenstelling van het fytoplankton en op de productiviteit van het fytoplankton, bodemdieren en microzoöplankton van onze kustsystemen. Bodemdieren en microzoöplankton vormen schakels in de doorgifte van voedsel naar hogere trofische niveaus (vogels, vissen). Het doel was om de situatie van eind jaren negentig en de mogelijke toekomstige scenario's te testen op hun effectiviteit voor de bestrijding van de eutrofiëring. Experimenten naar de effecten van reductie van stikstof toonden een sterke afname van het zomerfytoplankton bij een reductie van 50 en 70% ten opzichte van de situatie in begin jaren tachtig. Dit effect was veel sterker dan bij een vergelijkbare reductie van fosfor. Ook microzoöplankton en

bodemdieren reageerden op deze stikstofsanering. In het experiment nam de groei van mosselen sterk af bij 75% reductie van de stikstofaanvoer, maar de groei bleef redelijk op peil bij 50% reductie.

Er zijn geen verschillen in de soortensamenstelling van het fytoplankton tussen de scenario's gevonden. Gecombineerd met de resultaten van onderzoek in de Oosterschelde, kan echter geconcludeerd worden dat bij een verdergaande fosforsanering de productie van fytoplankton nauwelijks zal afnemen, maar dat er een goede kans bestaat dat *Phaeocystis* minder talrijk wordt. Het is niet onwaarschijnlijk dat de fosforsanering een gunstig effect heeft op de productiviteit van schelpdieren, omdat *Phaeocystis* weinig geschikt is als voedsel voor deze groep en omdat andere fytoplanktonsoorten, die minder fosfor nodig hebben, niet zullen afnemen.

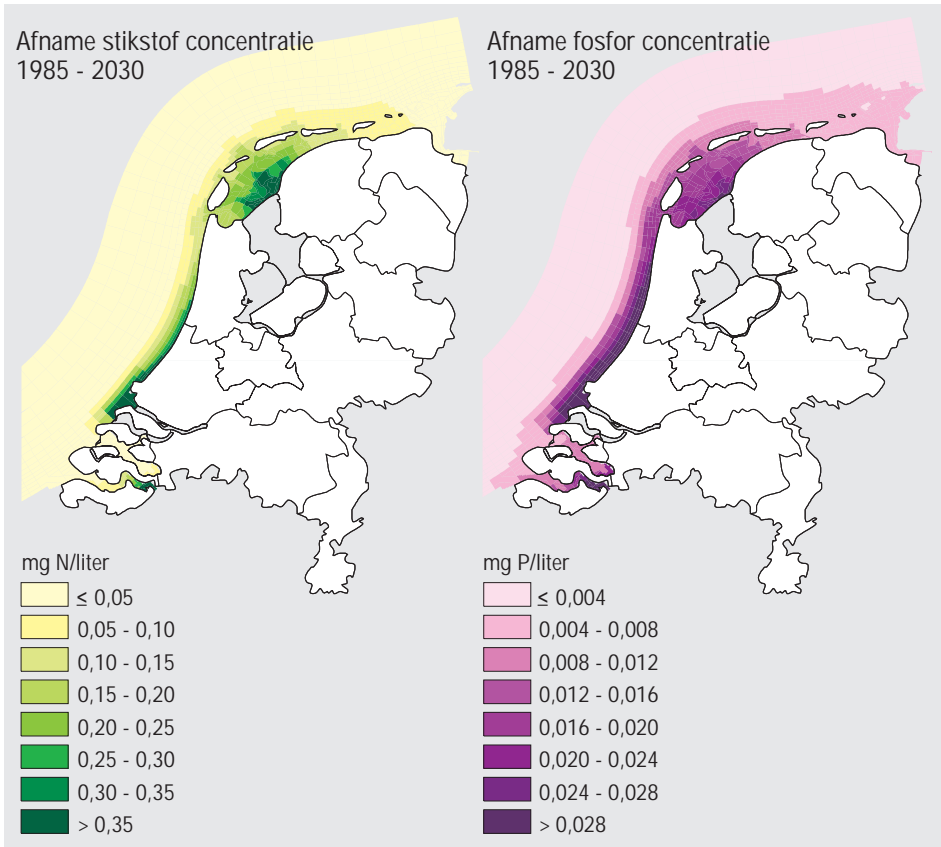
Het in 1987 ingezette saneringsbeleid heeft geleid tot een afname van de belasting van het kustwater met fosfor met ongeveer 50% ten opzichte van begin jaren tachtig. Deze daling heeft echter niet geleid tot minder grote bloei van het fytoplankton. Dat komt omdat fosfor op locaties dicht onder de kust nog steeds in overmaat beschikbaar is en verder van de kust af alleen kortdurend, aan het einde van de voorjaarsbloei, effect heeft op de groei van fytoplankton. De belasting van de Noordzee met stikstof is nauwelijks afgenomen (figuur 5.4.9).



Figuur 5.4.9 Belasting van de Nederlandse kustzone en Waddenzee met fosfor en stikstof door rivieren. De belasting vertoont een grillig verloop vanwege de weersafhankelijkheid. Voor de Rijn, de grootste stikstofbron, is uitgegaan van de implementatie van de EU-nitraatrichtlijn in het stroomgebied. (Bron: RIKZ in Brandes et al., 2000)

Het blijkt dat de sanering van de stikstofbelasting veel effectiever is voor het bestrijden van eutrofiëringseffecten op zee dan een vergelijkbare sanering van de fosforbelasting. Alleen bij een forse reductie in de belasting met fosfor (70-80% ten opzichte van de tachtiger jaren) zal *Phaeocystis* afnemen. Een dergelijke reductie wordt naar verwachting vanaf 2010 gerealiseerd. Bij een reductie van de belasting met stikstof tot 50% ten opzichte van het gemiddelde in de tachtiger jaren zal waarschijnlijk de productie van schelpdieren en vissen niet afnemen, maar de kans op zuurstofgebrek en plaagalgen wel (zie tekstbox 'Bestrijding eutrofiëring in de kustzone'). Vanaf 2010 zal deze reductie waarschijnlijk eveneens gehaald worden. De afname in de vrachten vertaalt zich in een daling van de wintervoorraad aan voedingsstoffen in een zone tot 20 km uit de kust (figuur 5.4.10). De verwachting is dat een voortgaande reductie van met name stikstof de groei van het fytoplankton in de zomer verder zal remmen.

De doelstelling van de Noordzeeministers om de belasting met fosfor en stikstof via de rivieren te halveren ten opzichte van het referentiejaar 1985 zal voor fosfor ruimschoots gehaald worden met een daling van bijna 70%. De stikstofbelasting zal niet halveren. Deze zal in 2030 met circa 35% zijn gedaald ten opzichte van het referentiejaar 1985. Deze daling is minder dan de eerdergenoemde 50% ten opzichte van de tachtiger jaren gemiddeld, omdat in 1985 toevallig de belasting van de kustzone met voedingsstoffen door rivieren relatief laag was.



*Figuur 5.4.10 Afname van de winterconcentraties opgelost anorganisch stikstof en fosfor over de periode 1985-2030. De invloed van de rivieren en de spuilsuis in de afsluitdijk zijn duidelijk zichtbaar in de kustzone, Waddenzee en monding van de Schelde. (Bron: RIKZ in Brandes et al., 2000)*

## 5.5 Verdroging

- *In ten hoogste 40% van het huidige verdroogde areaal zal in 2030 de verdrogings-toestand zijn verbeterd of de verdroging opgelost.*
- *Verdrogingsbestrijding kan lokaal leiden tot extra vermesting van het oppervlakte-water.*

### 5.5.1 Inleiding

Verdroging is het gebrek aan voldoende grondwater of oppervlaktewater van de juiste kwaliteit in natuurgebieden of in gebieden met een nevenfunctie natuur (in het vervolg aangeduid als 'natuurgebieden'). Circa 40% van de inheemse plantensoorten is afhankelijk van een grondwaterstand of kwel (opwaarts gerichte grondwaterstroming) tot in de wortelzone en is dus gevoelig voor verdroging. Tussen 1955 en 1965 is de gemiddelde grondwaterstand in Nederland met 35 cm gedaald. Na 1965 is de grondwaterstand gestabiliseerd. Volgens een inventarisatie van de provincies bedroeg het verdroogde areaal in 1998 circa 6000 km<sup>2</sup> (hierna aangeduid als 'inventarisatie 1998').

### 5.5.2 Doelstellingen en beleid

De landelijke doelstelling van de verdrogingsbestrijding is een vermindering van het verdroogde areaal in 2010 met 40% ten opzichte van het referentiejaar 1985. Daarbij wordt als referentie een verdroogd areaal van circa 6000 km<sup>2</sup> aangehouden. Het vastgesteld beleid dat ten behoeve van de berekening van de grondwatersituatie in 2030 (als onderlegger voor het bepalen van de omvang van de verdroging, vermesting en druk op de natuur) is aangenomen, is samengesteld uit de volgende componenten:

- de huidige grondwaterwinningen voor de drinkwatervoorziening volgens vergunningscapaciteit,
- de geplande en voorgenomen veranderingen in de grondwaterwinningen voor de drinkwatervoorziening,
- het staken van grondwateronttrekkingen voor laagwaardige doeleinden zoals bijvoorbeeld gebruik als koelwater,
- de waterbesparingsdoelstellingen, zoals geformuleerd in het *Beleidsplan Drink- en Industriewatervoorziening* (Ministerie van VROM, 1993, 1995),
- maatregelen tegen verdroging uitgevoerd in verdroogde gebieden met de status 'in voorbereiding' conform de inventarisatie 1998,
- aanvullende maatregelen tegen verdroging uitgevoerd in verdroogde gebieden met de status 'nog niets ondernomen' conform de inventarisatie 1998, die onderdeel zijn van landinrichtingsprojecten.

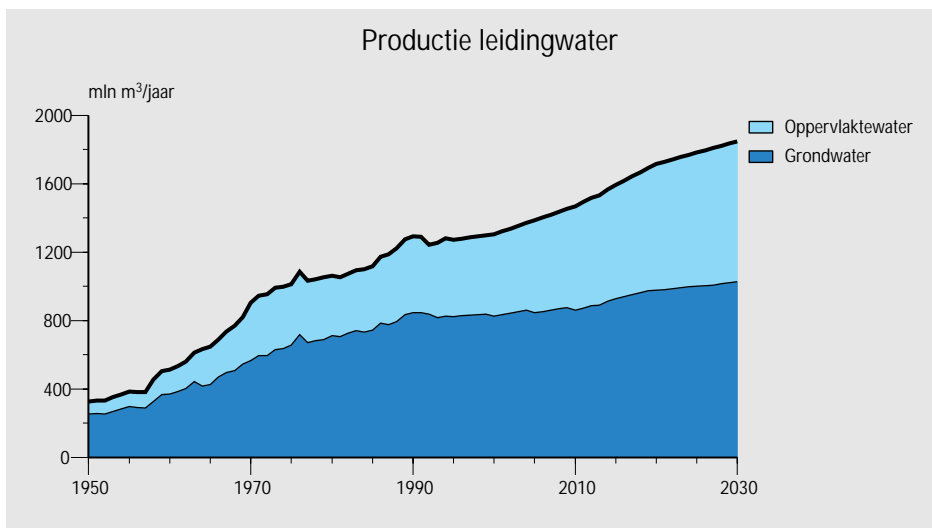


### 5.5.3 Oorzaken van verdroging

Circa 60% van de verdroging is het gevolg van de toename van de ontwatering en afwatering voor de landbouw en de daardoor teweeggebrachte daling van de grondwaterstand. In laag Nederland heeft verdroging meestal tot gevolg dat water van buiten het natuurgebied wordt ingelaten met een andere, doorgaans voedselrijkere samenstelling dan het gebiedseigen water. Tussen nu en 2030 zullen naar verwachting in 3000 km<sup>2</sup> natuurgebied maatregelen worden genomen om de verdroging te bestrijden. Daarvan ligt 400 km<sup>2</sup> binnen ruilverkavelingen en landinrichtingsprojecten. Het betreft zowel waterhuishoudkundige maatregelen ter verhoging van de grondwaterstand als maatregelen ter verbetering van de kwaliteit van het oppervlaktewater.

De winning van grondwater voor verschillende doeleinden veroorzaakt ongeveer 30% van de verdroging. De gevolgen van grondwateronttrekking zijn een daling van de grondwaterstand en een afname van de kwel. De totale grondwateronttrekking in Nederland bedraagt momenteel ongeveer 1300 miljoen m<sup>3</sup>/jaar. Waterleidingbedrijven, de industrie en de landbouw nemen respectievelijk ongeveer 70%, 15% en 15% voor hun rekening. Van het totaal door waterleidingbedrijven gewonnen water wordt circa 20% gebruikt door industrie en raffinaderijen, circa 5% door land- en tuinbouw en het resterende deel door overige bedrijven en huishoudens.

De productie van leidingwater neemt toe van ruim 1200 miljoen m<sup>3</sup>/jaar in 1998 naar circa 1800 miljoen m<sup>3</sup>/jaar in 2030 volgens het EC-scenario (figuur 5.5.1). In het GC-scenario gaat het om ongeveer dezelfde hoeveelheid. Hoewel in beide scenario's rekening is gehouden met de waterbesparingsdoelstellingen, zoals geformuleerd in het *Beleidsplan Drink- en Industriewatervoorziening* wordt een toename van het waterver-



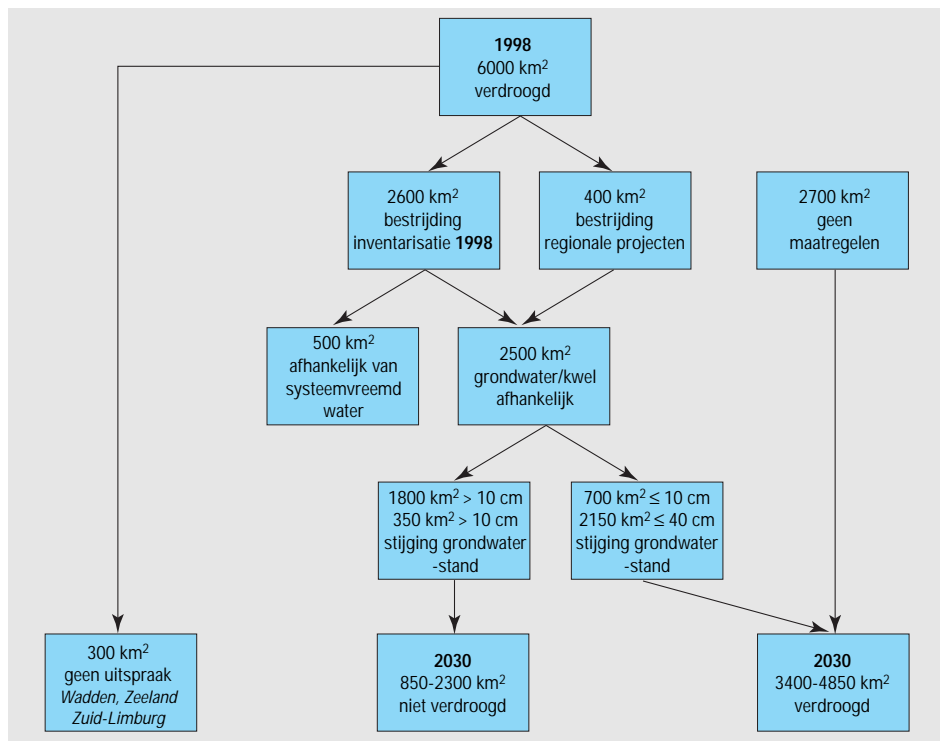
Figuur 5.5.1 Winning van grond- en oppervlaktewater voor de productie van leidingwater tussen 1950 en 2030 volgens het EC scenario (Bron: Mülschlegel, 2000)

bruik per inwoner verwacht. Het gebruik van oppervlaktewater als grondstof voor de bereiding van leidingwater stijgt van ruim 400 miljoen m<sup>3</sup>/jaar in 2000 naar circa 800 miljoen m<sup>3</sup>/jaar in 2030. Omdat de bereiding van leidingwater uit oppervlaktewater aanmerkelijk complexer is dan uit grondwater zal dit tot hogere kosten leiden. Daarnaast wordt in 2030 ook nog circa 1000 miljoen m<sup>3</sup> grondwater gewonnen. Die hoeveelheid is ongeveer gelijk aan de huidige vergunningscapaciteit.

De overige 10% van de verdroging heeft een andere oorzaak, zoals toename van het verhard oppervlak en zandwinning.

### 5.5.4 Verdroging in 2030

In 2030 zal in ten hoogste 2300 km<sup>2</sup>, dat is 40% van het verdroogde areaal in 1998, de verdrogingstoestand zijn verbeterd of de verdroging opgelost (figuur 5.5.2). In circa 1800 km<sup>2</sup> van deze 2300 km<sup>2</sup> komt dit door een stijging van de grondwaterstand van minimaal 10 cm en in circa 500 km<sup>2</sup> door verbetering van de waterkwaliteit. In 700 km<sup>2</sup> verdroogd areaal zijn de maatregelen behorende bij het vastgesteld beleid niet voldoende om een stijging van de grondwaterstand van tenminste 10 cm te bewerkstelligen.



Figuur 5.5.2 De ontwikkeling van het verdroogde areaal tussen 1998 en 2030 (Bron: Beugelink et al., 2000)

De gewenste grondwaterstijging in een verdroogd natuurgebied ligt meestal tussen de 10 en 40 cm. Deze hangt af van de natuurontwikkelingsdoelen voor het gebied en van de huidige lokale grond- en oppervlaktewaterregimes. Als in plaats van een grondwaterstijging van 10 cm als criterium een stijging van minstens 40 cm wordt gebruikt, vermindert het areaal waar de verdroging door stijging van het grondwater in 2030 is opgelost tot circa 350 km<sup>2</sup> (5% van het verdroogde areaal in 1998). De grote onzekerheidsmarge van circa 1500 km<sup>2</sup> (25%) in het areaal waar in 2030 de verdroging is opgelost weerspiegelt het gebiedsspecifieke karakter van verdrogingsbestrijding.

#### Onzekerheden in de berekening van het areaal waar in 2030 de verdroging is opgelost

Een grote onzekerheid bij de berekening van de toekomstige verdrogingstoestand is het jaar van implementatie van voorgenomen waterhuishoudkundige maatregelen. Een andere grote onzekerheid komt voort uit het gebruik van verouderde grondwatertrappenkaarten als informatiebron voor de huidige grondwaterstanden. Op deze verouderde kaarten wordt in diverse gebieden een hogere grondwaterstand aangegeven dan in de huidige situatie werkelijk het geval is. Hierdoor wordt het werkelijke verdrogingsprobleem onderschat. Een stijging van de grondwaterstand van tenminste 10 cm ten opzichte van de situatie zoals

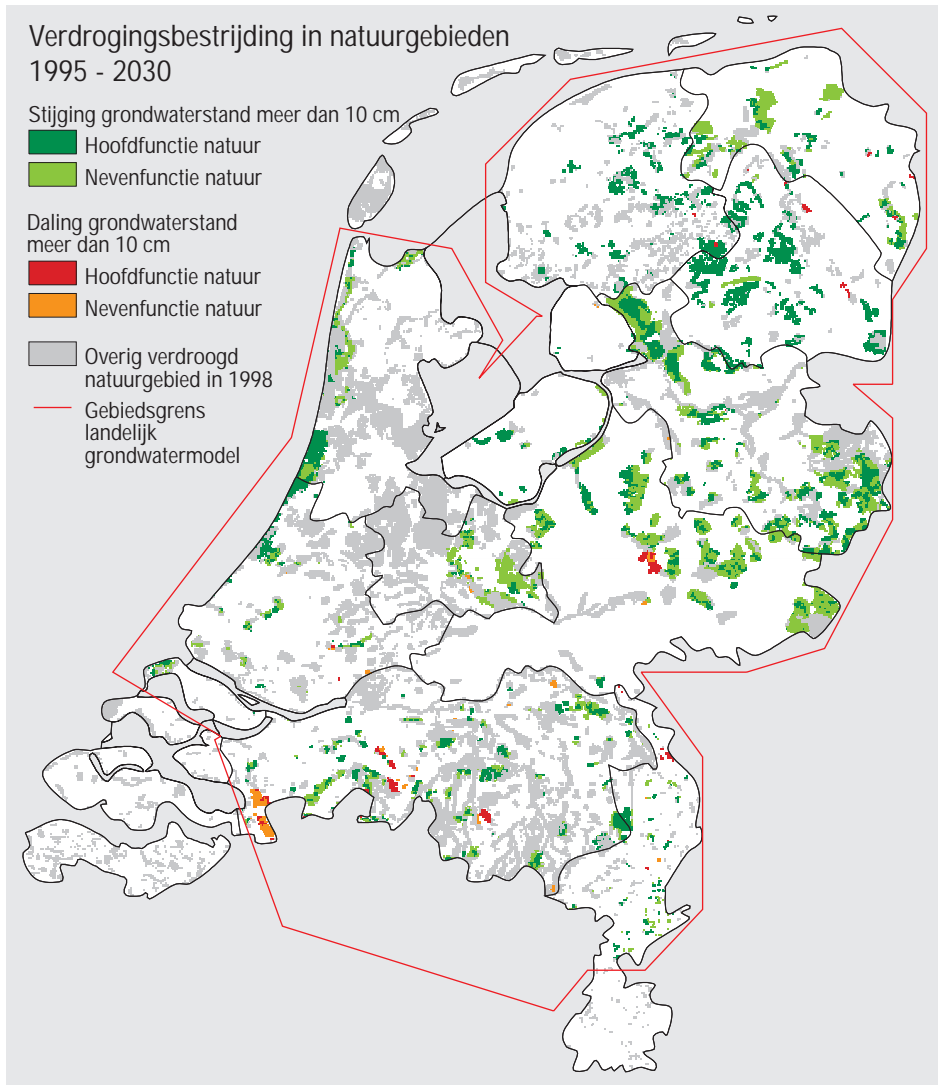
op deze grondwatertrappenkaarten staat weergegeven zou de verdroging naar alle waarschijnlijkheid grotendeels kunnen oplossen. Dit lijkt vooral aannemelijk voor vochtige en natte natuur, met grondwaterstanden tot circa 40 cm onder het maaiveld, waarvoor een grondwaterstijging van 10 cm een relevante verhoging is. Wanneer in aanmerking wordt genomen dat de werkelijke situatie aanmerkelijk droger is dan volgens de grondwatertrappenkaart, dan is een strenger criterium voor de grondwaterstijging nodig voor het oplossen van verdroging.

In *figuur 5.5.3* zijn de in 1998 geïnventariseerde verdroogde gebieden weergegeven, waar de grondwaterstand naar verwachting in 2030 met tenminste 10 cm zal zijn gestegen. Gunstige effecten op de natuur zijn vooral te verwachten in Noordoost-Nederland en de duinen. Eventuele ongunstige effecten van grondwaterstijging op landbouwproductie (vernattingschade) en stedelijk gebied (vochtproblemen in woningen) zijn niet gekwantificeerd.

## 5.5.5 Toename van vermessing door bestrijding van verdroging

Maatregelen tegen verdroging en de geplande ontwikkelingen van grondwateronttrekkingen leiden in circa 4000 km<sup>2</sup> van het landelijk gebied tot een verandering in de waterhuishouding die van invloed is op de afspoeling van stikstof en fosfor naar het oppervlaktewater. Regionaal treden grote veranderingen op, in globaal 25% van de onderzochte 4000 km<sup>2</sup> neemt de drainage naar het oppervlaktewater met meer dan 10% af, in nog eens 25% van dit areaal neemt de drainage met meer dan 20% toe (*tabel 5.5.1*).

Het belangrijkste effect van de maatregelen tegen verdroging is een toename van de uit- en afspoeling van fosfor naar het oppervlaktewater in die regio's waar door vernatting de drainage toeneemt; in ongeveer 50% van het onderzochte areaal neemt deze meer dan 15% toe, in ongeveer 10% van het areaal zelfs meer dan 80%. De toename van de



*Figuur 5.5.3 Overlap van het areaal met een verandering van de grondwaterstand van meer dan 10 cm in 2030 en het verdroogde areaal met als hoofd- of nevenfunctie natuur in 1998 (Bron: Beugelink et al., 2000)*

fosfor afspoeling naar het oppervlaktewater is vooral te verwachten op het Drents Plateau, maar ook in het oostelijk en zuidelijk zandgebied. De afspoeling van stikstof neemt gemiddeld over Nederland niet toe maar kan lokaal wel sterk toe- of afnemen. Verdrogingsbestrijding heeft gemiddeld over Nederland nauwelijks effect op het areaal met overschrijding van de nitraatnorm in het bovenste grondwater.

*Tabel 5.5.1 Relatieve verandering in vermisting tussen 2030 en 1998 onder invloed van maatregelen tegen verdroging en de geplande ontwikkeling van grondwateronttrekkingen. Het totale areaal waar de waterhuishouding verandert is 4000 km<sup>2</sup> (Bron: Beugelink et al., 2000)*

Areaal	Drainage afvoer	P-gehalte in drainage afvoer	P-belasting in oppervlakte-water	N-concentratie in drainage afvoer	N-belasting oppervlakte-water	NO <sub>3</sub> -concentratie in bovenste grondwater
%	% verandering					
10	< -31	< -3	< -28	< -21	< -32	< -13
25	< -10	< 0	< -6	< -8	< -10	< -4
50	< 2	< 7	< 14	< -1	< 1	< -1
75	< 20	< 32	< 45	< 2	< 16	< 2
90	< 45	< 67	< 79	< 8	< 40	< 14

## 5.6 Verstoring

- *De geluidbelasting en geluidhinder van het weg- en railverkeer en de luchtvaart zullen zonder aanvullende maatregelen in de periode tot 2030 toenemen. De hinder blijft het grootst in de Randstad en in Zuid-Limburg. De NMP3-doelstelling voor 2010 om ernstige geluidhinder door het verkeer terug te dringen tot een verwaarloosbaar niveau, zal met het vastgesteld beleid niet worden gehaald.*
- *Personenauto's worden naar verwachting niet of nauwelijks stiller; vrachtauto's in geringe mate, maar onvoldoende om de verwachte toename van het wegtransport te compenseren.*
- *Langs de bestaande trajecten zal de geluidbelasting van het railverkeer niet sterk toenemen. De aanleg van een aantal nieuwe spoorlijnen zal een extra aantasting van landelijke stiltegebieden veroorzaken.*
- *Het huidige tempo waarin 'stille' vliegtuigen worden ingezet voor het luchtvervoer is onvoldoende om de verwachte groei in verkeersvolume te kunnen accommoderen binnen de huidige en toekomstige geluidnormen voor de luchtvaart.*
- *Na opening van de vijfde Schipholbaan zal de geluidbelasting aanvankelijk 10 tot 20% lager liggen dan in 1990. Zelfs bij handhaving van de PKB-normen voor Schiphol zal, bij verdere toename van het luchtverkeer, de ernstige geluidhinder in de wijde omgeving toenemen, ondermeer door de voorziene Vinex-plannen in de Randstad.*
- *Indien in het veiligheidsbeleid niet meer dan nu de ruimtelijke ordening wordt betrokken, zal het externe veiligheidsprobleem hardnekkig blijven, zeker wanneer sprake is van steeds dichtere bebouwing.*

### 5.6.1 Inleiding

Onder het thema verstoring vallen de lokale milieuproblemen die de kwaliteit van de leefomgeving van de burgers direct aantasten. Het gaat dan vooral om lawaai, stank, lokale lucht- of bodemverontreiniging en de kans op ongevallen door industrie of transport (externe veiligheid). De effecten hiervan op de volksgezondheid en leefbaarheid van de woonomgeving worden beschreven in respectievelijk *paragraaf 5.9* en *5.10*.

### 5.6.2 Geluid

#### **Beleidsontwikkelingen**

In 2002 zal het geluidbeleid worden gedecentraliseerd met het in werking treden van de MIG (*Modernisering Instrumentarium Geluidbeleid*). Eén van de kernpunten van de MIG is het delegeren van verantwoordelijkheden en bevoegdheden aan de daartoe meest geëigende overheidslaag. Zo blijft de rijksoverheid verantwoordelijk voor het vaststellen van nationale doelstellingen en normen, maar ook voor de geluidbelasting en geluidhinder veroorzaakt door infrastructuur die onder rijksgezag valt (rijkswegen, spoorwegen en vliegvelden). De provincies en gemeenten kunnen na de invoer van de

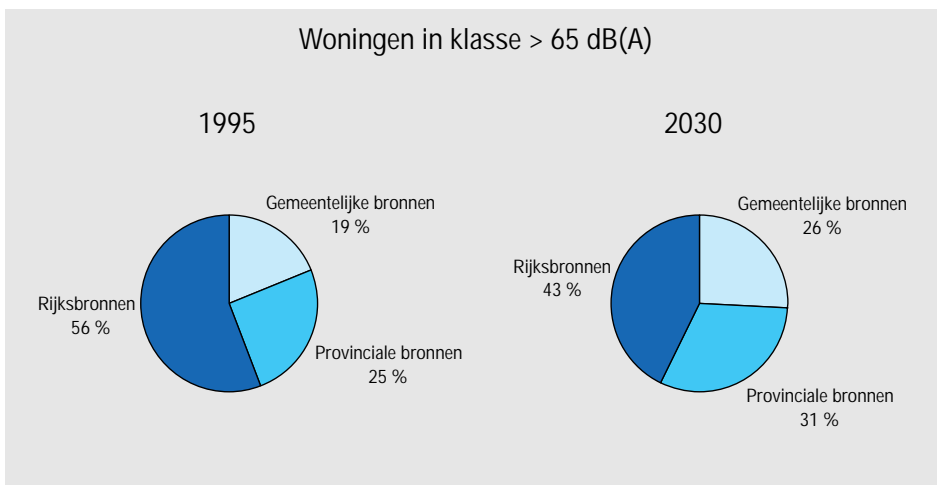
MIG hun eigen geluiddoelstellingen vaststellen en zijn verantwoordelijk voor respectievelijk provinciale en gemeentelijke wegen.

**Landelijk beeld**

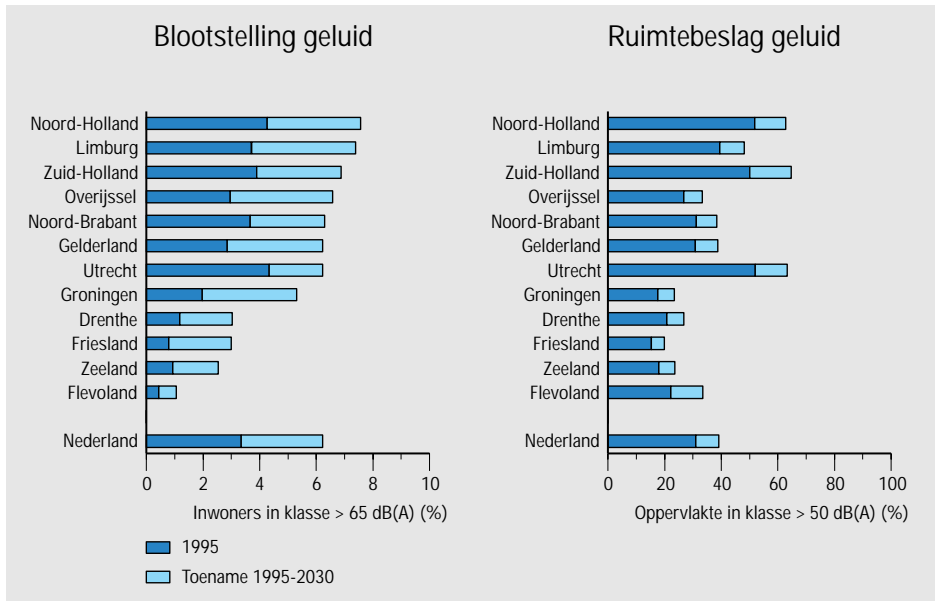
In 1998 bedroeg het percentage ernstig gehinderden door geluid van buren, wegverkeer, vliegverkeer respectievelijk 22%, 27%, en 13% van de Nederlandse bevolking. Industrie, railverkeer en recreatie dragen in mindere mate (1 tot 6%) bij aan de geluidhinder (TNO, 2000). Het merendeel van de geluidbelasting boven 65 dB(A) bij woningen werd in 1995 veroorzaakt door het gebruik van de rijksinfrastructuur (snelwegverkeer, treinverkeer en luchtvaart). Dit is ook in 2030 het geval, met een absolute toename voor alle categorieën. Daarnaast zal het aandeel van provinciale wegen toenemen. Het aandeel van de rijksbronnen neemt af, ondanks de relatief sterke volumegroei op snelwegen, doordat de snelwegen van het akoestisch gunstiger Zeer Open Asphalt Beton (ZOAB) worden voorzien (figuur 5.6.1).

In de periode tot 2030 wordt een toename van de geluidblootstelling door weg-, rail- en vliegverkeer en van het geluidbelast oppervlak verwacht (figuur 5.6.2). Zowel de functies wonen als recreëren komen onder meer druk te staan. Zo zal in Nederland het percentage inwoners dat blootstaat aan een geluidbelasting van meer dan 65 dB(A) door weg-, rail- en vliegverkeer in 2030 bijna twee keer zo hoog zijn als in 1995. In de Randstad en Limburg is de geluidbelasting het hoogst.

De geluidbeperkende maatregelen die zeker uitgevoerd worden (stillere motoren, stiller asfalt, uitfasering lawaaiige vliegtuigen) zijn niet voldoende om de effecten van de groei in mobiliteit te compenseren. Het effect van de te verwachten toename in geluidblootstelling op de omvang van hinder is alleen indicatief aan te geven, aangezien individuele eigenschappen een grote rol spelen. De ernstige hinder door geluid neemt in de periode 2000-2030 toe met 20% tot 50%. De NMP3-doelstelling voor 2010 (geen ernstige hin-



Figuur 5.6.1 Geluidbelasting naar bestuurslaag 1995 en 2030 (Bron: Dassen et al., 2000)



*Figuur 5.6.2 Indicatie van het percentage inwoners >65 dB(A) en percentage geluidbelast gebied >50 dB(A) in de periode 1995-2030 (Bron: Dassen et al., 2000)*

der meer door geluid van weg-, rail-, vliegverkeer en industrie) wordt met het vastgesteld beleid niet gehaald.

### **Geluid van wegverkeer**

De groei van de voertuigkilometers heeft zich in de afgelopen decennia met name op (snel)wegen buiten de bebouwde kom geconcentreerd. Oorzaken zijn onder meer het beleid gericht op auto-arme binnensteden, een grotere ruimtelijke spreiding van woon-, werk- en recreatieactiviteiten en hogere rijsnelheden voor het interlokale verkeer, waardoor meer kilometers op het hoofdwegenet plaatsvinden (Harms, 2000). Indien de huidige trend zich voortzet zal het aantal voertuigkilometers binnen de bebouwde kom ruim 40% toenemen in de periode 1995-2020, tegenover circa 65% buiten de bebouwde kom.

Binnen de bebouwde kom nemen de intensiteiten op de hoofdwegen meer toe dan op overige wegen (*tabel 5.6.1*). Dit geldt vooral voor het zware vrachtverkeer. Buiten de bebouwde kom nemen de intensiteiten sterker toe op het rijkswegennet dan op de provinciale- en gemeentelijke wegen. Deze verandering in verkeersverdeling is vanuit het oogpunt van geluidhinder gunstig want het overgrote deel van de geluidhinder door wegverkeer komt voor binnen de bebouwde kom.



Tabel 5.6.1 Ontwikkeling intensiteiten (voertuigkilometers per kilometer weglengte) van licht- en zwaar verkeer naar wegtype (Bron: Feimann et al., 2000)

	2010 EC	2020 EC
<i>1995=100</i>		
<b>Binnen de bebouwde kom</b>	100-110	105-115
Hoofdwegen		
Licht	130-140	140-150
Zwaar	160-170	230-240
Overige wegen		
Licht	100-110	100-110
Zwaar	85-95	70-80
<b>Buiten de bebouwde kom</b>	120-130	135-145
Rijkswegen		
Licht	130-140	145-155
Zwaar	160-170	215-225
Overige wegen		
Licht	120-130	135-145
Zwaar	120-130	175-185

Lichte voertuigen: personenauto's, bestelwagens en motoren/scooters; zware voertuigen: vrachtwagens, trekkers, bussen en speciale voertuigen.

### Beleid en berekeningen

De belangrijkste beleidsontwikkeling is de verdere doorwerking van reeds van kracht zijnde aanscherpingen in geluidemissie-eisen, met name van vrachtwagens. Momenteel vinden discussie plaats over de invoering van normen voor bandenlawaai en over een andere methodiek van typekeuringseisen. In beginsel zouden substantiële effecten bereikt kunnen worden. Vanwege de veel kortere levensduur van banden dan van voertuigen zijn effecten van regelgeving voor banden al snel merkbaar. In de berekeningen is hiervan nog niet uitgegaan. Vanaf 1971 zijn er grenswaarden van kracht voor de geluidemissie van nieuwe wegvoertuigen. Een verdere aanscherping van geluidemissie-eisen voor vrachtwagens en bussen is niet verondersteld, omdat hierover geen Europese overeenstemming wordt verwacht. Evenmin zijn maatregelen gericht op de afname

van de geluidemissie van banden vastgesteld. De in discussie zijnde voorstellen hiervoor zijn bovendien dermate soepel dat er waarschijnlijk weinig effect op korte termijn van zal uitgaan (Feimann et al., 2000). Bij de berekeningen is ervan uitgegaan dat op het hele hoofdwegennet ZOAB aangelegd zal worden. Toekomstige uitbreiding van geluidschermen en wallen op saneringsplaatsten langs rijkswegen zijn in verband met het ontbreken aan gegevens niet in de berekeningen meegenomen. Er is uitgegaan van de situatie in 1995. De invloed van extra geluidsschermen op het landelijke niveau van (ernstige) hinder is echter gering. Wel is verondersteld dat langs rijkswegen geluidschermen geplaatst worden bij nieuwbouwwijken. De cijfers in *figuur 5.6.2* vormen daarom naar verwachting een bovengrens van de te verwachten geluidbelasting.

Naar verwachting zal er tussen 1995 en 2020 geen verdere verlaging van de geluidemissie van personenauto's meer plaatsvinden. Van de verdere aanscherping van keuringseisen wordt geen effect verwacht. Daarvoor zijn drie redenen: ten eerste is op dit moment het band-wegdek geluid in bijna alle gevallen dominant. Daarnaast wordt verwacht dat bredere bandentypen zullen worden gebruikt, die meer geluid produceren. Tenslotte speelt mee dat er vooralsnog geen effectief beleid is voorzien om de geluidemissie door banden af te laten nemen.

Vrachtwagens zijn ondanks een forse aanscherping van de geluidemissie-eisen in de praktijk niet of nauwelijks stiller geworden. Desondanks wordt verwacht dat het vrachtwagenpark in 2010 nog 1 dB(A) (middelzware vrachtwagens) tot 2 dB(A) (zware vrachtwagens) stiller zal zijn dan in 1996. De reden hiervoor is dat de aanscherping van de emissie-eisen in 1995 tot stillere nieuwe vrachtwagens zal leiden die pas na 1995 in het vrachtwagenpark doorwerken. Na 2010 wordt geen verandering van de gemiddelde geluidemissie van vrachtauto's verwacht.

De verwachte volume- en emissieontwikkelingen leiden er toe dat in 2030 het verkeer op rijkswegen, provinciale wegen en doorgaande binnenstedelijke wegen gemiddeld 2 tot 3 dB(A) meer geluid zal produceren dan in 1995. Op de overige binnenstedelijke wegen wordt weinig verandering verwacht. Perioden van stilte tijdens een etmaal zullen relatief schaars worden. De Nederlanders die nabij deze wegen wonen krijgen in de toekomst te maken met geluidniveaus die niet zo zeer hoger, maar vooral langer aanwezig zijn.

### **Geluid van railverkeer**

In 1987 is het *Besluit Geluidhinder Spoorwegen (BGS)* van de Wet Geluidhinder in werking getreden. Omdat gebleken is dat dit besluit niet voldoende is om milieudoelstellingen te realiseren worden momenteel voorbereidingen getroffen voor de invoering van emissieplafonds. Per traject wordt een norm voor geluidemissie vergund welke jaarlijks moet worden getoetst. Volumegroei is alleen mogelijk als dit binnen de vastgestelde emissiewaarde past. Door inzet van stiller treinmaterieel blijft groei mogelijk. De technische mogelijkheden hiervoor zijn aanwezig, hoewel de implementatie ervan nogal kostbaar is en (internationale) afspraken met de betrokken partijen vereisen. Maatregelen aan de baan en het reizigersmaterieel (het merendeel rijdt uitsluitend binnenlands) kunnen door Nederland alleen getroffen worden. Maatregelen aan het goederenmaterieel (dat door heel Europa rijdt) vergen internationale afspraken.

Het personenvervoer over het spoor is sinds 1970 fors gegroeid (*tabel 5.6.2*). Daarbij spelen de toename van de bevolkingsomvang een rol, maar ook het nieuwe materieel, deels met een grotere capaciteit (dubbeldekkers, sprinters), en de nieuwe trajecten (Flevolijn, Zoetermeerlijn, Amsterdam-Zuid-Schiphol-Leiden). De komende decennia wordt een geringe groei verwacht. Met de aanleg van een tweetal uitsluitend voor personenvervoer bedoelde lijnen (HSL-Zuid en HSL-Oost) wordt vooral in snel vervoer over grote afstanden geïnvesteerd en niet zozeer in verdere capaciteitsuitbreiding. Voor het goederenvervoer, dat sinds 1970 slechts weinig gegroeid is, wordt in de toekomst wel

*Tabel 5.6.2 Landelijke groei van het personen- en het goederenvervoer (Bron: Feimann et al., 2000)*

	1970	1987	1998	2010	2020	2030
<i>10<sup>9</sup> km/jaar</i>						
Reizigerskilometers	8,0	9,4	14,9	15,5-17	15,5-17	14-16
<i>10<sup>9</sup> ton km/jaar</i>						
Goederenvervoer	3,5	3,0	3,8	5,5-6	7,5-8,5	9,5-12,5

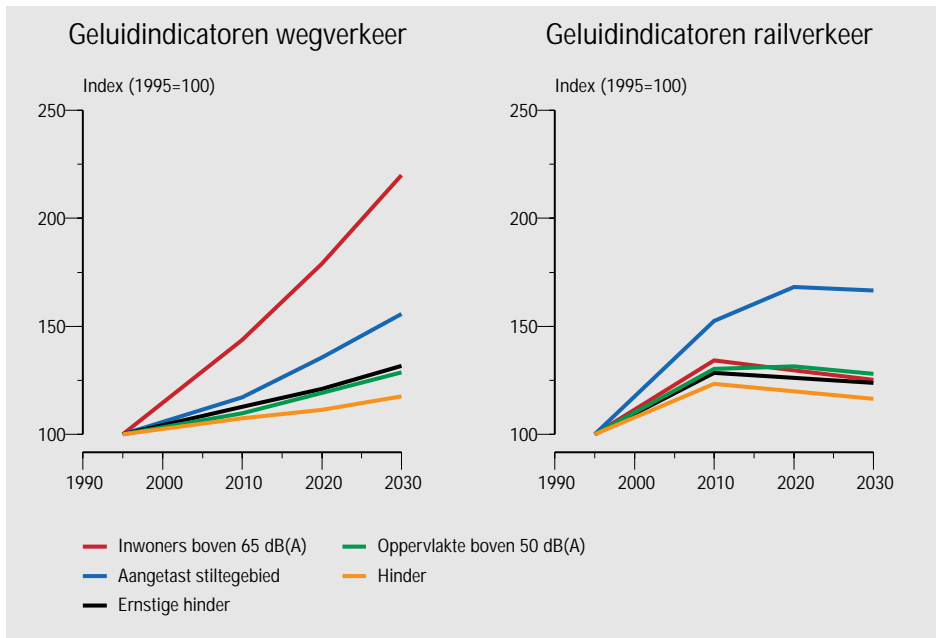
een verdere groei voorzien, met name na ingebruikname van de Betuweroute en in mindere mate de Hanzelijn. Overigens is het effect van de Betuweroute zeer onzeker: de onzekerheid over de hoeveelheid extra goederen die per spoor zullen worden vervoerd als gevolg van de Betuweroute bedraagt meer dan een factor 2 (Janse *et al.*, 2000).

Geluidemissies worden vooral veroorzaakt door het contact van de trein met het spoor. Alleen bij hogesnelheidstreinen speelt het geluid door luchtverplaatsing een grotere rol. Door technische ontwikkelingen aan het spoor en de treinen is de geluidemissie per kilometer de afgelopen decennia afgenomen. Het betreft vooral de vervanging van houten door betonnen dwarsliggers, en de invoering van voegloos spoor. Nieuwe treintypen zijn in het algemeen aanzienlijk stiller (maximaal 7 dB(A)) dan oudere typen, ondermeer door andere remsystemen). Specifiek ter bestrijding van geluidoverlast zijn, in het kader van de Wet Geluidhinder maatregelen in de overdracht van geluid getroffen. Lokaal zijn geluidschermen (circa 110 km) aangelegd, woningen langs rails geïsoleerd en lawaaiige constructies, zoals stalen spoorbruggen vervangen door minder geluidproducerende bouwwerken.

Doordat spoorwegen dwars door stedelijk gebied gaan is treingeluid met name in binnenstedelijk gebied een belangrijke bron van geluidbelasting. Door de aanleg van nieuwe lijnen en door capaciteitsuitbreiding op bestaande lijnen door spoorverdubbeling zullen zowel het geluidbelast oppervlak als het percentage woningen met een geluidbelasting van meer dan 65 dB(A) door treinverkeer de komende decennia enigszins toenemen (*figuur 5.6.3*). Vlak voor de ingebruikname van de Betuweroute wordt de grootste piek in aantal geluidbelaste woningen verwacht, aangezien tot die periode het goederenvervoer grotendeels door stedelijke gebieden afgewikkeld wordt. Door de aanleg van de Betuweroute, Hanzelijn, HSL-Oost en HSL-Zuid neemt in een groot deel van het landelijk gebied de geluidhinder toe.

### **Geluid door vliegverkeer**

De geluidbelasting door het vliegverkeer wordt bepaald door ontwikkelingen in verkeersvolume, geluidemissies, vlootsamenstelling en vliegroutes. Met name door internationale maatregelen zoals uitfasering van lawaaiige vliegtuigen, maar ook door geluidzoneringsmaatregelen en door maatregelen van de luchthavens zelf (vliegroutes, baangebruik en vliegprocedures) is de geluidbelasting rond grotere luchthavens sinds 1970 over het algemeen afgenomen (NLR, 1970-2000). Door vervanging van oude, lawaaiige vliegtuigen door moderne, veelal stillere vliegtuigen, zullen de geluidemissies van civiele vliegtuigen verder afnemen. Tussen 1997 en 2020 wordt een daling van de gemiddelde vlootemissie verwacht van tussen de 0,5 en ruim 3 dB(A). In 2030 ligt de geluidemissie maximaal 4 dB(A) lager dan in 1997. De bovengrenzen kunnen alleen worden bereikt wanneer in snel tempo nieuwe, stillere vliegtuigen worden ontwikkeld en ingezet. In de verkenning zijn alle Nederlandse terreinen meegenomen die gebruikt worden door de grote en kleine civiele luchtvaart en door de militaire luchtvaart. Daarnaast is gekeken naar de geluidbelasting die wordt veroorzaakt door het gebruik van de twee belangrijkste militaire laagvliegroutes in het noordoosten van het land. Bij de berekeningen voor de luchthavens bij Maastricht, Rotterdam, Eelde en Lelystad zijn voor de ontwikkeling



Figuur 5.6.3 Ontwikkeling geluidindicatoren weg- en railverkeer in 1995-2030 volgens het EC-scenario (Bron: Dassen et al., 2000)

van de geluidemissies en de volumegroei dezelfde waarden gehanteerd als voor Schiphol. De vraag naar vliegreizen en goederentransport van en naar Schiphol zal sterk toenemen (tabel 5.6.3).

### Geluid rond Schiphol

In 2003 zal het huidige banenstelsel van Schiphol worden uitgebreid met een vijfde baan. De uitbreiding van Schiphol met een vijfde baan is vastgelegd in de Planologische Kernbeslissing Schiphol en Omgeving (Ministerie van V&W, 1995). In deze PKB is aangekondigd dat de aanleg van de vijfde baan moet leiden tot verbetering van de geluidssituatie. Dit geldt zowel voor de directe omgeving als voor de bredere omgeving. Voor de directe omgeving is afgesproken dat het aantal woningen met een geluidbelas-

Tabel 5.6.3 Vraagontwikkeling volgens scenario's van aantal passagiers, vervoerd tonnage vracht en commerciële vliegbewegingen op Schiphol (passagiers en vracht) (Bron: Ontwikkeling van passagiers en vracht tot 2020 op basis van CPB, 1997; Extrapolatie tot 2030 en prognose van vliegbewegingen op basis van RIVM berekeningen, Feimann et al, 2000)

	2010		2020		2030
	EC	GC	EC	GC	
	<i>1995=100</i>				
Passagiers	204	256	280	392	400-625
Vracht	297	358	422	525	525-900
Vliegbewegingen	189	249	249	348	350-525

ting van meer dan 35 Kosteneenheden (Ke) wordt teruggebracht van 15.100 naar maximaal 10.000. Voor de ruimere omgeving (met een belasting van meer dan 20 Ke) wordt een reductie van het aantal ernstig gehinderden met 50% nagestreefd. Deze doelstelling is vertaald in een halvering van het aantal woningen met een berekende geluidbelasting van meer dan 20 Ke. Deze halvering zal inderdaad worden bereikt bij handhaving van de norm die is gesteld aan het aantal woningen in de 35 Ke-zone. Echter, in de Ke-systematiek van de PKB blijven vliegtuigen waarvan het piekgeluid beneden de 65 dB(A) ligt buiten beschouwing. Het aandeel van deze toestellen in het totaal neemt op grotere afstand van de luchthaven toe, zodat de Ke-waarde daar wel daalt, maar de feitelijke geluidhinder niet, of minder snel. Omdat vliegtuigen met piekniveaus beneden 65 dB(A) wel bijdragen aan de mate van (ernstige) hinder, wordt de Ke-berekening op grotere afstanden een steeds slechtere maat voor de werkelijke geluidbelasting, omdat er steeds meer 'stillere' vliegtuigen komen die wel bijdragen aan de ernstige hinder maar niet worden meegeteld in de Ke-berekening. De werkelijke daling in het aantal (bestaande) woningen met een significante geluidbelasting is dan ook in de wijde omgeving van Schiphol lang niet zo groot als uit de PKB-systematiek lijkt te volgen. In de huidige op de Ke-systematiek gebaseerde besluitvorming wordt dan formeel voldaan aan de in de PKB gestelde eisen. Op grote afstand (op 20 Ke-niveau) wordt dit echter wel procedureel (middels de "afkap") maar niet fysiek (in werkelijke geluidbelasting) bereikt. De daling kan veel beter worden bepaald aan de hand van een Ke-berekening zonder de 65 dB(A)-afkap. De daling in het aantal woningen binnen 20 Ke is in 2003 dan ongeveer 10-20%.

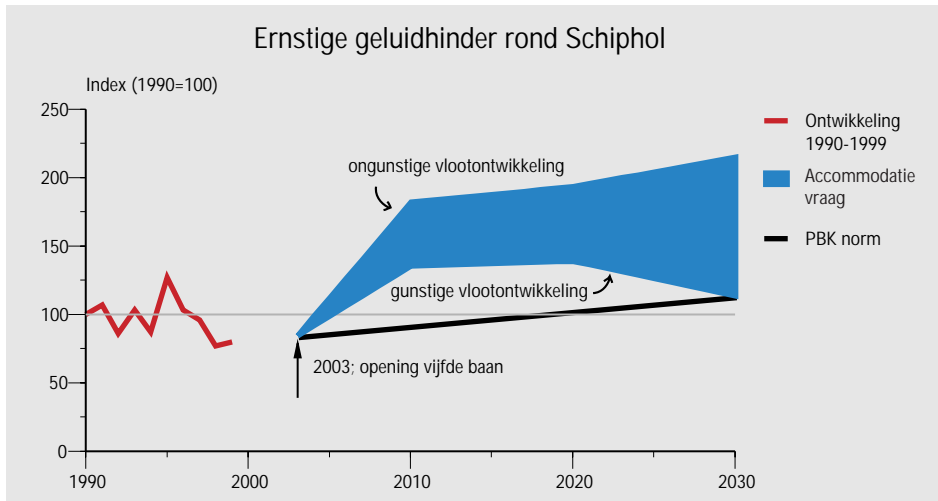
Bij gebruik van de nieuwe geluidmaat Lden, die vanaf 2003 zal worden ingevoerd, wordt geen afkap toegepast, maar ook wordt dan afgestapt van het gebruik van alleen de piekniveaus. Op grotere afstanden van de luchthaven wordt vliegtuiggeluid in steeds minder mate gekarakteriseerd door de piekniveaus. De geluidmaat Lden staat dichterbij de feitelijk ondervonden hinder. Bij berekening volgens de Lden-methode blijkt dat de reductie in aantallen woningen die met een significant niveau van geluid worden belast aanzienlijk minder is dan de 50% die uit de PKB-systematiek volgt; namelijk 10-20%. Als de geluidbelasting in Lden wordt gebruikt voor het berekenen van de ontwikkeling van de ernstige hinder, blijkt dat het aantal ernstig gehinderden in de wijde omgeving van Schiphol in 2003 eveneens 10 tot 20% lager zal liggen dan in 1990 (*figuur 5.6.4*).

Na 2003 zal het aantal ernstig gehinderden, berekend met de geluidmaat Lden verder toenemen en in 2030 10% hoger uitkomen dan in 1990. Omdat de geluidbelasting bij handhaving van de PKB-norm vrijwel constant is, wordt deze toename volledig veroor-

#### Geluidmaat Lden

Bij de berekening is gebruik gemaakt van de geluidmaat Lden en is gekeken naar een gebied rond Schiphol dat groot genoeg is om een compleet beeld te krijgen van de overlast door geluid. Hierbij is uitgegaan van het gegeven dat ernstige hinder optreedt vanaf 45 dB(A) Lden. De geluidmaat Lden, die in 2002 vanuit de EU zal worden voorgeschreven voor de beoordeling van alle omgevingslawaaai, biedt de mogelijkheid om ook

bij relatief lage niveaus van de geluidbelasting de mate van ernstige hinder te berekenen en staat dan ook dichterbij de feitelijk ondervonden hinder. De dosis-effectrelaties voor geluidhinder op basis van de Lden worden regelmatig geëvalueerd op basis van gegevens over de blootstelling en hinderbeleving van enkele tienduizenden personen in heel Europa.



Figuur 5.6.4 Ernstige geluidhinder rond Schiphol, bij accommodatie van de vraag naar luchtvaart tot 700.000 bewegingen en bij uitvoering van de PKB-norm (inclusief toename van de bevolking) (Bron: Dassen et al., 2000)

zaakt door de toename van de bevolking in een gebied van 80 bij 80 km rondom Schiphol, als gevolg van de geplande Vinex-woningbouw in de Randstad.

Bij pessimistische veronderstellingen omtrent stillere vliegtuigen en landingsprocedures kunnen in 2010 naar schatting circa 450.000 vliegbewegingen worden geaccommodeerd binnen de norm die in de PKB is gesteld aan het aantal zwaarbelaste woningen (10.000 binnen de 35 Ke-contour). Bij optimistische veronderstellingen is het aantal vliegbewegingen ruim 520.000 (RIVM, 1998c).

De fysieke capaciteit van het vijfbanenstelsel laat maximaal 700.000 bewegingen toe, bij de huidige veiligheidsregels en volledige benutting van het vijfbanenstelsel gedurende de etmaalperiode van 7 uur 's ochtends tot 11 uur 's avonds. De verwachte vraag naar vervoer door de lucht, voortvloeiend uit de economische scenario's, is de komende decennia beduidend hoger dan de fysieke capaciteit. Voor 2010 wordt een vraag naar 550.000 tot 750.000 bewegingen verwacht. Voor de periode tot 2030 lopen deze aantallen op van 750.000 tot ruim een miljoen.

Indien de geluidnormen zouden worden verruimd kan de vraag naar vlieguren en goedertransport van en naar Schiphol worden geaccommodeerd tot maximaal 700.000 bewegingen. Dit aantal wordt bereikt tussen 2010 en 2020. In deze periode zal dan, mede door de bevolkingsgroei, de ernstige hinder (in de wijde omgeving rondom Schiphol) minimaal 40% hoger zijn dan in 1990. Na het bereiken van het maximale aantal bewegingen kan de geluidhinder afnemen als de vloot-geluidemissie tot 4 dB(A) afneemt. In 2030 is het niveau dan nog 10% hoger dan in 1990. Bij een tegenvallende ontwikkeling van vloot-geluidemissie (minder dan 1 dB(A) afname) zal de ernstige hinder in 2030 ruim 100% hoger liggen dan in 1990.

### Knelpunten en alternatieve ontwikkelingen

Om de stilste mogelijke vliegtuigen op Schiphol te laten vliegen zou de luchthaven een regulerende geluidheffing kunnen toepassen. Op dit moment is in het aanschafbeleid van de KLM nog geen omslag zichtbaar naar het aanschaffen van de stilste vliegtuigen. Stillere landingsprocedures vergen langere tussenpozen tussen toestellen en betekenen derhalve op korte termijn een capaciteitsvermindering.

Bij accommodatie van een groter aantal vluchten dan 700.000, door toename van het aantal nachtvluchten, zal de geluidhinder sterk toenemen. In 2030 leidt dit tot minimaal een verviervoudiging van de ernstige hinder. Om in de toekomst een groter aantal bewegingen te kunnen accommoderen dan 700.000, wordt door de overheid en de sector gedacht aan het op termijn vergroten van de uurcapaciteit door het aanleggen van één of meerdere nieuwe banen. Afhankelijk van de ligging, het aantal en het gebruik kan een uitbreiding van het banenstelsel milieuvriendelijker zijn dan het verschuiven van vluchten naar de nachtperiode. Overigens lijken de banenstelsels die tot nu toe werden voorgesteld slechts relatief geringe

mogelijkheden te bieden om de blootstelling aan het lawaai van vliegtuigen in belangrijke mate te verminderen. Dit heeft te maken met het feit dat, gezien de bebouwing in de omgeving van Schiphol, nieuwe banen in vrijwel dezelfde mate als het huidige banenstelsel zullen leiden tot vliegen over bestaande en geplande woningbouwlocaties.

De benutting van de Buitenveldertbaan vormt een groot knelpunt. Bij de huidige internationaal geldende dwarswindlimieten zal het gebruik van de Buitenveldertbaan toenemen. Zelfs als die baan alleen gebruikt wordt bij sterke oosten- of westenwind. Dit komt door de verwachte toename van het aantal vluchten. Op dit moment ligt het werkelijke gebruik van de Buitenveldertbaan in de regel 50% hoger dan op basis van de weersgesteldheid nodig zou zijn. In de berekeningen die recent zijn gemaakt voor de besluitvorming omtrent de uitbreiding van het aantal vluchten op Schiphol is uitgegaan van de veronderstelling dat het gebruik van de Buitenveldertbaan in de toekomst wordt gehalveerd. Dat zou alleen kunnen met een aanzienlijke stijging van de dwarswindlimieten en een versoepeling derhalve van de veiligheidsprocedures.

Het grote aantal vliegbevingen zal leiden tot verstoring van stiltegebieden in de Randstad. In 2030 zal alleen al door het vliegverkeer de norm van 40 dB(A) op 50% tot 70% van het areaal van stiltegebieden in West-Nederland worden overschreden.

### *Geluid rond overige vliegvelden*

Van de luchthavens Rotterdam, Maastricht, Eelde en Lelystad dragen Rotterdam en Maastricht 90% bij aan de geluidhinder door deze vliegvelden (Dassen *et al.*, 2000). Exacte prognoses over de ontwikkeling van deze luchthavens ontbreken. Als wordt verondersteld dat de toename van de vraag ongeveer hetzelfde is als van Schiphol, zal de geluidoverlast zonder beleidsmaatregelen sterk toenemen. Er zijn echter beleidsvoorname neergelegd gericht op de beperking van de geluidoverlast rond regionale en kleine vliegvelden (Ministerie van V&W, 2000c), waardoor de geluidbelasting naar verwachting niet of nauwelijks zal toenemen. Overigens geldt ook dan dat de vraag naar luchtvervoer, met het huidige tempo in het stiller worden van de vloot, niet binnen de beoogde geluidnormen kan worden geaccommodeerd.

De geluidbelasting door de kleine burgerluchtvaart (rondom 11 kleine terreinen en 3 regionale luchthavens) zal in 2030 lager zijn dan in 1995. Dit is het gevolg van de strengere norm die per 2000 is gesteld aan de geluidbelasting door de kleine burgerluchtvaart. Vanaf 2000 zal het aantal geluidbelaste woningen binnen de geluidzones hierdoor afnemen met ruim een kwart tot 1500. Ruim 1000 van deze woningen liggen vlakbij het terrein van Hoogeveen.

Als de omvang, vliegroutes en de geluidemissie per vliegtuig in de militaire luchtvaart tot 2030 gelijk blijven neemt door nieuwbouw het aantal geluidbelaste woningen (>50 dB(A)) door militaire luchtvaart toe met 20-30%. Bijna de helft van deze toename wordt veroorzaakt door militaire straalvliegtuigen die gebruik maken van twee militaire laagvliegroutes die lopen over de provincies Groningen, Friesland, Drenthe, Overijssel en Gelderland. Tot begin jaren negentig leidde het lawaai van de militaire luchtvaart tot evenveel hinder als alle civiele luchtvaart bij elkaar. De afgelopen jaren is de hinder door de militaire luchtvaart gehalveerd (TNO, 2000). Deze daling wordt met name veroorzaakt doordat het gebruik van de militaire terreinen is afgenomen. De ruimte in de geluidzones rond het merendeel van de militaire terreinen laat overigens toe dat het gebruik in de toekomst kan toenemen.

### 5.6.3 Externe veiligheid

Het externe veiligheidsbeleid is gericht op het verminderen en beheersen van risico's van activiteiten voor hun omgeving. Het gaat daarbij om de risico's die verbonden zijn aan het gebruik, de opslag en het transport van gevaarlijke stoffen en het vliegverkeer. Gegevens over de huidige risico's zijn bekend voor die bedrijven die verplicht zijn tot een veiligheidsrapportage (VR) en die vallen onder de werking van het *Besluit Risico's Zware Ongevallen* en voor spoorwegemplacements. Het aantal VR-plichtige bedrijven bedraagt momenteel ongeveer 125, het aantal spoorwegemplacements met gevaarlijke stoffen is 80, hiervan zijn 14 emplacements aangeduid als knelpunt. Daarnaast wordt voor een aantal groepen van bedrijven een generiek risicobeleid gevoerd, onder andere voor opslag van chemicaliën, bestrijdingsmiddelen, vuurwerk en munitie (aantal 500-700), LPG-tankstations (2200-2700) en ammoniakkoelinstallaties (300-500). Voor deze bedrijven zijn de kansen op een ongeval bekend maar de exacte ligging van de bedrijven ten opzichte van de woonbebouwing is niet in alle gevallen bekend. Hierdoor is ook niet bekend of een ongeval bij deze activiteiten zich kan ontwikkelen tot een ramp.

Het rijksbeleid voor transport en industrie is erop gericht dat het gebied rondom een risicobron, waarbinnen de kans op overlijden als gevolg van een ongeval groter is dan 1 op de miljoen ( $10^{-6}$ ) per jaar, niet verder toeneemt en in ieder geval buiten de bebouwingsgrenzen ligt. Voor bestaande situaties mag geen bebouwing aanwezig zijn binnen het gebied waarbij het individuele overlijdensrisico groter is dan  $10^{-5}$  per jaar. Voor nieuwe situaties geldt een risico-contour van  $10^{-6}$ . Binnen de  $10^{-6}$  contour woonden in 1998 ruim 25.000 personen, met name rond luchthavens en spoorwegemplacements. In 1998 woonden ruim 600 personen binnen een risicocontour van  $10^{-5}$ , hiervan woonde 10% bij chemische bedrijven, 10% bij Schiphol en 80% bij de andere luchthavens.

#### Risico's en rampen

De risico's verbonden aan opslag, gebruik en transport van chemicaliën strekken zich in het algemeen niet verder uit dan enkele honderden meters van de plaats waar de activiteit plaatsvindt.

Hierdoor is het risico in principe goed beheersbaar door lokale maatregelen. De risico's zijn niet alleen afhankelijk van de veiligheidseisen in de vergunningverlening, maar vooral van de ligging ten



opzichte van de gebouwde omgeving. De kwetsbaarheid van de omgeving (ofwel de woondichtheid) bepaalt of een ongeluk een ramp wordt.

Via vergunningverlening en met name het lokale ruimtelijke ordeningsbeleid zijn de risico's van bedrijfsactiviteiten in beginsel goed te beheersen. In het algemeen is echter het besef van de relatie tussen de kans op ongevallen en de kans op een ramp gering. Na industriële rampen blijkt dat woonbebouwing dicht bij een gevaarlijke activiteit heeft plaatsgevonden of een gevaarlijke activiteit te dicht bij de woonbebouwing is gevestigd. De mate waarin de bevolking aan risico's wordt blootgesteld is in de praktijk sterk afhankelijk van lokale belangenafwegingen. Ook in het geval van de vuurwerkramp in Enschede zouden de gevolgen van het ongeval waarschijnlijk tot materiële schade beperkt zijn gebleven indien men de –ove-

rigens niet verplichte- richtlijnen van de Commissie Preventie van Rampen (CPR-7) uit 1983 had gevolgd. Het volgen van deze adviezen blijkt in een sterk verstedelijkt, en in de komende decennia verder verstedelijkend, land niet eenvoudig. Zo houdt men in de praktijk geen rekening met een mogelijke ramp bij het transport van gevaarlijke stoffen verder dan 200 meter van de transport-as en vormen spoorwegemplacements, die veelal in het stedelijk gebied zijn gelegen, reeds lang een knelpunt. In de relatief gevaarlijke zone tussen de  $10^{-5}$  en de  $10^{-6}$  contour wordt het bouwen van kantoren en winkelcentra, waar zich grote aantallen mensen kunnen bevinden, toegelaten en wordt het voeren van een beleid, dat gericht is op het zoveel mogelijk verminderen van de gevolgen van een eventueel ongeval nog alleen overwogen.

### **Toekomstige ontwikkelingen**

In 2030 wordt een twee- tot driemaal grotere productie van de chemische industrie voorzien. Hoe deze ontwikkeling doorwerkt in het risico is sterk afhankelijk van de locatie waarop deze ontwikkeling plaatsvindt en de ontwikkeling van woningbouw en kantoren in de nabije omgeving en de technische ontwikkeling van de installaties. Indien de ontwikkeling op de huidige locaties plaatsvindt, zal het aantal blootgestelden bij een gelijkblijvende omgeving toenemen. Indien de ontwikkeling plaatsvindt op speciaal daarvoor ingerichte industrieterreinen zal dit een weliswaar een gunstig effect hebben, maar zal het ruimtebeslag toenemen. Een en ander is afhankelijk van het feit of de toename van de productie wordt ingevuld door meer installaties te bouwen (met een grotere kans op een ongeval) of de huidige installaties vervangen worden door grotere installaties (met grotere effecten bij een ongeval).

Indien een verdubbeling van de industrie ook een verdubbeling van de kans op ongevallen met zich meebrengt en de ontwikkeling plaatsvindt op de huidige locaties, zal het totale oppervlak binnen de individueel risicocontour van  $10^{-6}$  per jaar van de VR-plichtige bedrijven met ongeveer 50% toenemen. De kans op een ramp (met meerdere doden buiten de poort) zal dan bij een gelijkblijvende woonbebouwing in de omgeving verdubbelen. Bij een verdrievoudiging van de productie zal het oppervlak van de individuele risicocontour van  $10^{-6}$  per jaar met 75% toenemen. De kans op een ramp zal dan verdrievoudigen.

Een belangrijk knelpunt bij het transport zijn de spoorwegemplacements die veelal in de steden zijn gelegen. Aangezien de ruimtelijke zonering binnen bestaande steden niet goed meer te veranderen is, geldt voor de risico's van de spoorwegemplacements dat, tot 2030 zonder aanvullende maatregelen, het oppervlak binnen de risicocontouren en de kans op een ramp zullen toenemen. Voor de 14 knelpuntemplacements worden maatregelen voorzien.

Indien door een effectiever gebruik van de grondstoffen of door middel van nieuwe processen de hoeveelheid benodigde gevaarlijke stoffen afneemt, zal dit een gunstig effect

op het risico voor de omgeving hebben. Met name beperking van de benodigde opslag van gevaarlijke stoffen zal een gunstige uitwerking op het risico hebben.

Indien het veiligheidsbeleid niet meer dan nu in de ruimtelijke ordening wordt betrokken, zal het externe veiligheidsprobleem hardnekkig blijven, zeker bij een steeds dichtere bebouwing in Nederland.

### **Externe veiligheid rond Schiphol**

De kans op een ernstig ongeval rondom Schiphol wordt bepaald door de omvang van het vliegverkeer, de veiligheid van de vliegtuigen en de kwetsbaarheid van de omgeving, in het bijzonder de verdeling van de bevolking over de ruimte rond de luchthaven in relatie tot de gevlogen routes. Voor externe veiligheid gaat de PKB uit van een standstill situatie ten opzichte van 1990.

#### **Definities, data en berekeningen**

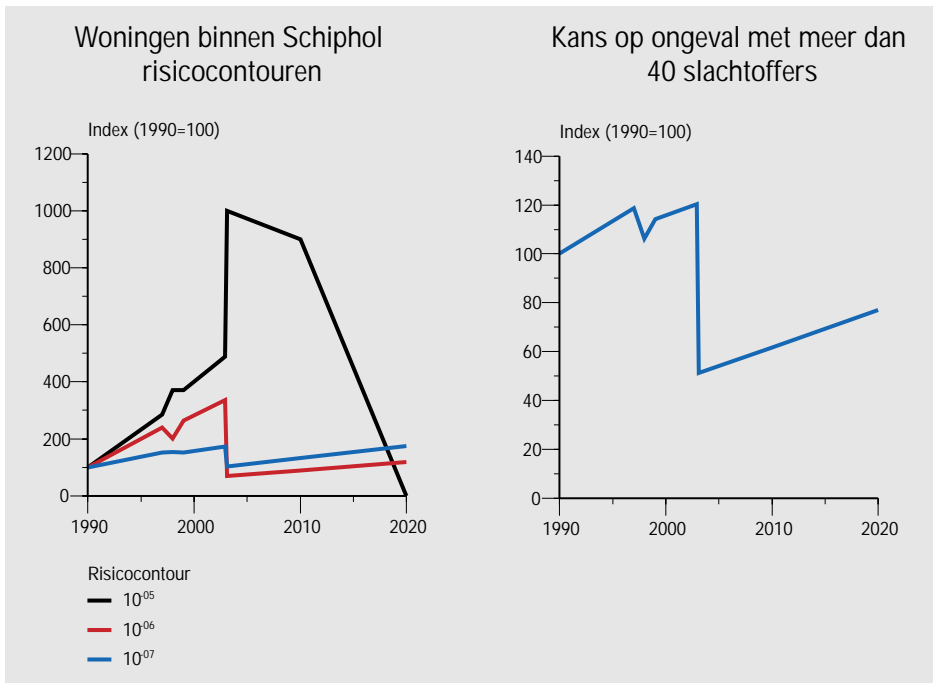
De omvang en de ligging van de externe veiligheidsrisico's worden berekend met een hoofdzakelijk op statistiek gebaseerd model, dat door het NLR is ontwikkeld en recent geheel is herzien (Pikaar & De Jong, 2000). Met dit model worden het individuele overlijdensrisico en het groepsrisico berekend. Het groepsrisico is de kans per jaar dat zich een ongeval voordoet met een bepaald aantal slachtoffers. Het is een maat voor de kans op een ramp.

In de PKB Schiphol en omgeving (Ministerie van V&W, 1995) wordt gesproken van stand still. Hoe stand still moet worden uitgedrukt in de verschillende risicoparameters is in de loop van de jaren sterk aan verandering onderhevig geweest (In 't Veld, 2000). In dit verband hebben het groepsrisico, de aantallen woningen binnen de verschillende contouren en het gesommeerd gewogen risico een rol gespeeld. Het gesommeerd gewogen risico is inmiddels weer in onbruik geraakt. Hierdoor zijn de oorspronkelijke grootheden, de aantallen woningen en het groepsrisico, weer actueel. Deze grootheden worden ook bij andere risico dragende activiteiten, zoals de chemische industrie en het vervoer van gevaarlijke stoffen gehanteerd. Door het kabinet (17 december 1999) is boven-

dien een nieuwe grootheid aangekondigd, het zogenaamde risicovolume. Deze grootheid is een combinatie van ongevalkans per vliegtuigbeweging, aantal bewegingen en de grootte van het ongevalsgebied.

Voor de toekomst is geen rekening gehouden met een eventuele groei van de bevolking in de relevante gebieden. In de berekeningen zijn alleen de omwonenden verdisconteerd. Met eventuele aanwezigheid in bedrijven en kantoren is geen rekening gehouden omdat de gegevens ontbreken. In de toekomst is voor externe veiligheid niet het jaartal maar het aantal vliegbewegingen van belang. De berekeningen zijn uitgevoerd voor een aantal van bijna 600.000 per jaar in 2010 en ruim 700.000 bewegingen per jaar in 2020. Bij de berekeningen is uitgegaan van een dwarswindlimiet van 20 knopen overdag en 25 knopen 's nachts. Deze limiet komt overeen met het Aanvullend Milieu Effect Rapport Schiphol en Omgeving (Ministerie van V&W, 1994). Hierdoor wordt in vergelijking met die studie een lager gebruik van de Buitenveldertbaan mogelijk. In de berekening is geen rekening gehouden met het feit dat in de praktijk het gebruik van de Buitenveldertbaan ongeveer 50% hoger ligt dan het meteorologisch bepaalde minimum.

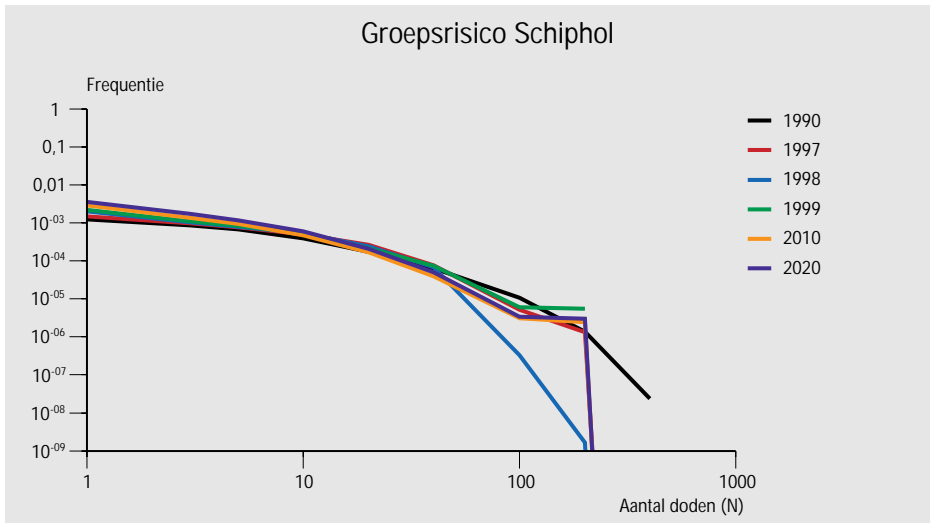
Na opening van de vijfde baan, komt alleen het aantal huizen binnen de  $10^{-6}$  contour tijdelijk beneden de waarde voor 1990 (*figuur 5.6.5*). Dit is voornamelijk een gevolg van de verruimde dwarswindlimiet, waardoor het gebruik van de Buitenveldertbaan op ongeveer 4,5% van het totaal aantal bewegingen kan worden gebracht. In 1990 was dat ongeveer 10% en in 1999 15%. In de AMER (Ministerie van V&W, 1994) werd uitgegaan van 14% bij een dwarswindlimiet (overdag) van 15 knopen. De daling van het aantal woningen na 2010 is het gevolg van de sloop van woningen conform de brief van het kabinet van 17 december 1999.



Figuur 5.6.5 Ontwikkeling van het aantal woningen in de verschillende risicocontouren ten opzichte van 1990 en de ontwikkeling van de kans op een ongeval met meer dan 40 doden op de grond (Bron: NLR, 2000)

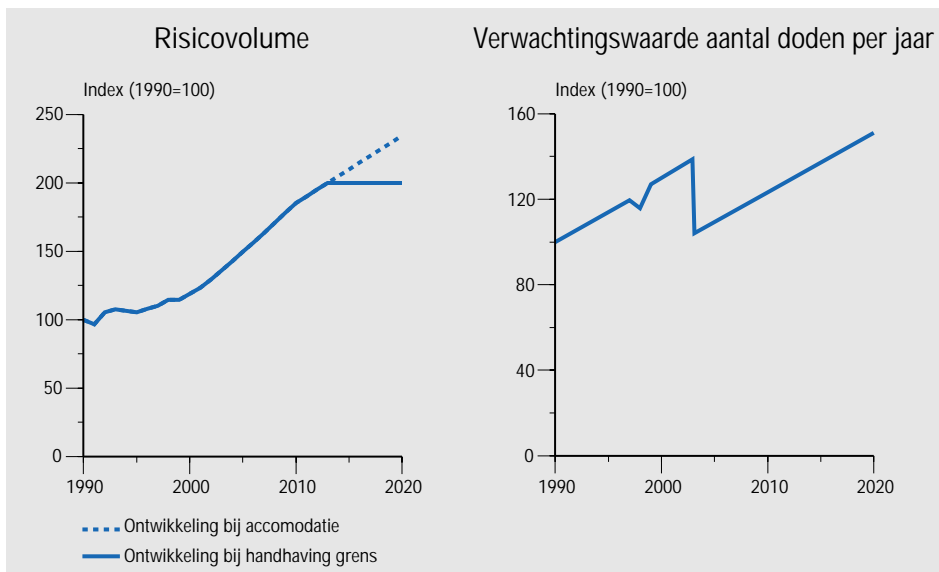
De groepsrisico's betreffen uitsluitend de omwonenden (figuur 5.6.6). Het aantal bewegingen boven Buitenveldert bepaalt in belangrijke mate deze uitkomsten, omdat hier wordt gevlogen over dichte bebouwing (Uilenstede). De kans op 'kleinere' ongevallen (10-30 doden) blijft toenemen, terwijl de kans op grotere ongevallen (40-200 doden) direct na 2003 sterk afneemt door het in gebruik nemen van de vijfde baan en het daarvoor verminderen van het vliegverkeer boven Buitenveldert. Daarna neemt de kans op een groot ongeval weer toe. Ook de kans op zeer grote ongevallen met meer dan 200 doden neemt toe. In dit verband moet overigens worden opgemerkt dat een ongeval met 10 tot 30 doden voor vliegtuigongevallen weliswaar een klein ongeval is, maar niettemin als een nationale ramp zal worden ervaren. (zie ook figuur 5.6.5).

De vloot op Schiphol is nu bijna geheel vervangen door de meest moderne en dus veiligste vliegtuigen. Hierdoor ontwikkelde de ongevallenratio op Schiphol zich relatief gunstig in vergelijking met de rest van de wereld. Nu de vloot echter vrijwel geheel is vervangen gaat dit relatieve voordeel weer langzaam verloren en is de verbetering van de ongevallenratio niet meer voldoende om de groei van het aantal vliegbewegingen te compenseren. Daardoor neemt de omvang van het risicovolume gestaag toe, totdat het in de brief van het kabinet van 17 december 1999 aangegeven maximum is bereikt. Wat er daarna gebeurt hangt er van af of uiteindelijk toch de groei wordt geacommodeerd of dat de aangegeven grens zal worden gehandhaafd (figuur 5.6.7).



Figuur 5.6.6 Ontwikkeling van het groepsrisico (Bron: NLR, 2000)

Tenslotte is in *figuur 5.6.7* de ontwikkeling weergegeven van de verwachtingswaarde van het aantal doden (de ‘Potential Loss of Life’ - PLL). Deze grootte die ook elders in het externe veiligheidsbeleid wordt gehanteerd is een indicatie van de ontwikkeling van het risico bij een vaste groep blootgestelden. De PLL neemt langzaam toe. Dit duidt erop dat het risico in algemene zin blijft stijgen.



Figuur 5.6.7 Ontwikkeling van het risicovolume en de ‘Potential Loss of Life’-index (Bron: NLR, 2000)

Uit het bovenstaande volgt dat in de toekomst een kleine groep omwonenden een steeds groter risico loopt. Het aantal bewegingen over Amsterdam en in het bijzonder Buitenveldert vormt voor de ontwikkeling van de risico's de belangrijkste determinant. Maatregelen of omstandigheden die dit aantal beïnvloeden, zijn direct zichtbaar in de risicoresultaten. Voor de toekomst wordt dit aantal voornamelijk beïnvloed door de te verwachten verruiming van de dwarswindlimiet. Deze invloed is groter dan die van het in gebruik nemen van de vijfde baan. Bij de berekeningen is er van uitgegaan dat men in de toekomst mogelijkheden zal vinden om het minimum baangebruik ook daadwerkelijk te realiseren. Dit ondanks de huidige praktijk waarin het baangebruik van de Buitenveldertbaan hoger ligt dan het minimum dat nodig is vanwege het weer (Addendum bij MER S4S2, 1999). Indien men geen oplossingen vindt zal de veiligheid zich ongunstiger ontwikkelen.

#### 5.6.4 Lokale luchtkwaliteit

In de stedelijke omgeving, vooral in drukke straten, zijn roetdeeltjes en stikstofdioxide ( $\text{NO}_2$ ) een lokaal milieuprobleem. Voor stikstofdioxide is de chronische norm van belang (jaargemiddelde van  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). De gemiddelde concentratie in Nederland bedroeg tussen 1980 en 1990 circa  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Na 1990 is de concentratie licht gedaald (15%) tot  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Naar verwachting blijft de concentratie tot 2010 verder dalen tot  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Afhankelijk van de economische ontwikkelingen kan na 2010 de concentratie nog iets verder dalen of weer licht stijgen. Overschrijding van de jaargemiddelde norm voor  $\text{NO}_2$  vindt voornamelijk plaats in de grote steden, in 1980 woonde nog 50% van de Nederlandse bevolking in een omgeving waar de norm werd overschreden, in 1998 was dit afgenomen tot 30%. In de periode 2010-2030 zal het percentage verder afnemen tot minder dan 5%.

##### ***Lokale luchtverontreiniging en geurhinder Schiphol***

Voor lokale luchtverontreiniging gaat de PKB uit van een stand-still situatie ten opzichte van 1990. Voor geurhinder wordt eveneens uitgegaan van stand-still. De PKB heeft betrekking op de totale emissies (van alle bronnen samen) in Schiphol en omgeving van  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$ , VOS,  $\text{SO}_2$  en zwarte rook (roet). Daarnaast geldt dat er geen overschrijding van de algemeen geldende luchtkwaliteitseisen voor deze stoffen mag optreden. De bijdragen van het wegverkeer aan de plaatselijke luchtkwaliteit zijn veelal hoger (tot 14%) dan die van vliegverkeer (tot 2%). De emissies van het vliegverkeer zullen naar verwachting toenemen, maar zal niet leiden tot een toename van de concentraties omdat deze worden gecompenseerd door een daling van de emissies van het wegverkeer en de achtergrondconcentraties. Wel zijn lokaal, bij de snelwegen en in de directe omgeving van de luchthaven, overschrijdingen te verwachten van de toekomstige EU-grenswaarden voor  $\text{NO}_2$ .

In de PKB zijn ook normen vastgelegd voor geurhinder (kerosine). Naar verwachting zal het oppervlak waarbinnen geurhinder optreedt in de toekomst toenemen. Omdat de geurhindercontour in 1990 reeds zat ingeklemd tussen Hoofddorp, Amsterdam en Amstelveen is een toename van het aantal woningen binnen deze contour, bij meer dan een verdubbeling van het aantal vluchten opzichte van 1990, onvermijdelijk.

## 5.7 Grensoverschrijdende milieudruk door consumptie en handel

- *Door de toenemende openheid van de Nederlandse economie wordt de grensoverschrijdende milieubeïnvloeding groter, zowel die van consumenten in Nederland op het milieu in het buitenland, als die van consumenten in het buitenland op het milieu in Nederland.*
- *Het ruimtebeslag buiten Nederland ten behoeve van consumptie door inwoners van Nederland is ruim drie maal het Nederlandse grondgebied en zal in de komende 30 jaar enigszins toenemen; de emissies van verzurende stoffen en het energiegebruik in het buitenland voor de consumptie in Nederland nemen meer toe.*
- *De luchtvervuiling in Nederland ten behoeve van de export is veel groter dan de luchtvervuiling die in het buitenland plaatsvindt voor Nederlandse consumenten.*

### 5.7.1 Inleiding

Consumptie van goederen en diensten door de inwoners van Nederland leidt niet alleen tot milieudruk in Nederland maar, door import van grondstoffen of producten, ook in het buitenland. Dit wordt ook wel de ‘voetafdruk’ van Nederland in het buitenland genoemd. Het omgekeerde vindt ook plaats. Een deel van de milieudruk in Nederland komt voort uit productie die plaats vindt ten behoeve van consumptie in het buitenland (de ‘voetafdruk’ van het buitenland op Nederland). De milieudruk van inwoners van Nederland wanneer zij in het buitenland zijn (bijvoorbeeld vliegvakanties) wordt bij import gerekend en de milieudruk van buitenlanders in Nederland bij export.

#### Handelsstromen in de scenario's

Een belangrijk uitgangspunt voor een mondiaal gerichte wereld is dat alle handelstarieven in 20 jaar worden afgebouwd. Verder wordt aangenomen dat de voorkeur voor buitenlandse producten verdubbelt. In een regionaal gerichte wereld treden deze ontwikkelingen niet op en blijven de handelstarieven bestaan. In een wereld met veel samenwerking is het milieu- en energie-bewustzijn sterk ontwikkeld. Energiesubsidies worden afgebouwd en de voorkeur voor energie-intensieve producten halveert.

In het *A1-scenario*, (zie *hoofdstuk 2*), neemt de wereldhandel toe met meer dan 7% per jaar. De mondiale inkomensgroei en de afbouw van handelsbarrières dragen hieraan bij. De internationale handel wordt bovendien nog eens versterkt door de voorkeur voor buitenlandse producten. De wereldeconomie krijgt een ander gezicht. De economische dominantie door de huidige OESO-regio's vermindert ten gunste van de overige regio's. De economische groei is zeer hoog in

Zuid-Azië (8% per jaar), maar ook elders in de wereld is de inkomensgroei vrij hoog. In de huidige OESO-regio's daarentegen bedraagt de groei tussen de 2 en 3% per jaar. Het zwaartepunt van de wereldhandel is in dit scenario in 2030 verschoven naar Zuid- en Oost-Azië. Europa ziet haar huidig aandeel van 45% sterk afnemen tot 35%. In toenemende mate zal Europa afhankelijk worden van landen uit de regio Zuid- en Oost-Azië. Ook de handelsrelatie met Oost-Europa zal aantrekken.

De papierindustrie vertoont een sterke stijging in het A1-scenario. Daardoor zal de vraag naar hout toenemen, ondanks technologische ontwikkelingen en recycling. In toenemende mate zal hout van buiten de OESO-regio's worden ingevoerd, met name vanuit Brazilië en Rusland en in iets mindere mate uit Afrika en uit de Aziatische regio. In West-Europa, maar vooral ook in Nederland, zal de niet-grondgebonden landbouw economisch onder druk komen te staan, mede door de afbouw

van landbouwsubsidies. De intensieve veehouderij zal op termijn niet stand kunnen houden. Vleesproducten zullen steeds meer worden ingevoerd, waardoor de Europese vraag naar veevoer zal dalen. De import van veevoer zal verplaatsen van Noord-Amerika naar Latijns-Amerika en Zuidoost-Azië. Het ruimtebeslag kan verder afnemen omdat in de exporterende landen forse verbeteringen in de productie per hectare en in de voederconversie optreden. In de categorie overige landbouwproducten treedt een sterke verschuiving op naar Latijns-Amerika en Afrika, met name voor wat betreft koffie en cacao. Het *B2-scenario* wordt gekenmerkt door een sterke regionale groei, met name in Azië. Vooral China ontwikkelt zich krachtig met een BBP-groei van 7% per jaar en in het kielzog volgt Zuid- en Oost-Azië. Ook in Europa is sprake van een behoorlijke inkomensgroei, met name in Oost-Europa en de voormalige Sovjet-Unie. De inkomensgroei in Noord- en Latijns-Amerika blijft relatief achter. De groei van de wereldhandel ligt lager dan in het A1-scenario en blijft, mede door het voortbestaan van handelsbarrières en een minder sterke voorkeur voor bui-

tenlandse producten, beperkt tot een jaarlijkse groei van 6%. Ondanks de inkomensgroei in Europa daalt het aandeel in de wereldhandel naar een vergelijkbaar niveau als in het A1-scenario, ongeveer 35%. Zuid- en Oost-Azië ziet haar aandeel in de wereldhandel toenemen van ruim 20% tot circa 35%. Veel handel vindt plaats binnen de verschillende regio's.

De papierindustrie vertoont een minder sterke groei dan in het A1-scenario, circa 0,75%-punt lager. Hout zal in toenemende mate uit Rusland, Afrika en de Aziatische regio worden ingevoerd. Voor de landbouwsector verandert er relatief weinig, mede door het voortbestaan van handelstarieven. De wijzigingen zijn minder groot dan in het A1-scenario. Er komt wel meer import uit de Azië en de Pacific (Japan, China). Voor veevoer zal er een verschuiving optreden naar importen uit Latijns-Amerika, Zuidoost-Azië en in mindere mate Noord-Amerika. De import van andere landbouwproducten zal vooral vanuit Latijns-Amerika en Afrika toenemen, vooral voor koffie en cacao, maar deze stijging zal veel minder geprononceerd zijn dan in het A1-scenario.

### 5.7.2 Consumptie en ruimtegebruik

Het directe en indirecte (buitenlandse) ruimtegebruik van alle inwoners van Nederland samen is in de afgelopen veertig jaar met circa 40% toegenomen. Het totale ruimtegebruik is ruim drie keer het areaal van Nederland. Opvallend is het hoge en nog verder toenemende aandeel van hout en vlees. Dit heeft negatieve gevolgen voor de mondiale biodiversiteit. De consumptie door de inwoners van Nederland van de producten uit de land- en bosbouw zal naar verwachting groeien (*tabel 5.7.1*).

De bevolkingsgroei leidt tot toename van het ruimtebeslag onder meer via toenemende behoefte aan woonruimte en infrastructuur (grijze ruimte). De vleesconsumptie in

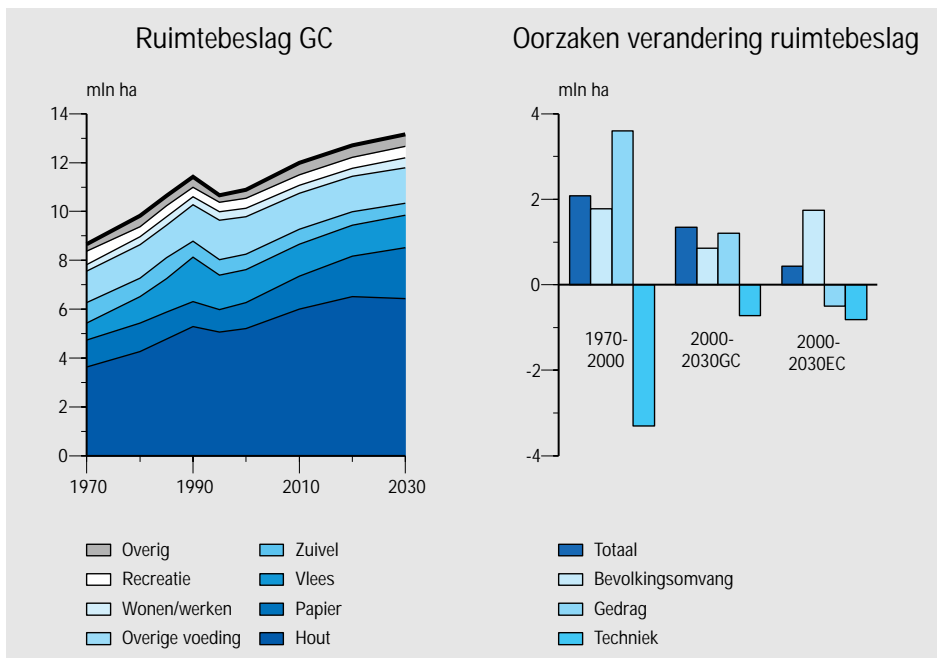
*Tabel 5.7.1 Ontwikkelingen in de consumptie in Nederland relevant voor ruimtebeslag (Bron: Elzenga & Ros, 2000)*

	2030 EC	2030 GC
<i>1995=100</i>		
<b>Consumptie categorie</b>		
Papier	185	228
Hout in de bouw	123	128
Vlees	116	140
Zuivelproducten	119	110
Overig voeding	119	110
Grijze ruimte	124	126
Bevolkingsomvang	119	110

Nederland neemt met name in het GC-scenario sterk toe. De sterke ICT-ontwikkeling en dienstverlening die in het GC-scenario verwacht wordt doen het papierverbruik flink stijgen. Voor de houtoogst wordt in tegenstelling tot de landbouw geen verhoogde opbrengst per hectare verondersteld. In de afgelopen decennia heeft hergebruik van oud papier tot een flinke vermindering van het landgebruik geleid, maar inmiddels is het hergebruik in Nederland op een zodanig hoog niveau gekomen, dat op dit punt nauwelijks verbeteringen worden verwacht.

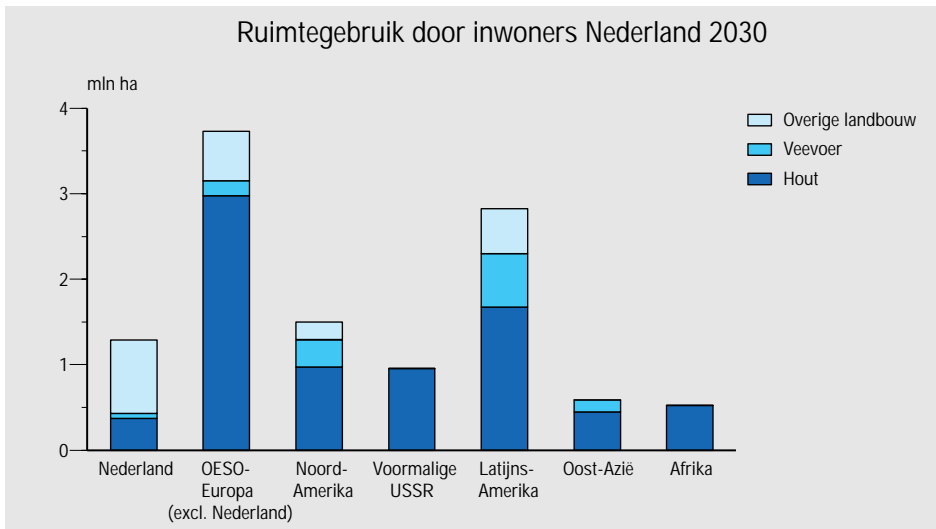
De ontwikkelingen per consumptie categorie leiden in het GC-scenario tot een toename van het ruimtebeslag in de komende dertig jaar met bijna 20% (figuur 5.7.1). In het EC-scenario zal de toename ongeveer 4% zijn. Veranderingen in de consumptiepatronen leiden echter in het EC-scenario tot een beperkte afname van het ruimtebeslag per persoon en in het GC-scenario tot een toename. Verbeteringen in de landbouwproductiviteit werken in vergelijkbare mate door. In het GC-scenario zijn de productiviteitswinsten in het algemeen iets groter, maar is ook de mate van zelfvoorziening in Nederland door afname van het landbouwareaal iets lager (figuur 5.7.1).

Het zwaartepunt van het ruimtebeslag ten behoeve van de inwoners van Nederland ligt in het GC-scenario in de OESO-landen. De sterkste groei wordt verwacht in de ontwikkelingslanden in verband met verschuivingen van de mondiale handelstromen in dit scenario (figuur 5.7.2). Dit staat tegenover een vermindering in de laatste 30 jaar van het



Figuur 5.7.1 Ontwikkelingen in het ruimtebeslag van de Nederlanders (ter vergelijking: Nederland omvat circa 3,4 miljoen hectaren) en veranderingen in het ruimtebeslag in de perioden 1970-2000 en 2000-2030 (Bron: Elzenga & Ros, 2000)





Figuur 5.7.2 Verdeling van het ruimtebeslag van inwoners van Nederland in 2030 volgens het GC-scenario (Bron: Elzenga & Ros, 2000)

aandeel van Afrika en Zuid-Amerika in de importstroom van Nederland, tegelijk met een vermindering van het aandeel van landbouwproducten en hout daarin.

### 5.7.3 Consumptie en energiegebruik

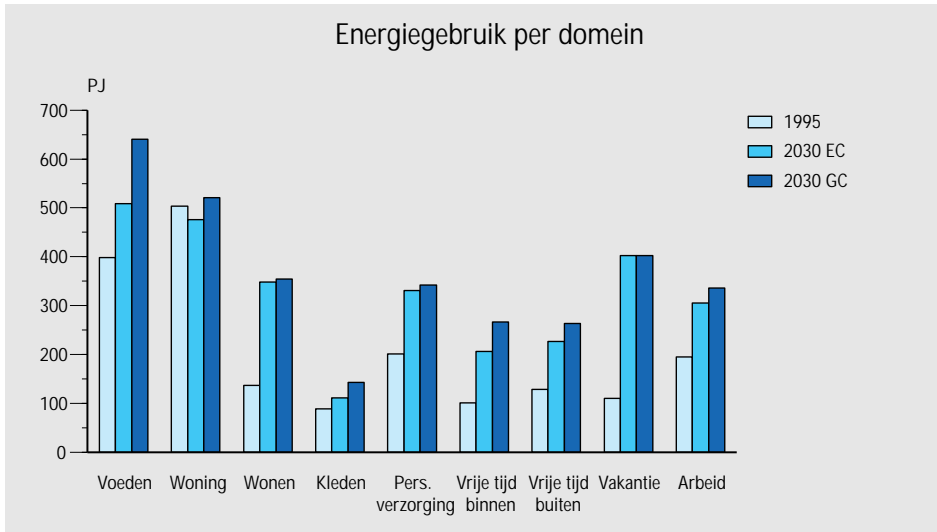
In absolute zin neemt het directe en indirecte (nodig om producten te maken) energiegebruik van de inwoners van Nederland inclusief alle collectieve diensten en voorzieningen toe van 1927 PJ (Peta Joule,  $10^{15}$  J) in 1995 (gecorrigeerd ten opzichte van 1855 PJ in de Milieubalans 99 voor enkele collectieve diensten) tot 3000 PJ in 2030 in het EC-scenario en 3400 PJ in het GC-scenario (zie *figuur 5.7.3*). In vrijwel alle consumptiedomeinen is er sprake van groei. Alleen voor het energiegebruik voor de woning geldt dit niet. Een opvallend grote toename zit in het domein vakantie, vooral vanwege de toename van het aantal vliegbewegingen.

Technische verbeteringen leiden tot een verlaging van het energiegebruik per uitgegeven gulden met 25% voor beide scenario's. Net als in de afgelopen decennia kunnen de technische ontwikkelingen echter de consumptiegroei, ondanks de gunstige verschuiving in het patroon, bij lange na niet compenseren.

### 5.7.4 Milieudruk door import en export

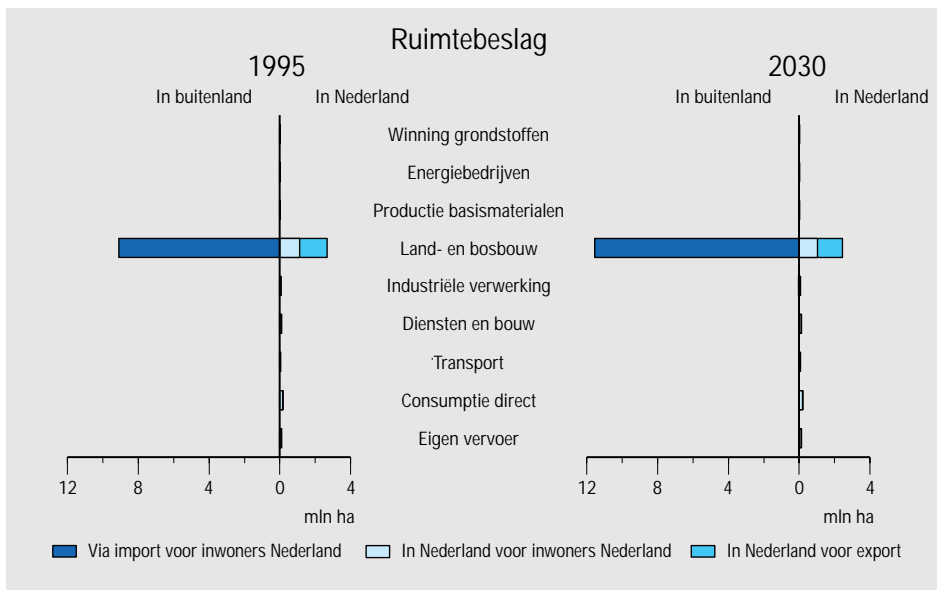
#### **Import, export en ruimtebeslag**

Het ruimtebeslag in het buitenland gekoppeld aan importen naar Nederland is in 1995 bijna 9 miljoen hectare. Ruim 40% van het landoppervlak van Nederland, dat wil zeggen

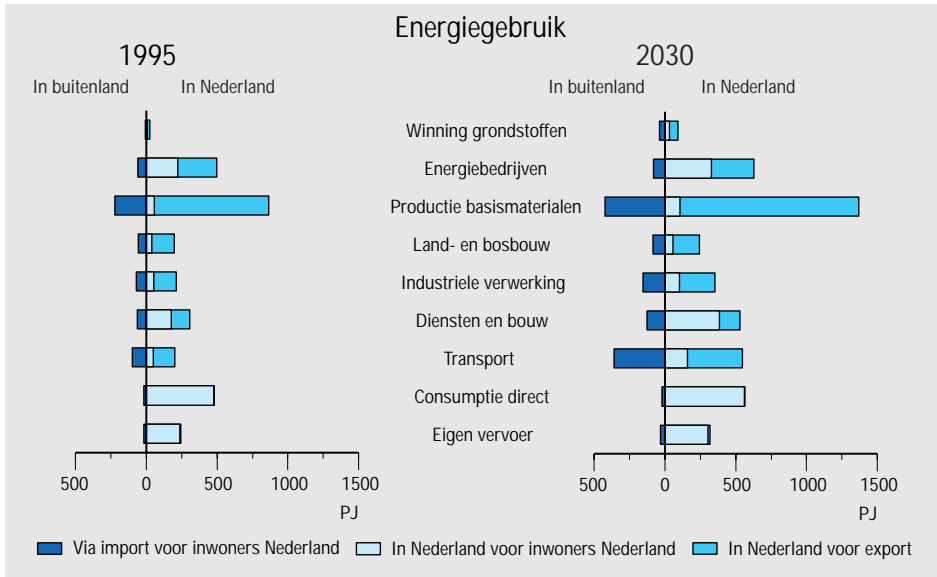


Figuur 5.7.3 Energiegebruik door de inwoners van Nederland in diverse consumptiedomeinen in 1995 en in 2030 volgens het EC- en GC-scenario, inclusief de meeste collectieve diensten behalve infrastructuur (Bron: Vringer et al., 2000)

circa 1,5 miljoen hectare landbouwgrond, wordt voor de export benut. De andere functies van deze ruimte (recreatief, cultuurhistorisch) zijn met name voor de inwoners van Nederland beschikbaar (figuur 5.7.4). In 2030 neemt het import gerelateerde ruimtebeslag toe tot bijna 12 miljoen hectare. Het export gerelateerde ruimtebeslag verandert nauwelijks.



Figuur 5.7.4 Patroon ruimtebeslag over de productie-consumptieketen (Bron: Elzenga & Ros, 2000)



Figuur 5.7.5 Patroon energiegebruik over de productie-consumptie keten (Bron: Ros & Wilting, 2000)

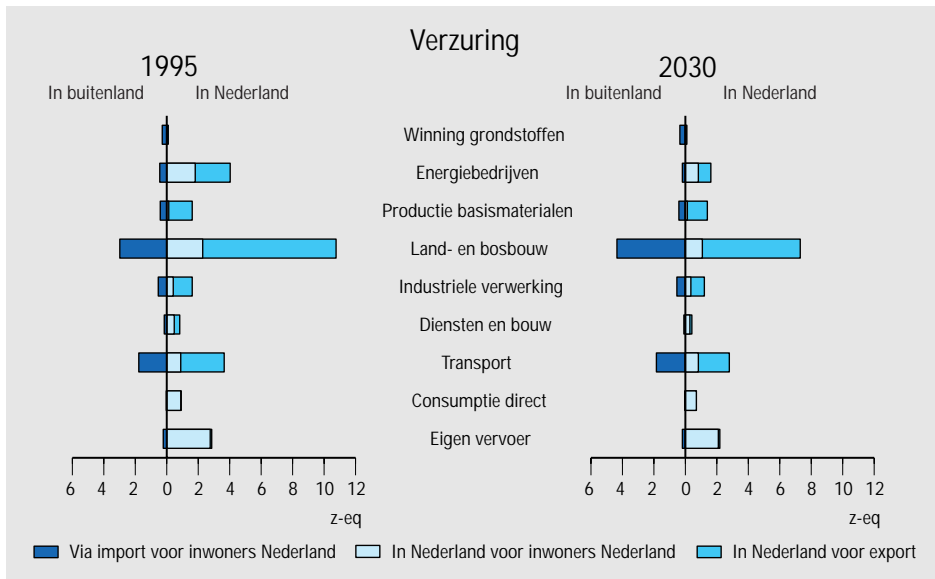
### Import, export en energiegebruik

Het energiegebruik in 1995 binnen Nederland is aanzienlijk hoger dan het energiegebruik ten behoeve van de inwoners van Nederland (figuur 5.7.5). Het verschil is vooral groot bij de productie van basismaterialen (chemie en metaal). Er wordt veel energie in materialen en producten geëxporteerd. De hoeveelheid energie die in 2030 in de export gerichte sectoren wordt verbruikt neemt sterk toe. Het verdelingspatroon verandert slechts beperkt in de komende decennia. In het GC-scenario zal het aandeel van de energiebedrijven, de landbouw en vooral de directe consumptie zijn afgenomen; van de overige, met name van de transportsector, zal deze zijn toegenomen zowel binnen Nederland als voor de inwoners van Nederland.

Op basis van de consumptiecijfers is het energiegebruik van de inwoners van Nederland vergeleken met inwoners van andere landen in West-Europa overigens niet uitzonderlijk te noemen (Reinders *et al.*, 1999). Op basis van het totale energiegebruik over de productie-consumptieketen is het energiegebruik per inwoner van Nederland duidelijk hoger dan in andere landen van West-Europa. De verhouding is voor 1995 ongeveer 2:3. Voor 2030 in het EC-scenario ligt dit in dezelfde grootteorde, voor 2030 in het GC-scenario wordt dit ongeveer 3:4.

### Import, export en verzuring

Meer dan de helft van de verzurende emissies in Nederland is gerelateerd aan buitenlandse consumptie, mede door de energiebedrijven en transportactiviteiten, maar vooral als gevolg van de ammoniakemissies in de landbouw (figuur 5.7.6). Verzurende emissies gekoppeld aan consumptie bedragen 17 miljoen zuurequivalenten (z-eq). Dit is



Figuur 5.7.6 *Patroon verzuring over de productie-consumptieketen (Bron: Ros & Wilting, 2000)*

ruim 65% van de totale emissie van verzurende stoffen in Nederland. De verwachting is dat buiten West-Europa de intensivering zal toenemen met als gevolg toename van de emissies, terwijl in Nederland de milieudruk verder gereduceerd wordt. In het GC-scenario is de afname in Nederland in 2030 tot 14 miljoen z-eq. De totale import neemt toe van 7 tot 8 miljoen z-eq, de export neemt af van 17 tot 11 miljoen z-eq.

In het buitenland is de landbouw gemiddeld veel minder intensief wat betreft stikstofbelasting. Ongeveer 80% van het stikstofoverschot in de landbouw in Nederland is het gevolg van productie voor de export (LEI, 2000). De intensieve landbouw in Nederland leidt tot grote lokale verstoring van de stikstofbalans, die gemiddeld groter is dan in landen van waaruit landbouwproducten worden geïmporteerd. De landbouw in Nederland is ook een belangrijke factor in de verdroging van natuurgebieden. Ook dit vindt slechts voor een beperkt deel plaats ten behoeve van de consumptie in Nederland.

### **Import, export en hinder**

Hinder ontstaat vooral aan het einde van de productie-consumptieketen: de dienstensector en de activiteiten van de consumenten zelf. Dit betekent dat de consument zich nauwelijks aan deze gevolgen kan onttrekken. Slechts voor de transportsector geldt dat een relevant deel van de overlast wordt veroorzaakt door export gerichte activiteiten ten behoeve van consumptie door buitenlanders (Schiphol, vrachtovervoer).

## 5.8 Milieukwaliteit en natuur

- *Verslechtering van de milieukwaliteit is een belangrijke oorzaak geweest bij de achteruitgang van veel planten- en diersoorten in de twintigste eeuw. Verandering van de milieukwaliteit heeft tussen 1950 en 1995 geleid tot een vermindering van het voorkomen van plantensoorten met ongeveer 50%.*
- *Planten en dieren in terrestrische natuurgebieden kunnen zich tot 2030 licht herstellen. In de zuurgraad van de bodem (pH), stikstofbeschikbaarheid en grondwaterstand wordt een verbetering verwacht. De gehalten aan zware metalen in de bodem blijven echter toenemen.*
- *In het landelijk gebied buiten de natuurgebieden zal de situatie nauwelijks verbeteren. Ook in de regionale oppervlaktewateren geeft de verwachte milieukwaliteit weinig zicht op verbetering van de natuurkwaliteit. In de zoete rijkswateren is natuurherstel te verwachten door verbeteringen in inrichting en beheer.*
- *Milieukwaliteit is niet overal de belangrijkste beperkende factor; een aantal soorten wordt sterker beïnvloed door beheer en versnippering van gebieden dan door milieukwaliteit.*
- *Klimaatverandering heeft gevolgen voor de natuur in het algemeen. Over de situatie in Nederland is nog weinig met zekerheid te zeggen.*

### 5.8.1 Inleiding

Planten en dieren komen voor waar de omstandigheden voor hen voldoende gunstig zijn. Kwaliteit van water, bodem en lucht maken deel uit van die omstandigheden. De vraag is in welke mate de milieukwaliteit een belemmering vormt voor natuurontwikkeling.

De natuur in Nederland is in de twintigste eeuw sterk achteruitgegaan. Met uitzondering van bos is de omvang van alle natuurtypen afgenomen. De milieudruk op de natuur is sterk toegenomen (RIVM, 1995). Diverse soorten zijn uit Nederland verdwenen. In landecosystemen zijn meer dan 900 soorten verdwenen, oftewel 4% van het totale aantal in 1900. In waterecosystemen zijn meer dan 100 soorten verdwenen, 13% van het totale aantal in 1900. De grootste achteruitgang heeft plaatsgevonden na 1950. De snelheid van achteruitgang is na 1990 afgenomen (RIVM, 1997b). In deze Milieuverkenning gaat het over de invloed van een aantal milieufactoren op de natuur. Behalve door milieufactoren wordt de natuur beïnvloed door andere factoren als de ruimtelijke inrichting en het beheer. Om de invloed van milieu op natuur te duiden wordt in deze milieuverkenning het begrip *milieustress* gebruikt: de mate waarin milieukwaliteit beperkend is voor de bestaansmogelijkheden van planten en dieren in verhouding tot de situatie van 1950. Er wordt gekeken naar soorten, omdat soorten als zodanig belangrijk zijn in het natuurbeleid, maar ook omdat de soorten samen als indicator kunnen dienen voor de kwaliteit van de natuur. Voor de natuurkwaliteit wordt in deze milieuverkenning 1950 als vergelijkingsjaar gebruikt, omdat rond dat jaar voldoende gegevens beschikbaar waren. Areaalverandering is niet in beschouwing genomen. Voor 1950, 1995 en 2030 is steeds uitgegaan van dezelfde gebieden.

### Milieustress: respons van de natuur op verandering van de milieukwaliteit

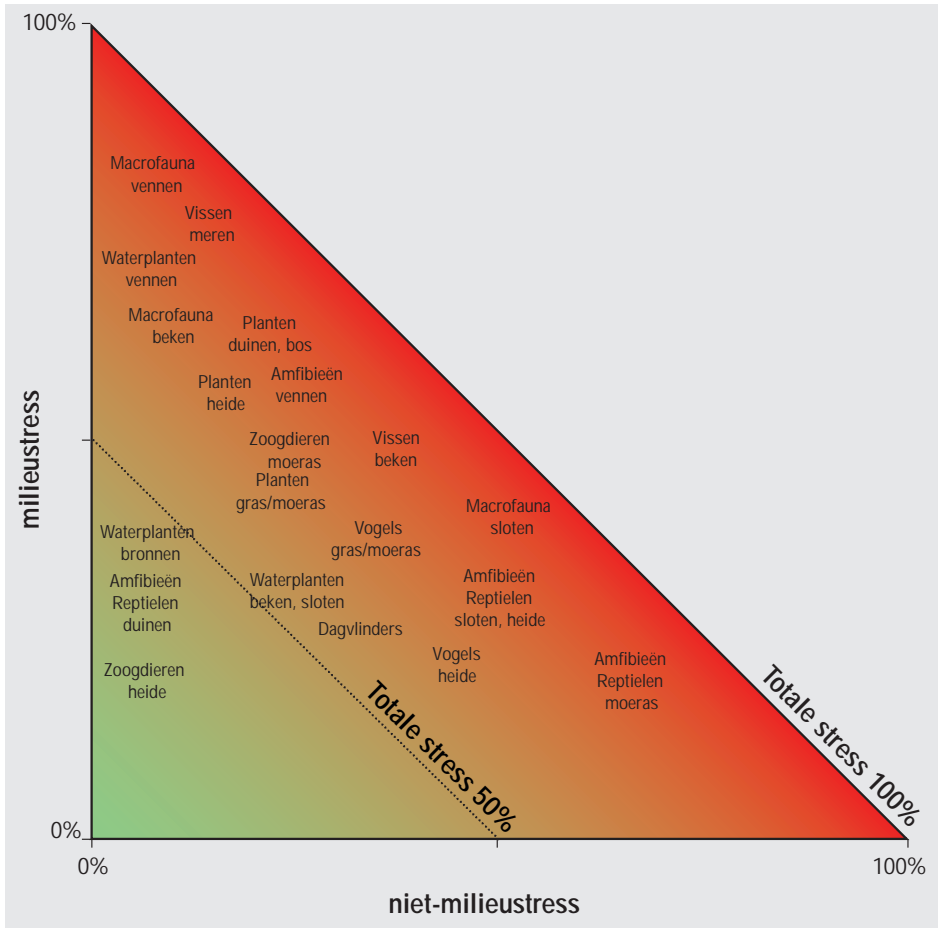
Als ergens de milieukwaliteit verandert kan dat waargenomen worden aan veranderingen in het voorkomen van planten- en diersoorten. De term *milieustress* wordt gebruikt om kwantitatief uit te drukken hoe soorten reageren op veranderingen in de milieukwaliteit. De mate waarin soorten voorkomen wordt vergeleken met de situatie van 1950. Is er sprake van achteruitgang, bijvoorbeeld van het aantal vindplaatsen van een plantensoort ten opzichte van het aantal vindplaatsen in 1950, dan is dat geïnterpreteerd als het resultaat van *stress*. Het gedeelte van de stress dat is terug te voeren op verandering van de milieukwaliteit, wordt hier *milieustress* genoemd. Als het voorkomen van een soort gelijk blijft of toeneemt, dan wordt stress op die soort afwezig verondersteld. De omvang van de *milieustress* wordt vastgesteld op basis van kwantitatieve modelberekeningen en semi-kwantitatieve inschattingen door deskundigen; deze twee schattingswijzen worden aanvullend en naast elkaar gebruikt.

De bepaling van milieustress vereist kennis van het verband tussen milieukwaliteit en het voorkomen van soorten. Voor terrestrische planten is die kennis beschikbaar. Combinatie van veldwaarnemingen met kennis van de milieucondities ter plaatse (zuurgraad, stikstofbeschikbaarheid, grondwaterstand, aanwezigheid van zware metalen) heeft bruikbare modellen opgeleverd voor kwantitatieve berekeningen (De Heer *et al.*, in voorbereiding). Voor dagvlinders zijn dergelijke modellen beperkt ontwikkeld (Oostermeijer & Van Swaaij, 1996); voor aquatische soorten zijn momenteel nog geen modellen beschikbaar. Modellen worden gebruikt om te bepalen in welke mate de waargenomen veranderingen in het voorkomen van soorten het gevolg is van veranderingen in de milieukwaliteit, om aan te geven wat hierin de aandelen zijn van de verschillende

milieufactoren en om te voorspellen hoe het voorkomen van soorten zal reageren op veranderingen in de milieukwaliteit. Met deze modellen wordt berekend welke kans een plantensoort of een dagvlindersoort heeft om op een bepaalde plaats voor te komen, gegeven de daar heersende milieucondities. Als die kans voldoende groot is, dan geldt die plaats als potentiële vindplaats voor die soort. Deze berekening is gedaan voor de gereconstrueerde milieukwaliteit van 1950, voor de situatie van 1995 en voor de berekende milieukwaliteit in 2030. Afhankelijk van vegetatietype en regio zijn 14 tot 99 soorten beschouwd. Voor andere soortengroepen dan planten en dagvlinders, in andere ecosysteemtipes (aquatische natuur, landelijk gebied) en voor andere milieukwaliteitsaspecten (klimaatverandering, verstoring) is de kennis fragmentarischer en zijn modellen (nog) niet beschikbaar. In die gevallen is gebruik gemaakt van semi-kwantitatieve inschattingen door deskundigen (Broekmeijer *et al.*, 2000). Gebruikmakend van de verspreid aanwezige informatie en waar mogelijk ondersteund met nog niet geformaliseerde modellen zijn de veranderingen in voorkomen geschat. Voor milieustress is het EC-scenario aangehouden (verschillen tussen het EC- en GC-scenario zijn gering); voor andere typen van stress is aangenomen dat de omstandigheden tot 2030 onveranderd blijven. Tevens hebben deskundigen schattingen gemaakt van de aandelen van *milieustress* en overige stress op soorten. Door de deskundigen zelf worden deze schattingen als onzeker aangemerkt. Voor de rijkswateren is een summier beeld beschikbaar van de ontwikkeling van de biotische kwaliteit. De in de Watersysteemverkenning (Ministerie van V&W, 1996) gepubliceerde Amoebe's zijn vertaald naar het hier gebruikte *stress*-begrip. Bij de rijkswateren wordt alleen *totale stress* weergegeven.

## 5.8.2 De betekenis van milieukwaliteit voor planten- en diersoorten

De invloed van milieukwaliteit is vooral groot voor soorten die voor hun voedsel rechtstreeks afhankelijk zijn van bodem of water (planten, plankton). Hoger in de voedselketen speelt milieukwaliteit een indirecte rol (verdwijnen of vergiftiging van voedsel). De invloed van milieustress is soms ondergeschikt aan andere vormen van beïnvloeding, zoals versnippering en beheer. Dit is bijvoorbeeld het geval in de beheerde terrestrische vegetaties (natte heide, schraal grasland). Sommige soorten (bijvoorbeeld zoogdieren op heide) zijn sinds 1950 niet sterk afgenomen. Bij veel in water levende soorten komt afname vooral door milieustress. Bij andere soorten (bijvoorbeeld amfibieën en reptielen in moeras) zijn andere stressfactoren daarvan de reden (*figuur 5.8.1*).



*Figuur 5.8.1: Milieustress en andere stressfactoren bij planten- en diersoorten: afname tussen 1950 en 1995 in het voorkomen van planten- en diersoorten in natuurgebieden in Nederland, uitgedrukt in percentage ten opzichte van de situatie in 1950. Het betreft schattingen door deskundigen, ondersteund -voor zover de invloed van milieufactoren op terrestrische vegetatie of dagvlinders betreft- door modelberekeningen. Arealverlies is niet in beschouwing genomen. (Bron: Vonk et al., 2000, op basis van Broekmeijer et al., 2000; Ministerie van V&W, 1996; Schaminée & Weeda, 2000; Van Swaay, 1999a)*

**Terrestrische planten**

Verandering van milieukwaliteit wordt beschouwd als de belangrijkste factor in de waargenomen achteruitgang van terrestrische plantensoorten sinds 1900 (IKC natuurbeheer, 1997). Bij terrestrische planten is de invloed van milieufactoren sterker dan de invloed van andere factoren, maar het verschilt sterk per vegetatietype. In stabiele vegetaties (sommige bossen) en in vegetaties in extreme omstandigheden (bijvoorbeeld strand- en buitenduinvegetatie) zijn de milieufactoren dominant. Bij beheerde vegetaties (bijvoorbeeld schraal grasland) is het beheer dominant. Bij goed beheerde systemen kan milieukwaliteit de beperkende factor worden en bepalend zijn voor veranderingen in het voorkomen van soorten.

MILIEU IN NEDERLAND

### **Dagvlinders**

De invloed van milieukwaliteit op het voorkomen van dagvlinders is minder groot dan op het voorkomen van planten. Bij dagvlinders spelen factoren zoals versnippering en beheer een minstens even grote rol.

### **Zoogdieren, vogels, reptielen, amfibieën, vissen, macrofauna en waterplanten**

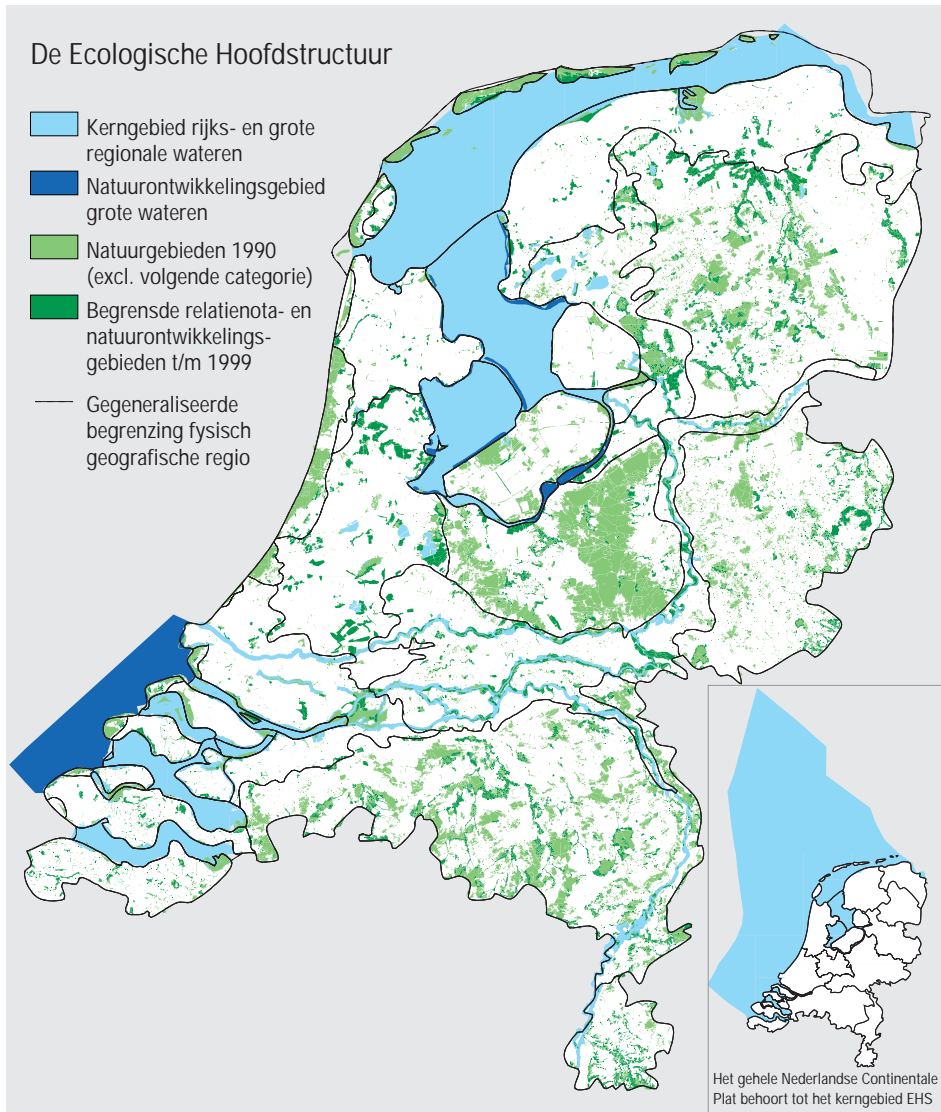
Bij de zoogdieren is zowel de rol van milieustress als die van overige stress gering, behalve bij moeraszoogdieren. Daar zorgt de milieustress voor een afname in voorkomen sinds 1950 van meer dan 50%. Voor vogels op de heide zijn beheer en verstoring door recreatie belangrijke factoren, voor moerasvogels zijn deze factoren minder belangrijk. Bij de amfibieën en reptielen in de vennen is vooral de milieustress van belang, op de heide en in de moerassen spelen voor de amfibieën en reptielen ook andere factoren mee. Voor vissen in meren en plassen is de milieustress groot. De macrofauna (zoals watervlooien en libellenlarven) in vennen en beken staat eveneens onder grote milieustress. De waterplanten in vennen worden ook sterk beïnvloed door de milieukwaliteit. Voor waterplanten in sloten en beken in natuurgebieden zijn vermesting en verdroging belangrijke factoren, veelal in samenhang met factoren als inrichting en beheer (Schaminée & Weeda, 2000).

## **5.8.3 Natuurgebieden in Nederland**

In deze milieuverkenning is de aandacht gericht op de relatie tussen milieufactoren en natuur in het landelijk gebied en met name natuurgebieden. Natuur in het stedelijke gebied wordt niet in beschouwing genomen, omdat de kennis daarover te fragmentarisch is. In 1990 is het Natuurbeleidsplan uitgebracht (Ministerie van LNV, 1990). Het hoofddoel van dit Natuurbeleidsplan is de natuurlijke en landschappelijke waarden duurzaam in stand houden, herstellen en ontwikkelen. Een belangrijk middel om dit doel te bereiken is de realisatie van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS). De EHS is een samenhangend stelsel van natuurgebieden dat ongeveer 7000 km<sup>2</sup> omvat aan landoppervlak (inclusief regionale watersystemen) en ongeveer 70.000 km<sup>2</sup> aan grote wateren (*figuur 5.8.2*). De EHS bestaat uit kerngebieden, natuurontwikkelingsgebieden en verbindingzones. In de kerngebieden zijn opgenomen de in 1990 bestaande natuurgebieden, landgoederen, bossen en waardevolle agrarische cultuurlandschappen en voor water diverse beken en hun beekdalen, meren en plassen, vennen, de grote wateren en de Noordzee. Natuurontwikkelingsgebieden beogen bij te dragen aan de vergroting van de bestaande kerngebieden om zo tot grotere aaneengesloten natuurgebieden te komen. Met verbindingzones (niet in de kaart opgenomen) wordt de samenhang tussen de diverse kern- en natuurontwikkelingsgebieden versterkt.

In *figuur 5.8.2* zijn wat betreft de natte EHS de kerngebieden en natuurontwikkelingsgebieden weergegeven. Voor de EHS op het land is onderscheid gemaakt tussen de natuurgebieden rond 1990 en de aanvullend begrensde relatienota- en natuurontwikkelingsgebieden tot en met 1999 (RIVM, 2000a).





Figuur 5.8.2 Natuurgebieden in Nederland (Bron: Ministerie van LNV, 1990, 1993; RIVM, 2000)

## 5.8.4 Milieukwaliteit en terrestrische natuurgebieden

### Milieukwaliteit

De belangrijkste standplaatsfactoren (figuur 5.8.3) voor de terrestrische natuur zijn de zuurgraad van de bodem, de stikstofbeschikbaarheid, de stand van het bovenste grondwater en de aanwezigheid van zware metalen. Andere milieufactoren spelen ook een rol, bijvoorbeeld de rechtstreekse invloed van luchtverontreiniging (ozon) op planten en via atmosferisch transport gedeponeerde bestrijdingsmiddelen.

De milieukwaliteit heeft zich voor de natuur in ongunstige zin ontwikkeld in de periode 1950 tot 1995 (droger, zuurder, voedselrijker, meer zware metalen). Voor de periode 1995 tot 2030 wordt een gedeeltelijk herstel hiervan voorzien. Dat geldt niet voor de toxische druk door zware metalen. De emissies en depositie hiervan zijn sinds de zeventiger jaren sterk afgenomen, en zullen bij het vastgesteld beleid op het huidige niveau stabiliseren. Dat niveau is echter zodanig dat de concentraties in de bodem van natuurgebieden licht zullen blijven oplopen.

#### Berekeningsmethode

De cijfers in *figuur 5.8.3* zijn gemiddelde waarden over een groot gebied. Dit is slechts een ruwe indicatie. De waarden variëren in elk gebied sterk, en juist de combinaties van de standplaatsfactoren zijn bepalend voor het voorkomen van plantensoorten. Voor 1950 zijn de standplaatsfactoren

ingeschat op basis van oudere incidentele gegevens en modellen. Voor 1995 is gebruik gemaakt van metingen en modellen. De situatie in 2030 kan alleen met modellen worden ingeschat (Vonk *et al.*, 2000).

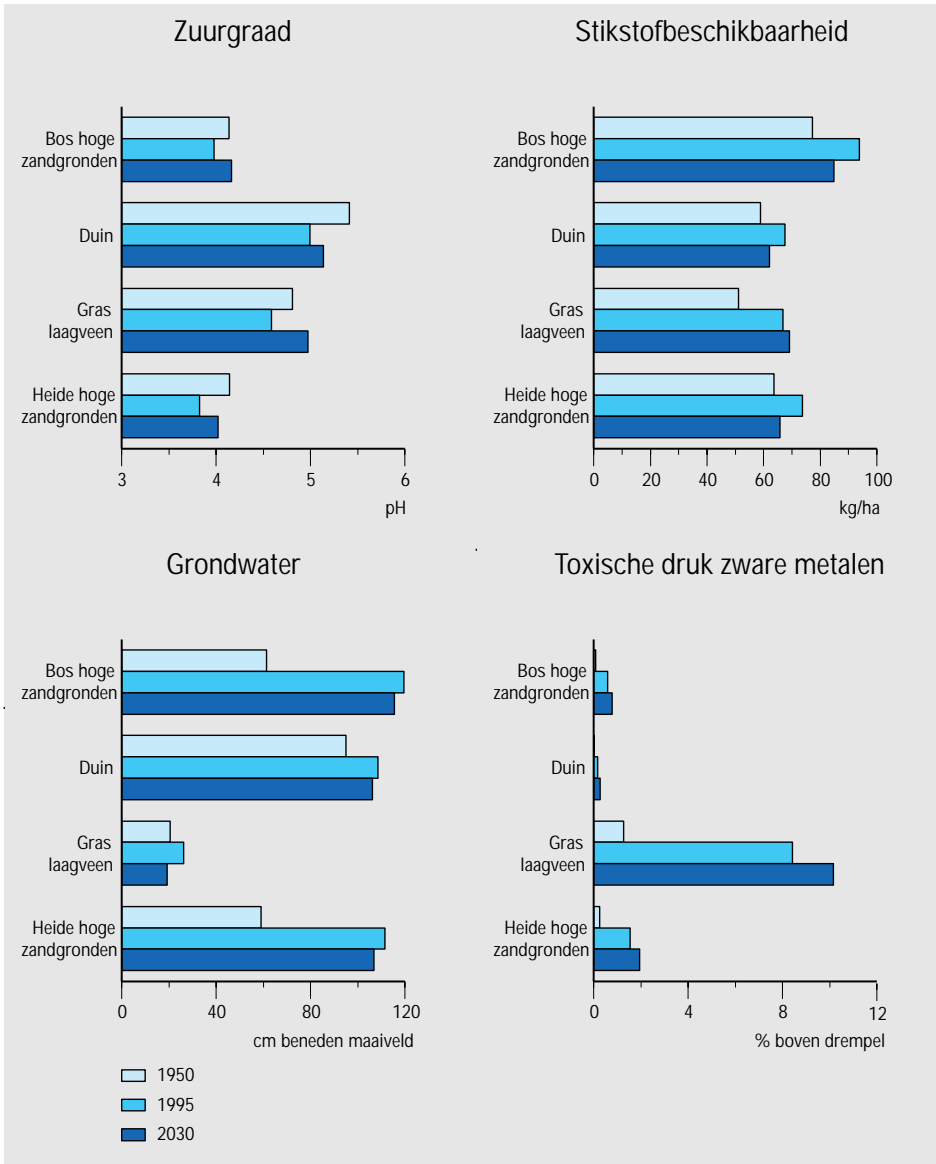
### **Invloed van milieu op terrestrische vegetatie**

De waargenomen achteruitgang sinds 1950 bij plantensoorten in natuurlijke gebieden is voor een groot deel terug te voeren op milieustress (Vonk *et al.*, 2000). Tussen nu en 2030 zal de milieustress op planten in natuurlijke gebieden licht afnemen. De mogelijke rechtstreekse invloed van luchtverontreiniging (onder andere ozon) op planten is niet beschouwd. Dat leidt tot een onbekende, maar vermoedelijk lichte onderschatting van de totale milieustress.

#### Rechtstreekse beïnvloeding van planten door luchtkwaliteit

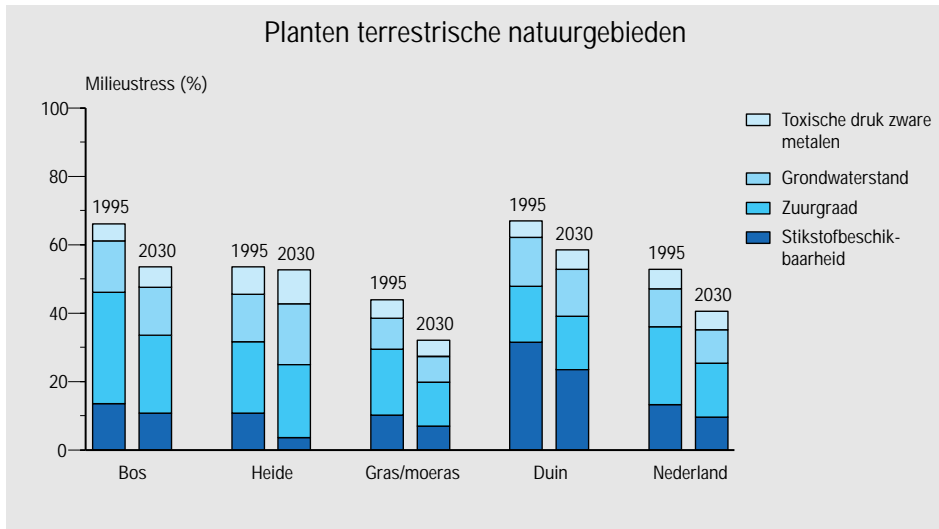
De huidige ozonconcentraties liggen boven de schadedrempel voor landbouwgewassen. Soorten uit natuurlijke vegetaties reageren over het algemeen sterker op ozon ( $O_3$ ) dan landbouwgewassen. Ongeveer 150 Middel-Europese plantensoorten uit natuurlijke vegetaties zijn getoetst op hun gevoeligheid voor  $O_3$ . Daarbij bleek bij voor Nederland realistische concentratieniveaus de helft van de soorten schade te ondervinden en een derde (met name grassoorten) juist in biomassaproductie gestimuleerd te worden. Schade is onder meer groeireductie groter dan 5% of versnelde veroudering, verminderde bloei-prestatie en aanmerkelijke bladschade. Hoewel deze laboratoriumtoetsen niet zondermeer representatief zijn voor de veldsituatie, geeft het wel aan dat  $O_3$  significante verschuivingen in de soortensamenstelling van natuurlijke vegetaties kan veroorzaken. Overigens is het risico van  $O_3$  voor het verdwijnen van gevoelige soorten waarschijnlijk niet zo groot als dat van vermisting en versnippering. Voor enkele stoffen in de lucht zijn kritische concentraties geformuleerd voor de bescherming van gevoelige plantensoorten. Voor  $NO_x$  is dat  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , voor  $NH_3$   $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en voor  $SO_2$   $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Deze worden momenteel in respectievelijk 52%, 57% en 13% van Nederland overschreden, maar de betekenis van deze overschrijdingen voor soortensamenstelling van natuurlijke vegetaties is nog niet goed aan te geven. Voor korstmossen zijn beschermingsniveaus geschat via veldonderzoek. Bij de huidige  $NO_x$ ,  $NH_3$  en  $SO_2$  concentraties worden respectievelijk 96%, 94% en 85% van de korstmossoorten beschermd. Duidelijk is dat de gevoeligheid is gerelateerd aan ecofysiologische eigenschappen, maar kwantificering heeft nog niet plaatsgevonden. Voor  $O_3$  zijn plantensoorten met een hoge groeisnelheid gevoelig, voor  $NO_x$  en  $NH_3$  zijn dat kenmerkende soorten uit climaxvegetaties en voor  $SO_2$  is de groep van korstmossen relatief gevoelig. Luchtverontreinigingscomponenten die aandacht behoeven omdat er vermoedens zijn dat hun fytotoxiciteit via de gasfase wordt onderschat zijn herbiciden en stikstofoxide. Ook is aandacht gewenst voor de interactie tussen luchtverontreiniging en veranderend klimaat (verhoging van  $CO_2$ -concentratie temperatuur, UV-B en klimaatsextremen; zie Van der Eerden *et al.*, 2000).



Figuur 5.8.3 Ontwikkeling van de voor de terrestrische natuur belangrijke milieukwaliteit tussen 1950 en 2030 in natuurlijke gebieden in Nederland. De gemiddelde waarden voor vier verschillende ecosysteemttypen zijn weergegeven (Bron: Vonk et al., 2000)

De milieustress op terrestrische planten in natuurlijke gebieden bedroeg in 1995 circa 50% (figuur 5.8.4). Dit betekent dat toen voor de beschouwde plantensoorten, als gevolg van milieufactoren, het aantal potentiële vindplaatsen gemiddeld met 50% was afgenomen ten opzichte van 1950. De variatie tussen plantensoorten is echter groot. Er zijn soorten die juist betere kansen hebben dan in 1950 en er zijn soorten waarvoor de bestaansmogelijkheden sterk zijn afgenomen. Naar verwachting zal de milieustress



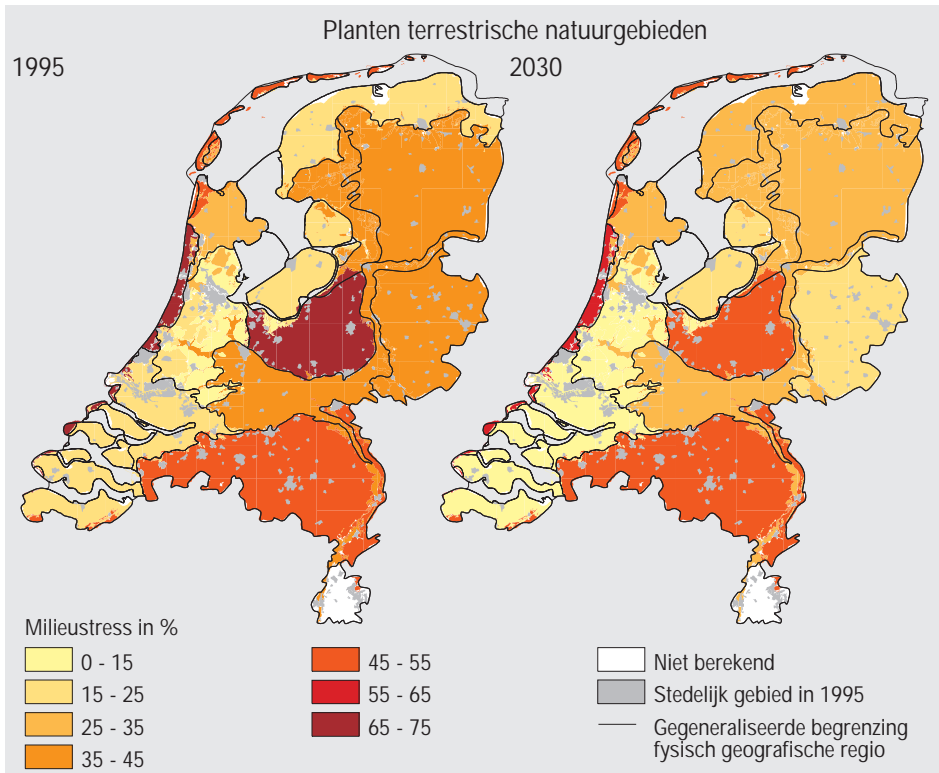
*Figuur 5.8.4 Milieustress bij terrestrische planten in natuurgebieden in Nederland: beperking door milieukwaliteit van de bestaansmogelijkheden voor soorten in verschillende vegetatietypen (Bron: Vonk et al., 2000)*

voor de planten in de toekomst afnemen: van 50% in 1995, tot 40% in 2030. Alle beschouwde milieufactoren spelen bij de veranderingen een rol, maar de opgetreden veranderingen in de zuurgraad van de bodem werken het sterkst door in het eindresultaat.

De vermindering van de milieustress tussen 1995 en 2030 komt door de verbetering van zuurgraad, stikstofbeschikbaarheid en grondwaterstand. De invloed van toxische druk door zware metalen neemt door de doorgaande stijging van metaalconcentraties licht toe.

De milieustress is niet overal even groot. Er zijn grote verschillen tussen de vegetatietypen en tussen de regio's (figuur 5.8.4 en 5.8.5). In 1995 is de milieustress vooral hoog in de bossen en in de duinen. De modelberekeningen voor duinvegetatie in 1995 geven een grotere achteruitgang van plantensoorten aan dan geschat wordt door deskundigen. In heide is de milieustress gemiddeld en in grasland en moerasvegetaties is de milieustress relatief gering. Voor 2030 wordt voor alle ecosysteemtypen een lichte afname van de milieustress berekend. In de duinvegetatie spelen nutriënten een grotere rol dan in andere vegetatietypen. De berekende milieustress in 2030 blijft onverminderd hoog in een groot deel van de hogere zandgronden en in de duinen.

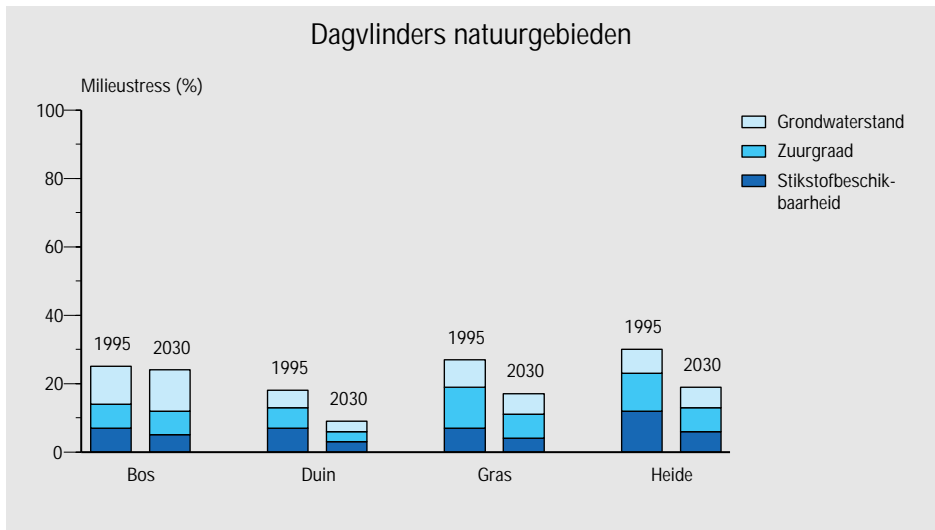
In de laagveen- en zeekleisystemen is er minder milieustress. In deze beide laatste systemen liggen echter veel minder natuurgebieden. De milieustress op het beperkte aantal natuurgebieden in het zeekleigebied in Noord-Nederland neemt enigszins toe tussen 1995 en 2030, vooral als gevolg van een lichte toename van nutriëntenbeschikbaarheid en toxische druk.



Figuur 5.8.5 Milieustress bij terrestrische planten in natuurlijk gebied in Nederland: beperking door milieukwaliteit van de bestaansmogelijkheden voor soorten in verschillende regio's (Bron: Vonk et al., 2000)

### Invloed van milieu op diersoorten in natuurgebieden

De milieustress voor dagvlinders, zoogdieren, reptielen, amfibieën en vogels is in de beschouwde terrestrische ecosystemen aanzienlijk kleiner dan de milieustress voor terrestrische planten. Toch staan enkele soortgroepen sinds 1950 behoorlijk onder druk: de totale stress voor vogels op de heide wordt op meer dan 60% geschat, hetgeen voor een groot deel is toe te schrijven aan niet-milieu factoren (o.a. beheer en recreatie). Een verbetering van de milieukwaliteit zoals verwacht in 2030 geeft een geringe afname van de milieustress voor terrestrische fauna. De berekende milieustress voor dagvlinders is minder dan bij terrestrische vegetatie (figuur 5.8.6). In 1995 is de milieustress het grootst bij de heidevlinders (30%) en het laagst bij de duinvlinders (20%). Alle drie de hier beschouwde milieufactoren dragen vrijwel gelijk bij aan de milieustress. In 2030 treedt een licht herstel op van de bestaansmogelijkheden voor de dagvlinders.



*Figuur 5.8.6 Milieustress bij dagvlinders in natuurgebieden in Nederland: beperking van bestaansmogelijkheden door zuurgraad, stikstofbeschikbaarheid en grondwaterpeil in 1995 en 2030 (Bron: Vonk et al., 2000)*

#### Berekeningswijze

De totale stress op vogels, zoogdieren, amfibieën en reptielen is berekend uit semi-kwantitatieve inschattingen van het voorkomen van deze soortgroepen voor 1950, 1995 en 2030 (Vonk et al., 2000). Tevens zijn de relatieve aandelen van de verschillende factoren in de totale stress (milieufactoren als vermisting, verdroging, verzuring, vergiftiging en versterking door geluid en overige niet milieufactoren als recreatie en beheer) ingeschat. De combinatie geeft de milieustress en de aandelen van de milieufactoren.

De milieustress op dagvlinders is berekend op een vergelijkbare wijze als bij de planten (Oostermeijer & Van Swaay, 1996). Op basis van landelijke kaarten van milieufactoren (zuurgraad en stikstofbeschikbaarheid van de bodem en gemiddelde

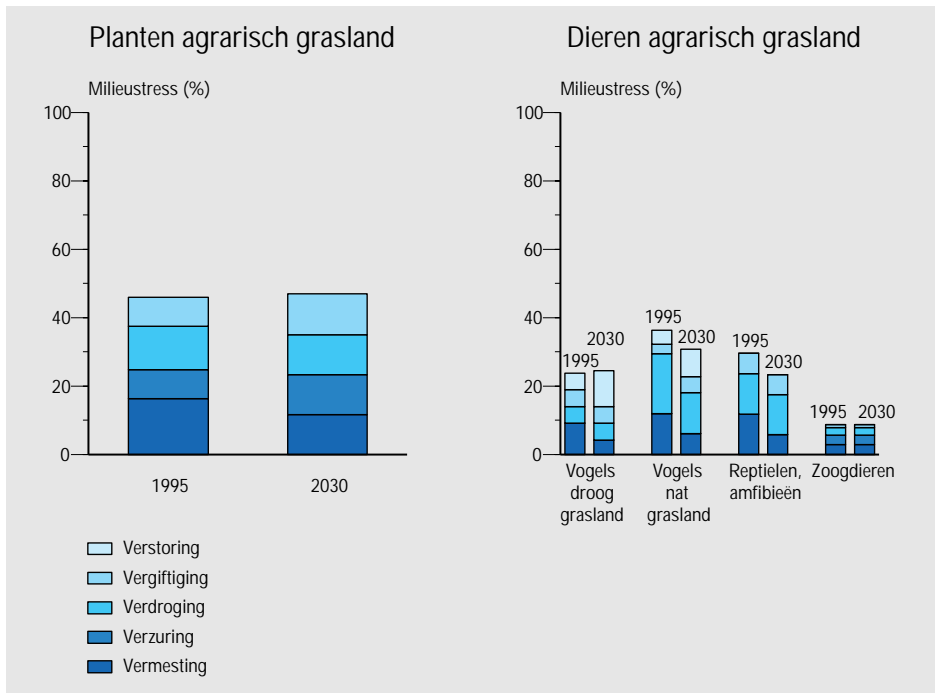
stand van het bovenste grondwater in het voorjaar) is de kans van voorkomen berekend voor een geselecteerde groep van soorten in 1950, 1995 en 2030. De berekende milieustress voor dagvlinders is een onderschatting omdat voor een aantal soorten die sinds 1950 zijn verdwenen onvoldoende waarnemingen zijn gedaan. Bovendien is geen rekening gehouden met veranderingen in de vegetatiestructuur door milieufactoren, zoals een vergrassing van heide. Deze veranderingen kunnen op dagvlinders (vooral heidevlinders) wel invloed hebben. De berekende afname in voorkomen voor dagvlinders door milieufactoren is ongeveer de helft van de waargenomen totale afname in voorkomen.

## 5.8.5 Milieukwaliteit en natuur in graslanden buiten de natuurgebieden

In de agrarisch beheerde gebieden verschilt de ontwikkeling van de milieukwaliteit van die in de natuurgebieden.

### Planten

In 1995 was de afname door milieukwaliteit van de voor agrarisch grasland kenmerkende plantensoorten circa 50% ten opzichte van 1950. Dat is evenveel als bij de plan-



*Figuur 5.8.7 Milieustress bij planten en dieren in agrarisch beheerd grasland in Nederland: beperking door milieukwaliteit van de bestaansmogelijkheden voor verschillende soortgroepen in 1995 en 2030 (Bron: Vonk et al., 2000)*

ten in natuurgebieden. Overmatige stikstofbeschikbaarheid levert de grootste bijdrage aan de milieustress. De milieustress zal naar verwachting tussen nu en 2030 licht toenemen. De vier beschouwde milieufactoren (pH, stikstofbeschikbaarheid, grondwaterstand, zware metalen) dragen allen bij, maar het aandeel van stikstofbeschikbaarheid in de milieustress neemt iets af (figuur 5.8.7).

**Dieren**

De beperking van de bestaansmogelijkheden voor vogels in agrarisch grasland is vrij groot. Dit is echter niet alleen te wijten aan milieustress (figuur 5.8.7), maar ook het gevolg van bijvoorbeeld agrarisch beheer. Vermesting en vergiftiging zijn belangrijke milieudrukfactoren, maar ook verdroging speelt een rol in de achteruitgang in het voorkomen van vogels, vooral in de van oorsprong zeer natte graslanden. Ook verstoring door verkeersgeluid zorgt voor milieustress bij vogels. Voor zoogdieren is de milieustress in de huidige situatie gering, en voor reptielen en amfibieën wordt de milieustress geschat op 30%. In 2030 is de milieustress voor de beschouwde diersoorten naar verwachting gelijk aan of iets minder dan die in 1995. De stress door verstoring bij vogels neemt echter iets toe.

### Berekeningwijze

De berekeningen voor planten zijn op dezelfde manier gedaan als voor natuurgebieden, maar met een aangepaste procedure (Vonk *et al.*, 2000). De plantensoorten die voor deze bereke-

ningen zijn geselecteerd zijn soorten die gebonden zijn aan het agrarisch grasland. De resultaten voor fauna zijn semi-kwantitatieve schattingen door deskundigen (Broekmeijer *et al.*, 2000).

## 5.8.6 Milieukwaliteit en aquatische planten en dieren in natuurgebieden

### **Regionale wateren**

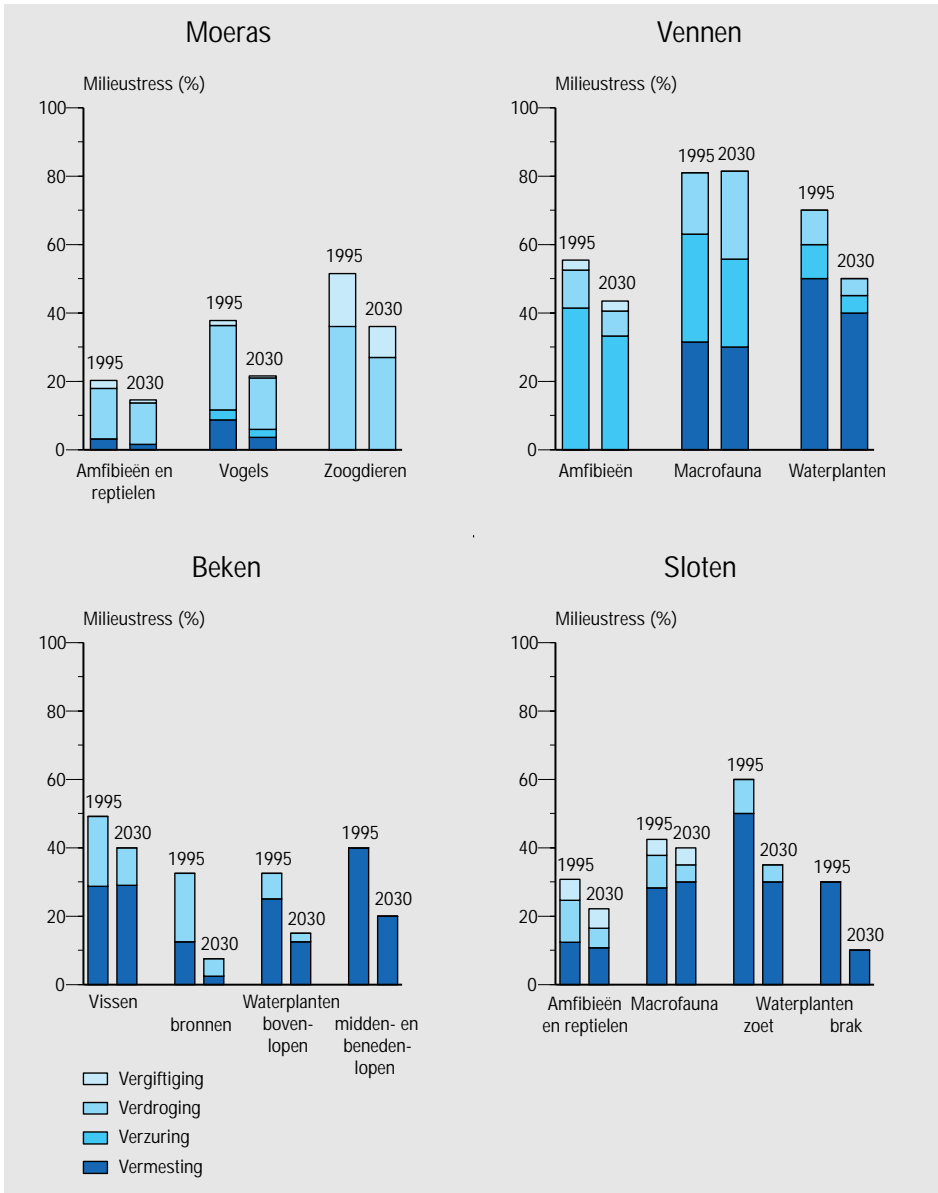
Net als bij terrestrische planten is bij veel aquatische soorten sinds 1950 een sterke achteruitgang waargenomen. Dit wordt voor een groot deel toegeschreven aan veranderingen in milieukwaliteit. Welke milieufactor het grootste aandeel heeft in de totale kwaliteitsafname is per ecosysteem verschillend. Verdroging is een belangrijke factor voor vissen, waterplanten en macrofauna in vennen, beken en sloten en voor amfibieën en reptielen, vogels en zoogdieren in moerassen (*figuur 5.8.8*). Vermesting is een belangrijke milieufactor in alle beschouwde watertypen en leidt tot een milieustress van 25% en meer voor onder andere vissen (beken, meren en plassen), waterplanten (vennen) en macrofauna (vennen, sloten). Verandering van de zuurgraad speelt vooral een rol in vennen en zorgt voor een milieustress van circa 30% voor amfibieën (met name voortplanting van de heidekikker) en macrofauna. Vergiftiging wordt met name van belang geacht voor zoogdieren in moerassen; milieustress door vergiftiging wordt in de huidige situatie geschat op 15%.

Over het geheel genomen blijft de milieustress in de regionale aquatische natuur in 2030 gelijk aan die in 1995 of neemt licht af. Door de lagere zure depositie en stikstofdepositie in 2030 zal vooral de stress door verzuring bij amfibieën en de stress door vermessing bij waterplanten afnemen. In sloten en moerassen in natuurgebieden wordt de stress door vermessing en verdroging gedeeltelijk teruggedrongen. Ook maatregelen voor waterconservering, waardoor de aanvoer van voedselrijk, gebiedsvreemd water naar natuurgebieden wordt beperkt, spelen hierin een belangrijke rol.

### **Rijkswateren**

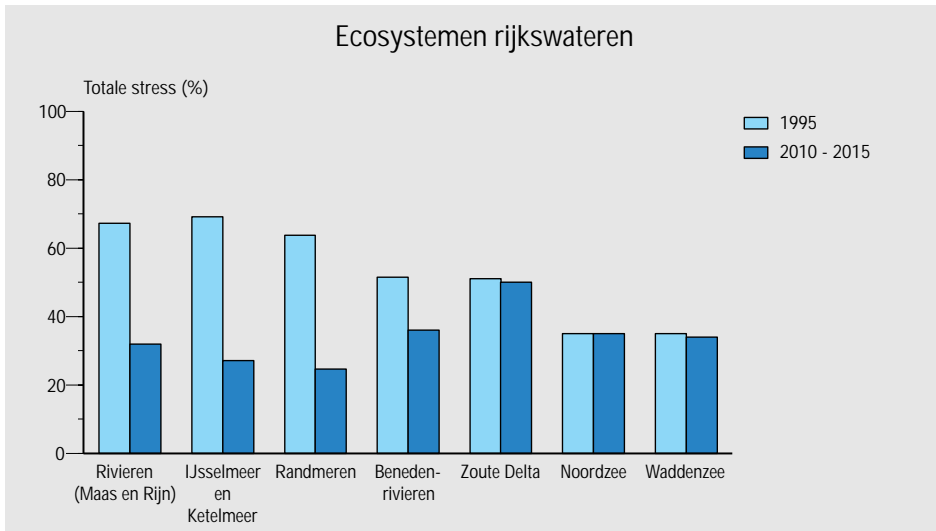
Voor de zoete en zoute rijkswateren is alleen de totale stress bij de ecosystemen in kaart gebracht, dus inclusief de factoren inrichting en beheer. Voor de zoete rijkswateren is de verwachting dat de totale stress in 2010-2015 verminderd is ten opzichte van de situatie in 1995 (*figuur 5.8.9*). De afname is vooral het gevolg van inrichtingswerkzaamheden in de uiterwaarden, waardoor de kwaliteit en de diversiteit van het rivierhabitat verbeteren. De milieustress door vermessing blijft in de periode tot 2010-2015 in de zoete rijkswateren te hoog om een bijdrage te leveren aan de afname van de totale stress (zie ook *paragraaf 5.4.4*). In de zoute rijkswateren spelen inrichtingsmaatregelen een ondergeschikte rol. Bovendien blijft de belasting van de zoute rijkswateren met voedingsstoffen tot 2010-2015 op een hoog niveau. De belasting van de Nederlandse kustzone met voedingsstoffen daalt echter in die periode tot een niveau, waarop een omslagpunt in de





Figuur 5.8.8 Milieustress in regionale aquatische ecosystemen in natuurgebieden in Nederland: beperking door milieukwaliteit van de bestaansmogelijkheden voor verschillende soortgroepen in aquatische ecosystemen in 1995 en 2030 (Bron: Vonk et al., 2000, Schaminée & Weeda, 2000)

algemene bloei bereikt zou kunnen worden (zie ook paragraaf 5.4.4). Andere factoren die in wisselende mate een verbetering in de weg staan zijn onder andere verstoring door recreatie en schelpdiervisserij en de beperkte beschikbaarheid van geschikt habitat.



*Figuur 5.8.9 Totale stress op natuur in Nederlandse rijkswateren: beperking door milieufactoren en niet-milieufactoren (inrichting, beheer) van de bestaansmogelijkheden voor aquatische soorten in 1995 en 2010-2015 (Bron: Vonk et al., 2000, op basis van Ministerie van V&W, 1996; Schobben, 1997)*

#### Berekeningwijze

De resultaten voor waterplanten en fauna zijn semi-kwantitatieve schattingen (Broekmeijer *et al.*, 2000; Schaminée & Weeda, 2000). Deze inschattingen zijn gemaakt zoals beschreven in de paragraaf Invloed van milieu op diersoorten in natuurlijke gebieden. De gegevens voor de zoete

rijkswateren zijn gebaseerd op een bewerking van de in de Watersysteemverkenningen (Ministerie van V&W, 1996) gepubliceerde gegevens van de amoebes (zie Vonk *et al.*, 2000). Eenzelfde bewerking is door RIKZ uitgevoerd op gegevens uit Schobben (1997).

## 5.8.7 Invloed van klimaatverandering op de natuur

Er zijn tekenen dat het klimaat ook in Nederland aan het veranderen is. In de afgelopen decennia zijn veranderingen waargenomen in gemiddelde jaartemperaturen en neerslagpatronen, alsmede in de variatie daarin, die mogelijk te maken hebben met het versterkte broeikaseffect. Voorsnog worden deze als een gevolg van natuurlijke variatie beschouwd (KNMI, 1999). Ook zijn er biologische veranderingen gerapporteerd die consistent zijn met de geobserveerde klimaatverandering, onder meer het verschuiven van de leefgebieden van vlindersoorten, de vervroegde start van het broedseizoen voor veel vogelsoorten en toename van de lengte van het groeiseizoen (zie ook *paragraaf 4.4.3*).

Klimaatverandering hoeft op zich geen probleem te zijn voor ecosystemen. Ze kunnen zich via vele mechanismen aanpassen. De snelheid van de verwachte toekomstige klimaatverandering is echter zo groot dat veel soorten en ecosystemen zich waarschijnlijk niet aan kunnen passen en zullen verdwijnen. In welke mate soorten en ecosystemen in staat zullen zijn zich aan te passen is onduidelijk. Veel factoren spelen een rol. Wegen en

bebouwing kunnen bijvoorbeeld een beperking zijn voor een effectieve verspreiding van soorten. Het West-Europese klimaat varieert sterk. Hierdoor is het aanpassingsvermogen van de ecosystemen die hier voorkomen waarschijnlijk groter dan in andere gebieden er wordt verwacht dat hun kwetsbaarheid voor klimaatverandering relatief laag is. Daar staat tegenover dat een kleine verschuiving grote gevolgen kan hebben voor soorten die in Nederland kunnen voorkomen, omdat Nederland op de grens ligt van verschillende verspreidingsgebieden.

#### Mogelijke gevolgen van klimaatverandering voor de natuur in Nederland

Kleine klimatologische veranderingen kunnen, samen met andere (milieu)drukfactoren, verschillende gevolgen hebben voor de natuur, maar het is niet eenduidig welke deze zullen zijn. Waarschijnlijk zullen de winters milder en natter worden en de zomers warmer en droger. Hierdoor veranderen allerlei hydrologische processen, die op hun beurt weer effect hebben op de beschikbaarheid van vocht in de bodem in de verschillende seizoenen, chemische processen in de bodem, het grondwater en het oppervlaktewater.

De stijging van temperatuur zal kunnen leiden tot het verdwijnen van planten- en insectensoorten die zich in Nederland aan de zuidgrens van hun verspreidingsgebied bevinden. Verschillende insectensoorten uit zuidelijker streken komen al regelmatig in Nederland voor.

De meeste in Nederland voorkomende boomsoorten hebben een ruim verspreidingsgebied en worden door een temperatuurstijging minder bedreigd. Doordat onze bossen vooral op droge, arme zandgronden voorkomen kan een vermindering van de neerslag in de zomer leiden tot sterfte van gevoelige soorten door verdroging (denk aan de sterfte van beuken in de droge en hete zomer van 1976). De gevoeligheid voor verdroging wordt nog vergroot door de depositie van stikstof. In hoeverre de koolstofopname in de bossen zal worden beïnvloed is nog onduidelijk. Wanneer voldoende vocht beschikbaar is neemt de groei toe door temperatuurverhoging, stikstof depositie en hogere CO<sub>2</sub>-concentratie; de toename van de groei (en daarmee de vastlegging van CO<sub>2</sub>) is gro-

ter dan de toename van koolstofuitstoot door afbraakprocessen. In geval van vochttekort worden zowel de groei als de afbraakprocessen geremd.

Er treden waarschijnlijk ook veranderingen op bij vennen en beken. Vennen, die op een oerlaag liggen, krijgen in de winter meer dan voldoende water en overstromen. In warmere zomers zijn er meer vennen die gedeeltelijk of helemaal uitdrogen, met als gevolg een grote verandering voor de vegetatie en de fauna. Typische planten en insecten, zoals libellen, kunnen verdwijnen. Klimaatverandering geeft een extra verhoging van de toch al hoge druk op vennen die veroorzaakt wordt door de zure en stikstofrijke depositie.

Bronnen en beken zijn buitengewoon gevoelig voor veranderingen in de hydrologie. Door hogere verdamping in de zomers kunnen bronnen en bovenlopen eerder droog vallen. Anderzijds worden de grondwatervoorraden in de brongebieden in nattere winters meer aangevuld, waardoor er juist langer water beschikbaar is voor de afvoer. Het zal afhangen van de verhouding tussen deze beide klimaateffecten, of een bron- en beekstelsel droger of juist natter wordt. Bij grotere verschillen tussen lage waterafvoeren en piekafvoeren treden morfologische veranderingen op en kunnen typische beekorganismen verdwijnen. De oevervegetatie kan vroeger in het jaar in blad komen, waardoor de temperatuur van het beekwater langer laag blijft, hetgeen de ontwikkeling van beekdieren kan belemmeren.

## 5.9 Milieukwaliteit en volksgezondheid

- *Het aan milieukwaliteit toe te schrijven gezondheidsverlies ligt in de orde van 2 tot 5% van de totale ziektelast in Nederland. Luchtverontreiniging, geluid en binnenmilieu leveren daar een grote bijdrage aan.*
- *In de komende dertig jaar nemen de niveaus van deeltjesvormige luchtverontreiniging met circa 20% af, terwijl die van ozon (op leefniveau) ongeveer gelijk blijven. Desalniettemin zal naar verwachting door de toenemende vergrijzing het aantal personen dat ernstige effecten ondervindt aanzienlijk stijgen.*
- *Door toename van weg- en vliegverkeergeluid neemt het percentage personen dat zich hierdoor ernstig gehinderd voelt in de periode 1995-2030 toe met 20-50%. Hierdoor zou ook het aantal personen dat last heeft van hoge bloeddruk en hart- en vaatziekten door geluid kunnen toenemen.*
- *Ook na uitvoering van de meest recente internationale afspraken over het gebruik van stoffen die stratosferische ozon afbreken is in 2030 nog een toename te verwachten van het aantal gevallen van huidkanker.*
- *Door de energiezuinige bouw van nieuwe woningen neemt de kans op een ongezond binnenmilieu toe. Het ventilatiegedrag van de bewoners wordt steeds belangrijker voor de kwaliteit van het binnenmilieu.*
- *In de periode 1988-1998 zijn de dioxinegehalten in moedermelk in Nederland met circa 50% gedaald. Ook de komende tien jaar zal de belasting met dioxines nog verder dalen, maar minder sterk.*
- *Een groter aandeel oppervlaktewater in de productie van drinkwater zal in 2030 tot hogere kosten van de bereiding van drinkwater leiden, maar niet tot een slechtere kwaliteit van het drinkwater.*

### 5.9.1 Inleiding

De kwaliteit van leven hangt onder andere af van een goede fysieke gezondheid. Voor de fysieke gezondheid zijn goede en veilige voeding en een schone en veilige omgeving van belang. In Nederland hebben milieuproblemen zoals grootschalige luchtverontreiniging (fijn stof, ozon), geluid en verontreinigingen van het binnenmilieu een nadelige invloed op de gezondheid. Daarnaast laten recente affaires op het gebied van voedselveiligheid zien dat Nederlanders zich bezorgd maken over mogelijke aantasting van hun gezondheid via de voeding. Tot slot zijn er verschillende milieufactoren die in potentie een bedreiging voor de volksgezondheid kunnen betekenen, maar waarover nog onvoldoende bekend is, zoals hormoonverstorende stoffen en genetisch gemodificeerde organismen.

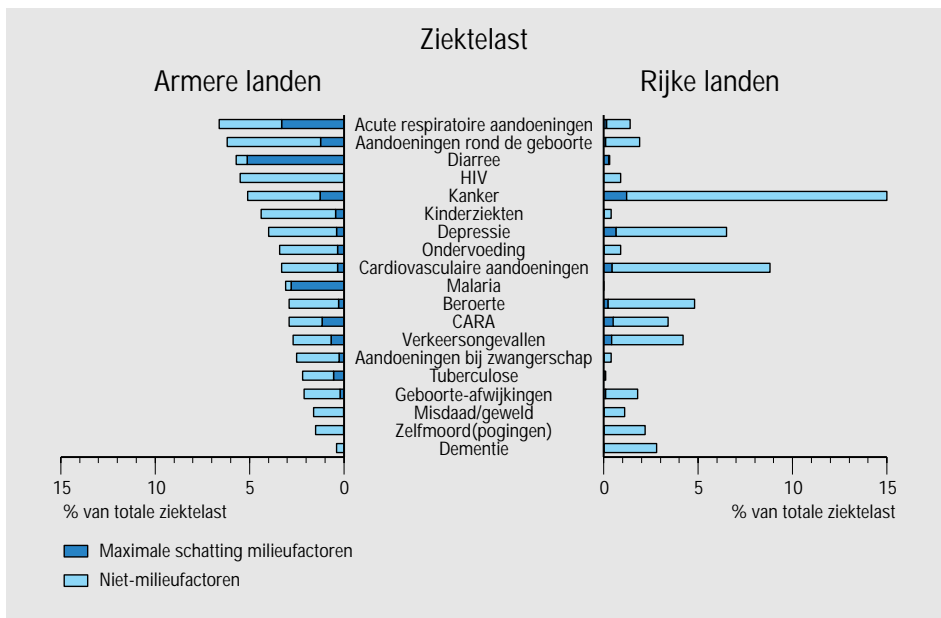
### 5.9.2 Van kwantiteit naar kwaliteit van leven

#### **Ontwikkelingen**

Nederland is in 2000 behoorlijk gezond. In de afgelopen 150 jaar is de levensverwachting in Nederland meer dan verdubbeld van ruim 35 tot ongeveer 77 jaar (74,6 voor

mannen; 80,3 voor vrouwen). Voor 2030 wordt nog een kleine toename van de levensverwachting voorzien, waarbij die van mannen de 80 jaar nadert en die van vrouwen 83 jaar. In deze lichte stijging is vooral een verminderde sterfte aan hart- en vaatandoeningen, beroertes en longkanker verdisconteerd (Van den Berg Jeths, 1997).

De ontwikkelingen in Nederland sinds de vorige eeuw zijn min of meer terug te vinden in de huidige verschillen tussen minder en meer ontwikkelde regio's in de wereld. De transitie van een preïndustriële naar een postindustriële samenleving gaat gepaard met een verschuiving van het ziekte- en sterfjepatroon van vooral infectie- en gebreksziekten naar chronische ouderdomsaandoeningen, zoals verschillende vormen van kanker, hart- en vaatandoeningen, suikerziekte, dementie, zintuigstoornissen en chronische ziekten van ademhalingswegen en het bewegingsapparaat en depressie (figuur 5.9.1). Die verschuiving wordt voor een belangrijk deel verklaard door een betere kwaliteit van de milieuhygiënische infrastructuur (drinkwatervoorziening, riolering, afvalverwijdering) en van de huisvesting (binnenmilieu). Daarnaast speelt vaccinatie een grote rol bij het terugdringen van de sterfte, vooral onder kinderen. Ook een steeds verder uitgewerkt stelsel van regelgeving ten behoeve van de gezondheidsbescherming, onder andere voor voeding, drinkwater, arbeidsomstandigheden, milieu, consumentenproducten en verkeer, levert een belangrijke bijdrage. Uiteraard zijn op nationaal niveau een gunstige sociaal-economisch ontwikkeling, toename van het opleidingsniveau, adequaat bestuur en de ontwikkeling van medische technologie voorwaarden voor een betere volksgezondheid gebleken (Van der Maas & Kramers, 1997; Smith *et al.*, 1999).



Figuur 5.9.1 Het patroon van ziekte in minder en meer ontwikkelde delen van de wereld. (Bron: RIVM op basis van WHO, 1999b; Smith, Corvalán en Kjellström, 1999)

In 2030 zal de bevolkingsgroep ouder dan 65 jaar met meer dan de helft zijn toegenomen (van 14 tot 22%). Door deze vergrijzing van de bevolking zal de totale ziektelast in Nederland in de komende decennia toenemen. Bij oudere mensen gaat het vooral om chronische ouderdomsaandoeningen. Meer (oudere) mensen zullen langere perioden in verminderde gezondheid doorbrengen. De combinatie van bevolkingsgroei en vergrijzing leidt tot een toename van de zorgomvang in de orde van 1% per jaar, los van bijvoorbeeld technologische ontwikkelingen of veranderingen in de zorgvraag (Post & Stokx, 1997).

### **Gezondheid**

Ziektelast of gezondheidsverlies als gevolg van blootstelling aan milieufactoren kan worden beschreven aan de hand van het voorkomen van gezondheidsklachten of aandoeningen of als aantasting van de ervaren gezondheid en het maatschappelijk functioneren. Het kan ook worden beschreven als *verlies aan, voor gezondheid gewogen, levensjaren* (DALY), hetzij door vroegtijdige sterfte, hetzij door tijd doorgebracht in verminderde gezondheid.

#### **Wat is gezondheid?**

Het oordeel over de gezondheidsrisico's van blootstelling aan milieuverontreiniging hangt af van wat men onder gezondheid verstaat. Hierover lopen de meningen nogal uiteen. Aan de ene kant hanteert men de bijna allesomvattende definitie van de Wereld Gezondheid Organisatie (WHO) uit 1946, een toestand van volledig lichamelijk, geestelijk en sociaal welbevinden. Aan de andere kant staat de wat zuiniger opvatting dat gezondheid de afwezigheid is van door artsen benoembare aandoeningen. In deze milieuverkenning sluiten we aan bij het model van de Volksgezondheid Toe-

komst Verkenning (Ruwaard & Kramers, 1997). Gezondheid wordt daarin beschreven aan de hand van een hiërarchie van groepen van indicatoren om de gezondheidstoestand te typeren. Die begint bij de aan- of afwezigheid van ziekten en aandoeningen. Deze zijn van invloed op de tweede laag: functioneren en kwaliteit van leven. Sterfte vormt de derde laag. Deze indicatoren kunnen worden geaggregeerd in samengestelde maten als gezondheidsverwachting of (gezondheidsgewogen) levensverwachting, de vierde laag.

De gezondheidstoestand wordt bepaald door een samenspel van verschillende endogene (of persoonsgebonden) en exogene determinanten waarvan milieuverontreiniging er één is. Persoonsgebonden determinanten kunnen erfelijk zijn, zoals gevoeligheid voor risicofactoren, bijvoorbeeld UV of verzadigd vet. Ze kunnen ook verworven worden, zoals hoge bloeddruk of een slechte longfunctie als gevolg van roken. Bij exogene determinanten wordt een onderscheid gemaakt naar de fysieke omgeving (bijvoorbeeld biologische, fysische en chemische factoren), leefstijl (bijvoorbeeld ongezonde gewoonten als roken, een ongunstig voedingspatroon of overmatig drinken van alcohol) en de sociale omgeving (onder andere sociaal economische status, etnische achtergrond, sociale relaties, werk). Uiteraard speelt daarnaast ook het stelsel van gezondheidszorg en preventie een belangrijke rol, want dit grijpt aan op verschillende determinanten van ziekte.

In het algemeen wordt aangenomen dat de gezondheidsrisico's van de genoemde leefstijlfactoren groter zijn dan de risico's van milieuverontreiniging. Door het complexe samenspel van verschillende determinanten en de veelal kleine risico's per factor is het moeilijk om een goed inzicht te krijgen in het aandeel van milieuverontreiniging bij het

ontstaan (of verergeren) van ziekten in de bevolking. Op basis van de huidige kennis over de gezondheidsrisico's van milieuverontreiniging is geschat dat de aan het milieu toe te schrijven ziektelast in de orde ligt van 2 tot 5% van de totale ziektelast in Nederland. Luchtverontreiniging, geluid en binnenmilieu leveren daar een grote bijdrage aan (De Hollander *et al.*, 1999).

In de afgelopen jaren is het accent in Nederland wat betreft de volksgezondheid steeds meer verschoven van kwantiteit naar kwaliteit van leven: het vermogen tot normaal maatschappelijk functioneren, met name als de degeneratieve ziekten van de ouderdom toeslaan. Hetzelfde geldt voor het domein van volksgezondheid en milieu (Gezondheidsraad, 1999; De Hollander *et al.*, 1999). De lange lijst van mogelijk schadelijke milieufactoren uit 'Zorgen voor morgen' (RIVM, 1988) is behoorlijk ingekort, deels als gevolg van voortschrijdend inzicht in de schadelijkheid van milieufactoren, deels omdat de niveaus van blootstelling door succesvol milieubeleid aanzienlijk zijn gereduceerd. In het jaar 2000 zijn de volgende relaties tussen milieu en gezondheid prominent:

1. de versterking van klachten van bestaande aandoeningen, zoals astma, chronische bronchitis en hart- en vaatziekten, bijvoorbeeld door luchtverontreiniging.
2. ernstige hinder, slaapverstoring, verminderd concentratievermogen, belemmering van dagelijkse bezigheden, in relatie tot geluid.
3. gevoelens van onveiligheid en vervreemding, zich ongezond voelen, bezorgd zijn, bijvoorbeeld over voedselveiligheid.

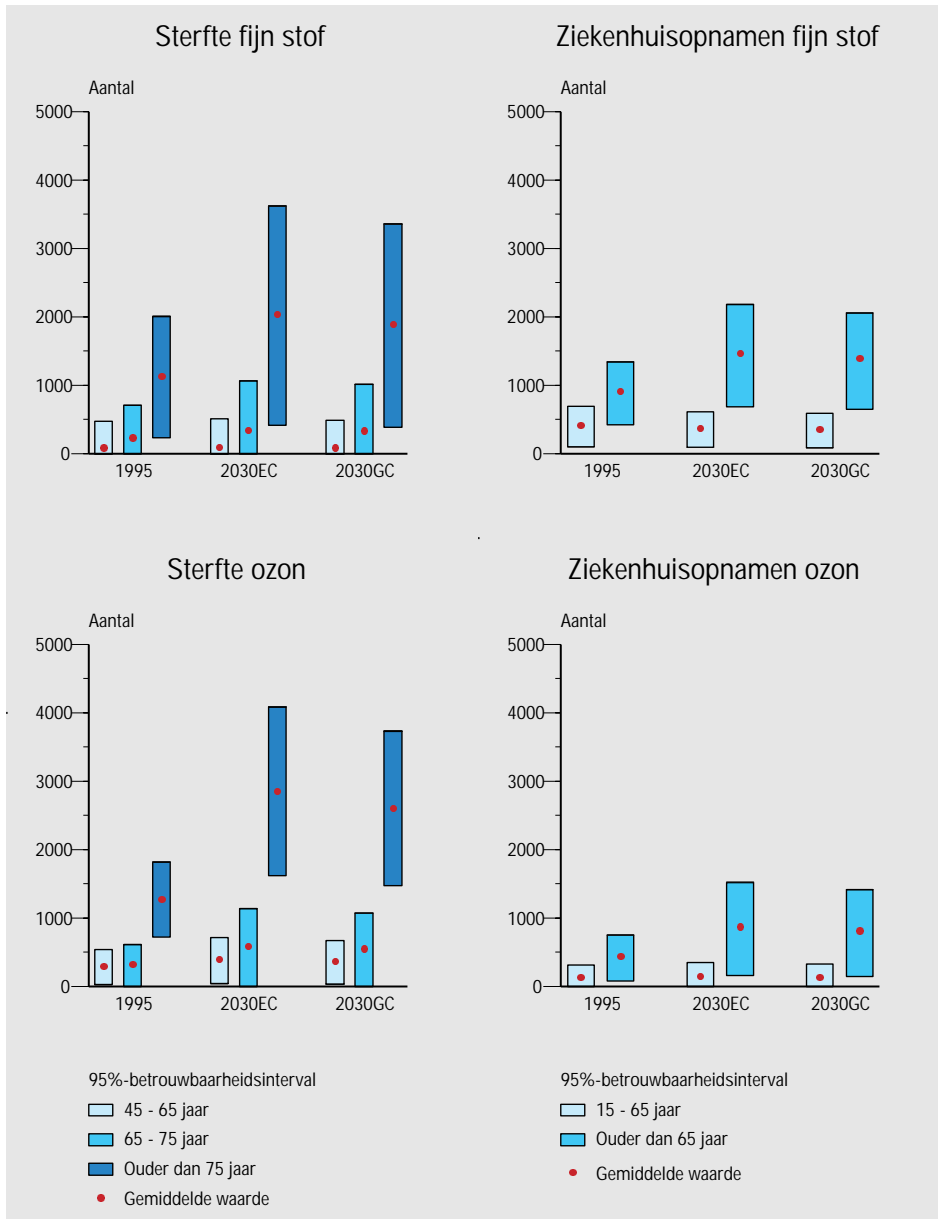
### 5.9.3 Met milieukwaliteit samenhangend gezondheidsverlies

#### **Gezondheidsverlies door fijn stof en ozon**

Bij de huidige niveaus van fijn stof en ozon (op leefniveau) treden gezondheidseffecten op, zoals luchtwegklachten, longfunctiedaling, verhoogd medicijngebruik door astmapatiënten, ziekenhuisopname en sterfte. De waargenomen gezondheidseffecten vertonen een samenhangend beeld; minder ernstige effecten zoals verlies van longfunctie en luchtwegklachten komen op relatief grote schaal voor, terwijl ernstige effecten resulterend in ziekenhuisopname of sterfte veel minder vaak optreden en vooral oudere personen met bestaande aandoeningen treffen. De oorzaak-gevolg relatie is sterk voor ozon, maar het verband bij deeltjesvormige luchtverontreiniging ( $PM_{10}$ ) is veel minder goed bekend. De mate waarin ziekenhuisopname en sterfte oorzakelijk samenhangen met luchtverontreiniging staat internationaal nog sterk ter discussie (zie bijvoorbeeld Vedal, 1997; Lipfert, 1997; Brunekreef, 1999a, 1999b; Brunekreef & Hoek, 2000).

De niveaus van deeltjesvormige luchtverontreiniging zullen in de periode 2000-2030 met circa 20% dalen, terwijl de niveaus van ozon op het huidige niveau blijven. Door de toenemende vergrijzing zal de bevolking ouder dan 65 jaar in de komende 30 jaar nagenoeg verdubbelen. Modelberekeningen wijzen dan ook op een verdubbeling van het gezondheidsverlies door luchtverontreiniging in deze periode. Het gaat hoofdzakelijk om vroegtijdige sterfte en extra spoedopnamen in het ziekenhuis vanwege luchtwegaandoeningen en hart- en vaatziekten in de bevolkingsgroep ouder dan 65 jaar (*figuur*

5.9.2). Daarnaast is een toename van het aantal sterfgevallen door longontsteking te verwachten in de groep ouder dan 75 jaar. Vroegtijdige sterfte onder personen jonger dan 45 jaar is relatief gering.



Figuur 5.9.2 Vroegtijdige sterfte en spoedopnamen in het ziekenhuis voor luchtweg- en hart- en vaatziekten in Nederland geassocieerd met deeltjesvormige luchtverontreiniging ( $PM_{10}$ ) en ozon (Bron: RIVM op basis van Hoek, Verhoeff & Fischer, 1997; Vonk & Schouten, 1998)



### **Gezondheidsverlies door geluid**

De meest directe gezondheidseffecten van geluid in Nederland zijn hinder en slaapverstoring. Deze effecten worden waargenomen als het geluidniveau boven de 40 dB(A) uitkomt. Er bestaan aanwijzingen dat er naast deze sociaal-psychologische effecten bij hogere geluidniveaus ook fysiologische reacties kunnen optreden, mogelijk aan stress gerelateerd. Het gaat vooral om verhoging van de bloeddruk en van de kans op hart- en vaatziekten. Andere mogelijke effecten van geluid zijn aantasting van het hormoon- en immuunsysteem, psychische stoornissen en beïnvloeding van het prestatievermogen. Het wetenschappelijk bewijs hiervoor is echter voorsnog onvoldoende (Gezondheidsraad, 1999).

Geluidhinder is een gevoel van onbehagen en eventueel ergernis. De mate van geluidhinder hangt niet alleen samen met de blootstelling aan geluid, maar ook met individuele eigenschappen, zoals de gevoeligheid voor geluid en houding ten opzichte van de geluidbron. Leeftijd, opleidingsniveau of sociaal-economische status spelen een kleinere rol. Geluidhinder wordt vooral veroorzaakt door wegverkeer, burens en luchtvaart en in mindere mate door industrie, railverkeer en recreatie. De komende 30 jaar neemt het lawaai van weg-, rail- en vliegverkeer toe. Modelberekeningen wijzen dan ook op een toename van het percentage mensen dat zich hierdoor ernstig gehinderd voelt van 20 tot 50% (zie ook *paragraaf 5.6*). De doelstelling voor 2010 (geen ernstige geluidhinder) wordt met het vastgesteld milieubeleid niet gehaald.

Voor 1994 wordt geschat dat 2000 tot 25.000 gevallen van hoge bloeddruk toe te schrijven zijn aan blootstelling aan vliegtuiglawaai. Voor wegverkeerslawaai zijn dit er maximaal 68.000. Daarnaast zijn maximaal 4700 gevallen van angina pectoris (mede) toe te schrijven aan geluidbelasting door wegverkeer en 1100 door vliegverkeer. Tenslotte kunnen ongeveer 2000 tot 2700 (maximaal 5000) hartaanvallen theoretisch worden toegeschreven aan geluid van wegverkeer. In 2030 zal dit gezondheidsverlies door de toenemende geluidbelasting nog groter kunnen zijn (Kempen, 2000; zie ook *figuur 5.9.5*).

#### **Onzekerheden in de relatie geluid-gezondheid**

Bij deze schattingen moet bedacht worden dat nog veel onzekerheid bestaat over de vorm en sterkte van het verband tussen blootstelling aan geluid en hart- en vaatziekten. Er bestaat ook nog twijfel over het werkingsmechanisme en de oorza-

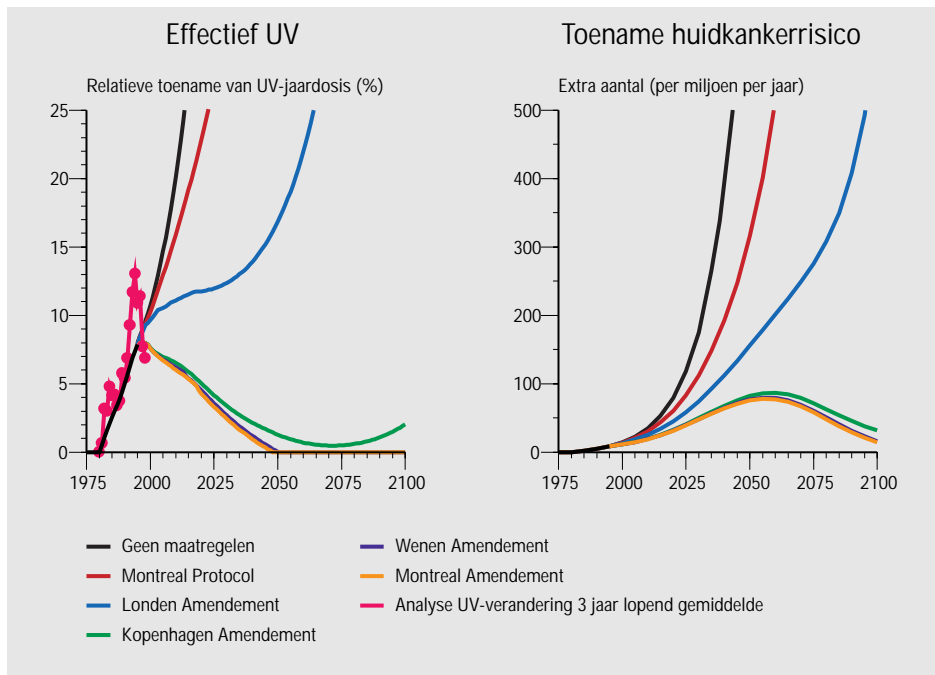
kelijkheid van de waargenomen verbanden. De hier gepresenteerde schattingen moeten dan ook worden beschouwd als maximale schattingen; ze geven een beeld van de mogelijke omvang van de effecten.

### **Effecten van blootstelling aan UV**

In de afgelopen decennia is een mondiale afname van de dikte van de ozonlaag vastgesteld. Deze afbraak is naar alle waarschijnlijkheid gerelateerd aan de emissie van CFK's (zie *paragraaf 5.2*) in de afgelopen decennia. Hoewel langdurige meetreeksen van UltraViolet (UV)-straling niet voorhanden zijn, bestaat er weinig twijfel dat als gevolg van de ozonafname de hoeveelheid UV-straling toeneemt. Vergeleken met 1980 is door ozon aantasting de jaarlijkse UV-belasting in Nederland waarschijnlijk toegenomen met

circa 10%. In de laatste jaren is de snelheid van de toename wat minder geworden. Zonder beleid zou naar verwachting rond 2050 een verdubbeling van de UV-belasting zijn opgetreden. Nu is de verwachting dat de maximale (voor bewolkingseffecten gecorrigeerde) UV-belasting in de periode juist voor het jaar 2000 is opgetreden. Door de natuurlijke fluctuaties in de dikte van de ozonlaag is het nog niet mogelijk om op dit moment vast te stellen of het herstel is ingezet. Wel zijn er enige aanwijzingen in die richting. In de periode 1993-1996 was het driejarig lopend gemiddelde in de UV-belasting meer dan 10% hoger dan in 1980, terwijl dit nu minder dan 10% boven het niveau van 1980 ligt (figuur 5.9.3).

Toen de potentieel grote omvang van de effecten duidelijk was geworden, zijn internationale afspraken gemaakt over het terugdringen van de productie en emissie van ozonaantastende stoffen. Het oorspronkelijke verdrag ter bescherming van de ozonlaag is na eerdere aanscherpingen in amendementen van Londen (1990), Kopenhagen (1992) en Wenen (1995) in Montreal (1997) opnieuw aangescherpt. Nadat in het Kopenhagen-amendement een complete stop in de productie van de belangrijkste ozonaantastende stoffen is vastgelegd, zijn in de meeste recente amendementen met name de restricties op de productie van alternatieven en de restricties voor ontwikkelingslanden aangescherpt.



Figuur 5.9.3 Berekende relatieve toename van de jaarlijkse effectieve UV-dosis op grondniveau voor Nederland in relatie tot de beleidsafspraken in het kader van het Montreal protocol en de amendementen op dit protocol, en extra gevallen van huidkanker berekend voor de bevolking van Nederland. (Bron: Slaper et al., 1996)

De invloed van de toename in de UV-belasting op het aantal gevallen van huidkanker wordt door de lange latentieperiode voor het ontstaan van huidkanker pas na enkele decennia duidelijk. De overeengekomen maatregelen leiden tot een aanzienlijke vermindering van het door ozonverdunding veroorzaakte toegevoegde risico (*figuur 5.9.3*). Niettemin is de toename in het aantal huidkankergevallen ook na uitvoering van de meest recente aanscherpingen op het Montreal Protocol niet verwaarloosbaar. Het jaarlijks extra sterfterisico in Nederland, dat circa 2% van de weergegeven extra gevallen bedraagt, is meer dan één per miljoen per jaar.

### **Gezondheid in relatie tot binnenmilieu**

De gezondheid wordt mede bepaald door de kwaliteit van het milieu in huis. Nederlanders brengen gemiddeld meer dan 80% van hun leven binnenshuis door. Bij Gemeentelijke Gezondheidsdiensten worden meer klachten en ongerustheid over het binnen- dan over het buitenmilieu geregistreerd. In onze woningen zijn verschillende bronnen van potentieel schadelijke stoffen te vinden. In de eerste plaats natuurlijk rokers, maar ook (afvoerloze) verwarmingsapparaten, zoals geisers en open haarden. Stoffen komen vrij uit allerlei consumentenproducten, zoals oplosmiddelen in verf en lijm of chemische stoffen uit bouwmaterialen. De blootstelling aan concentraties van stoffen wordt in sterke mate bepaald door de ventilatie in een woning. Daarnaast zijn vooral in vochtige woningen organismen te vinden, zoals huisstofmijten en schimmels, die stoffen produceren die de gezondheid kunnen aantasten.

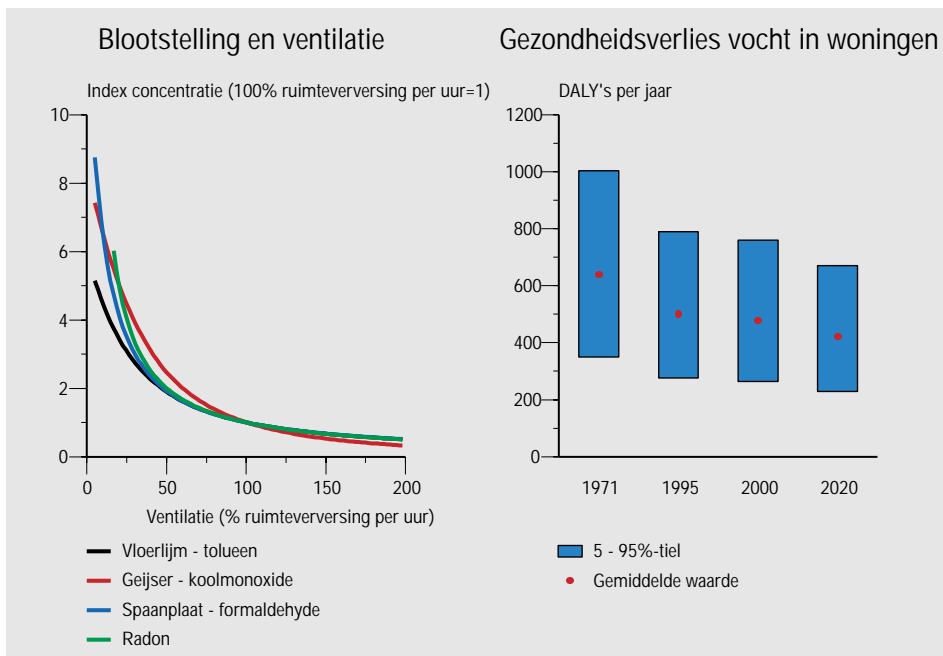
In 2020 zal de woningvoorraad uit ruim 7,6 miljoen woningen bestaan en zal bijna 60% van de woningen gebouwd zijn na 1971. Sinds de oliecrisis in 1973 heeft energiezuinig bouwen een grote vlucht genomen. De woningen van nu hebben een luchtdoorlatendheid die een factor drie tot vier kleiner is dan die in woningen uit het begin van de jaren zeventig. De luchtdoorlatendheid zal onder invloed van het door de Rijksoverheid ingezette beleid ten aanzien van de energieprestaties van nieuwbouwwoningen nog verder afnemen. De keerzijde van deze isolatie is een mogelijk slechtere kwaliteit van de binnenlucht.

Weersomstandigheden, karakteristieken en de woning, eventuele mechanische ventilatievoorzieningen en bewonersgedrag bepalen de ventilatie van woningen. Het effect van mechanische ventilatie varieert sterk met de wijze waarop bewoners omgaan met deze en overige ventilatievoorzieningen, zoals ventilatieroosters. Een beperkte ventilatie resulteert in hogere concentraties van gassen en stofdeeltjes binnenshuis.

Gezondheidsklachten treden veelal op in relatie tot geur, irriterende stoffen en het totaal gehalte vluchtige organische stoffen, of een combinatie van deze factoren. Daarnaast kunnen bepaalde stoffen, zoals radon, polycyclische aromatische koolwaterstoffen en benzeen, overigens pas na langdurige blootstelling, de kans op kanker verhogen. Radon is een radioactief edelgas dat voortdurend vrijkomt uit bouwmaterialen in wanden en vloeren en uit de bodem. In nieuwe woningen is 70% van de concentratie van radon in de woonkamer het gevolg van emissies uit bouwmaterialen. Door de verminderde luchtdoorlatendheid van woningen is de gemiddelde radonconcentratie voor het totale

Nederlandse woningbestand tussen 1970 en 1995 gestegen van 19 tot 23 Bq/m<sup>3</sup>. Tot 2020 zal de concentratie verder stijgen naar 25 Bq/m<sup>3</sup>. Het aantal aan radon toe te schrijven longkankerdoden stijgt van ongeveer 360 in 1970 tot ongeveer 500 in 2020. Bij beperkte ventilatie stijgt de gemiddelde blootstelling snel, onafhankelijk van het type product en de stof. Dit leidt tot blootstelling aan hogere concentraties, die ook langer duurt. De huidige bouwnorm is mede gebaseerd op een ventilatie van 50% ruimteverversing per uur. Bij een lagere waarde begint de concentratie van stoffen sterk te stijgen (figuur 5.9.4).

Het aantal woningen met ernstige vochtproblemen is flink afgenomen. In 2020 zal het aandeel woningen met vochtproblemen zijn gedaald tot ongeveer 15%, het aandeel woningen met ernstige vochtproblemen tot minder dan 1% (bijna 50.000 woningen) van de totale woningvoorraad. Toekomstige veranderingen in de neerslag in Nederland kunnen tot vochtiger bodems leiden, ook in het bebouwde gebied. Dit zou weer tot een toename van vochtproblemen in huizen kunnen leiden. Mensen die in vochtige huizen wonen hebben vaker last van luchtwegklachten dan bewoners van huizen zonder vochtproblemen. Het gaat meestal om aanhoudende symptomen zoals piepen en hoesten bij mensen met aanleg voor astma. Bij kinderen is een verband tussen luchtwegklachten en vochtige of schimmelplekken in huis duidelijker en vaker waargenomen dan bij volwassenen. Bij hen wordt het verband niet vertekend door roken, ander ongezond gedrag of werkomstandigheden. Bij kinderen neemt de kans op astmaklachten in vochtige wonin-



Figuur 5.9.4 Gemiddelde blootstellingsconcentratie in Nederlandse woningen en gezondheidsverlies (uitgedrukt in verloren gezonde levensjaar – DALY's) door vochtproblemen (Bron: Van Veen et al., 1999, 2000)

gen met een factor 1,5 tot 3,5 toe. Bij volwassenen is de toename een factor 1,5 tot 2. De oorzaak is waarschijnlijk een toename van biologische allergenen die vooral door huisstofmijten en door schimmels worden geproduceerd (figuur 5.9.4).

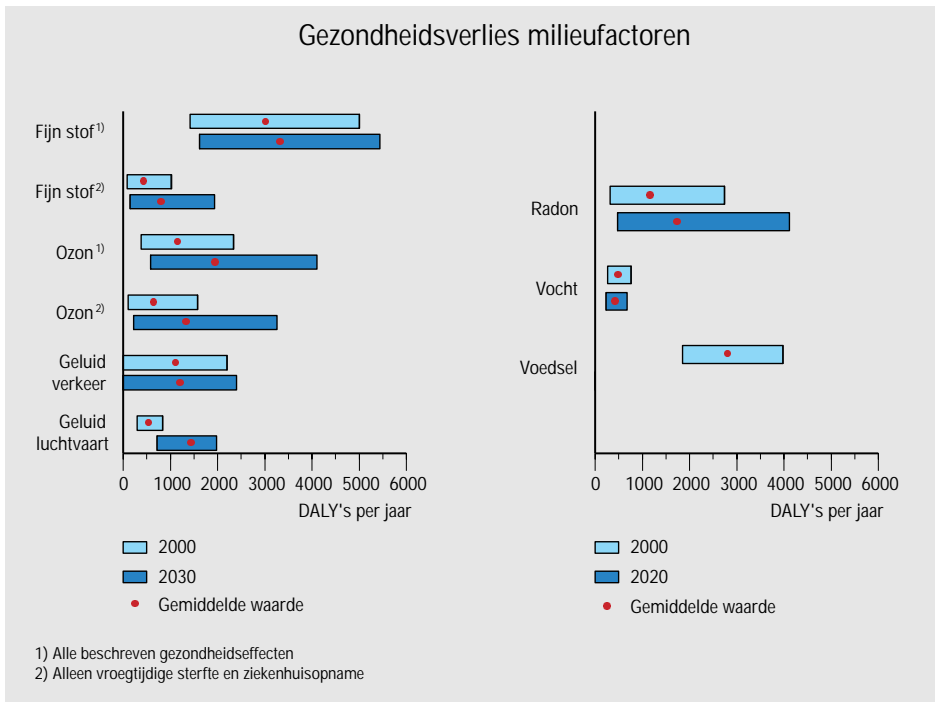
**Geïntegreerde ziektelast van milieuverontreiniging**

De som van de voor enkele milieufactoren berekende gezondheidsverlies heeft de omvang van één tot enkele procenten van de totale ziektelast die in 1997 voor de Nederlandse bevolking werd geschat (figuur 5.9.5). Het aan milieufactoren toe te schrijven gezondheidsverlies neemt in de meeste gevallen nog toe.

**DALY's**

Omdat de aard en gezondheidskundige ernst van de gezondheidseffecten van milieufactoren nogal uiteen lopen, is het gezondheidsverlies op één noemer gebracht: 'gezondheid-gewogen jaren' (oorspronkelijk: 'disability adjusted life years': DALY's). In deze maat zijn drie belangrijke aspecten van de volksgezondheid verdisconteerd, te

weten 'kwantiteit' (levensduur) en 'kwaliteit' van leven, en het aantal personen dat een effect ondervindt. Het gezondheidsverlies wordt gemeten in tijd: het verlies aan levensduur door vroegtijdige sterfte gecombineerd met tijd doorgebracht in verminderde gezondheid, gestandaardiseerd naar de ernst hiervan.



Figuur 5.9.5 Overzicht jaarlijks gezondheidsverlies (uitgedrukt in verloren gezonde levensjaren - DALY's) door enkele milieufactoren in 2000 en 2030 (of 2020) (Bron: RIVM, op basis van De Hollander et al., 1999 en Maas et al., 1997)

## 5.9.4 Gezond en veilig

### **Voedselkwaliteit**

Het belangrijkste probleem rond voedselkwaliteit in Nederland is het voorkomen van microbiële verontreinigingen. Jaarlijks gaat het om zeker meer dan een miljoen maag-darminfecties, vooral veroorzaakt door de bacteriën *Campylobacter*, *Salmonella* en diverse virussen. In veruit de meeste gevallen ondervindt men milde tot matige symptomen, zoals diarree, koorts, buikpijn en misselijkheid. Bij een veel kleinere groep treden complicaties op die soms de dood tot gevolg hebben. Door recente affaires met betrekking tot voedselveiligheid, zoals de varkenspest, BSE ('gekke-koeien-ziekte'), verontreinigingen in cola, citruspulp en palmolie, 'dioxine kippen' en schimmeltoxinen in granen, alsmede door de ontwikkelingen op het gebied van de biotechnologie staat het thema voedselveiligheid weer op de maatschappelijke en politieke agenda. Door de toenemende internationalisering van de voedingsstoffenmarkt en de technologische ontwikkelingen rondom de voedselproductie zal de aandacht voor de kwaliteit van onze voeding de komende decennia naar verwachting verder toenemen.

Bij de recente dioxineaffaire met Belgische kippen ging het niet zozeer om een crisis met betrekking tot voedselveiligheid, maar vooral om een voorlichtingscrisis (Berenschot, 1999). Er was lang onzekerheid over welk ministerie verantwoordelijk is voor de informatieverstrekking. Daarnaast was er lang onduidelijkheid over de gezondheidsrisico's en te nemen maatregelen. De structurele kennis van de consument over voedselveiligheid is niet groot (Berenschot, 1999). De consument kent het begrip met name in de context van een crisissituatie. Dit verklaart voor een belangrijk deel de onrust die leeft onder de bevolking. Naar aanleiding van recente affaires rondom voedselveiligheid heeft het kabinet inmiddels besloten tot een programma voor voedselvoorlichting, één centrale organisatie voor de melding van mogelijke voedselonveiligheid en een jaarlijkse rapportage over de voedselveiligheid in Nederland aan de Tweede Kamer.

#### **De 'dioxinekippen' affaire**

In januari 1999 raakte in België een opslagtank voor dierlijke afvalvetten die worden verwerkt in mengvoeders besmet met een mengsel van slecht afbreekbare gechloreerde koolwaterstoffen, waaronder dioxinen. De mengvoeders werden vervolgens afgezet bij (pluim)veehouders. In maart 1999 meldde een van de pluimveehouders zijn verzekeraar dat zijn kippen niet erg wilden gedijen. De West-Vlaamse Inspectie stelde besmetting van de mengvoeders met dioxine vast. Na enige tijd werden mogelijke besmette producten uit de schappen verwijderd, eerst in België later in de gehele Europese Unie.

Voor mensen die tijdens het incident werden blootgesteld betrof het een kortdurende piekbelasting. De TDI (Toelaatbare Dagelijkse Inname) geeft de maximaal toelaatbare dosis per kg lichaamsgewicht per dag aan, uitgaande van zeventig jaar blootstelling. De TDI voor dioxine

(1-4 pg TEQ/kg lichaamsgewicht) werd bij éénmalige blootstelling na het consumeren van een halve kip met een factor 75 tot 1000 overschreden. Gelet op de beperkte blootstellingduur in de betreffende situatie werd een vergelijking met de TDI minder geschikt geacht om het risico te evalueren. Daarom is gebruik gemaakt van gegevens uit onderzoek bij mensen die langdurig met dioxine verontreinigde rijstolie hadden gebruikt. Op basis van een vergelijking met die effectniveaus is geconcludeerd dat zelfs bij een zeer extreem consumptiepatroon ernstige effecten onwaarschijnlijk zijn. Sub-klinische effecten zouden echter wel kunnen zijn opgetreden. Langdurig consumptie van 'dioxinekip' (gedurende langere tijd overschrijding van de TDI) zou wel reden tot zorg zijn geweest. Veel vragen zijn tijdens de dioxinekwetsie gesteld over risicogroepen zoals de foetus en de zuigeling die borstvoeding krijgt. Voor de foe-

tus zijn er aanwijzingen dat effecten op neurologische- en psychomotorische ontwikkeling kunnen optreden door blootstelling aan dioxinen in de baarmoeder. Voor zuigelingen zijn echter tot op heden de positieve effecten van borstvoeding superieur bevonden aan de mogelijke nadelige

effecten van relatief hoge dioxine blootstelling via de moedermelk. Het is niet duidelijk aan welke niveaus individuele moeders tijdens het incident zijn blootgesteld en er is nog weinig inzicht in hoe dit vervolgens kan worden doorvertaald naar blootstelling van de foetus of de zuigeling.

De recente incidenten vormen ook de aanleiding tot een hernieuwde discussie over de huidige normstelling voor voedingsmiddelen. Het voorstel is om in Nederland maximaal toelaatbare gehalten vast te stellen voor levensmiddelen van dierlijke oorsprong. Hierbij zal gebruik worden gemaakt van de actuele gegevens (gehalten dioxinen en dioxineachtige PCB's) uit lopende meetprogramma's. De normen die worden voorgesteld in het kader van de Warenwet, zijn niet primair bedoeld om te komen tot een reductie van de huidige achtergrondblootstelling. Ze zullen worden gehanteerd als instrument tijdens calamiteiten om te bepalen welke producten eventueel uit de handel moeten worden genomen.

Door brongerichte maatregelen, vooral de aanpak van afvalverbrandingsinstallaties aan het eind van de jaren tachtig en begin jaren negentig, zijn de dioxine emissies in Nederland fors teruggelopen. Dit weerspiegelt zich in teruglopende gehalten in voeding. Sinds 1988 worden elke vijf jaar de gehalten dioxinen in Nederlandse moedermelk bepaald. In tien jaar tijd zijn de gehalten in moedermelk met circa 50% gedaald. Ook de komende tien jaar zal de belasting met dioxines nog verder dalen, maar minder sterk. In 2030 zullen de dioxinegehalten in moedermelk waarschijnlijk tot het achtergrondniveau zijn gedaald.

De consument maakt zich in 2000 verder zorgen over de risico's van genetische gemodificeerde organismen (GGO's) en hormoonverstorende stoffen. Desondanks beoordeelt 75% van de ondervraagde Nederlanders voedingsmiddelen in Nederland als betrouwbaar en veilig (NIPO, 1999).

#### Genetisch gemodificeerd voedsel, gezondheid en milieu

Bij een genetisch gemodificeerd organisme is het erfelijk materiaal veranderd op een wijze die niet mogelijk is door natuurlijke voortplanting of kruising. Ook in de natuur vindt voortdurend verandering van het erfelijk materiaal plaats door mutatie, recombinate of kruising van verwante rassen. Daarnaast verbeteren landbouwers en veredelaars al eeuwenlang hun producten door gewassen selectief te kruisen. Genetische modificatie is een uitbreiding van deze technieken.

Op dit moment is genetische modificatie die planten resistent maakt tegen insecten of onkruidbestrijdingsmiddelen wereldwijd de belangrijkste commerciële toepassing. Sinds 1996 is in Europa voor enkele genetisch gemodificeerde gewassen (soja en maïs) toestemming verkregen voor verwerking in voedingsmiddelen. Daarnaast zijn producten toegelaten waarbij genetisch gemodifi-

ceerde organismen zijn gebruikt (bijvoorbeeld kaas bereid met enzymen geproduceerd door genetisch gemodificeerde bacteriën). Volgens het *Besluit genetisch gemodificeerde organismen* (1993) moet toepassing van genetisch gemodificeerde organismen worden beoordeeld op mogelijke negatieve effecten voor mens en milieu. Hierbij legt men vooral de 'nieuwe' eigenschappen onder de loep in vergelijking met de bestaande praktijk. Europese verordeningen (1997) vereisen een beoordeling van gezondheidsrisico's en voedingswaarde bij humane consumptie. Bovendien zijn fabrikanten sinds kort verplicht om op het etiket aan te geven dat een product meer dan 1% van een genetisch gemodificeerd ingrediënt bevat.

Genetisch gemodificeerde organismen trekken veel aandacht in de media. De Europese consu-

ment voelt zich vaak onvoldoende geïnformeerd over biotechnologie en staat bovendien nogal wantrouwend tegenover toepassing van genetische modificatie bij voedselproductie. Toepassing bij de productie van geneesmiddelen, zoals insuline, is in het algemeen minder omstreken. De voordelen van genetische modificatie bij de voedselproductie gelden nu vooral voor de (grote) producenten. Toekomstige ontwikkelingen zouden ook voordelen voor de consument kunnen hebben, bijvoorbeeld door productie van gewassen met een kleiner gehalte aan natuurlijke toxinen, of gewassen waarin de aanwezigheid van gezondheidsbevorderende stoffen is geoptimaliseerd. Maar op dit moment overheerst vooral de zorg over onbedoelde toxische stoffen in gemodificeerde producten, in het bijzonder allergenen. Daarnaast bestaat zorg over het overnemen van resistentiegenen tegen antibiotica door allerlei pathogene organismen voor mens en landbouwhuisdier. Vanuit ecologisch perspectief vreest men vooral de mogelijkheid dat gewassen waarvan de erfelijke eigenschappen zijn veranderd 'aan

de akkers ontsnappen' en elders het ecologische evenwicht verstoren. In de korte historie van de genetisch gemodificeerde gewassen die sinds 1996 op de markt zijn, zijn nog geen directe schadelijke effecten op mens en milieu aangetoond. Toepassingen van genetische gemodificeerde organismen is onderworpen aan uitgebreide testen en procedures voor risicoevaluatie. Genetische modificatie is betrekkelijk verfijnd en gecontroleerd in vergelijking met traditionele veredeling of de werking van het toeval in de natuur. De kans op onbedoelde, onvoorzienbare en soms onomkeerbare uitkomsten is echter nooit uit te sluiten. Daarom zou de omvang en het 'bereik' van testen en evaluatieprocedures voor de voedselveiligheid gelijke tred moeten houden met de complexiteit van nieuwe generaties van genetische modificatie. Daarnaast is een gebiedsgerichte, 'case-by-case' evaluatie en monitoring van toepassing van genetisch gemodificeerde organismen in de landbouw wenselijk om binnen de Europese diversiteit aan ecosystemen alert en optimaal te kunnen reageren.

De recente crises rondom voedselveiligheid en de zorg om genetisch gemodificeerde organismen of hormoonverstorende stoffen illustreren de noodzaak van opzet en continuering van monitoringsystemen voor handhaving en controle. Daarnaast is er behoefte aan open communicatie met alle betrokkenen (producenten, consumenten en overheden). Tot slot is ook kennisintegratie over de voedselketen nodig. De zwakke schakels in onze kennisbasis zitten in het begin (primaire grondstoffen) en aan het eind van de voedselketen (gezondheidseffecten). Zowel op nationaal niveau (comité voedselveiligheid) als op internationaal niveau (bijvoorbeeld European Food Safety Network) worden initiatieven ontwikkeld om verbetering aan te brengen in de afstemming en informatie-uitwisseling rondom voedselveiligheid.

### **Kwaliteit van drinkwater**

De productie van leidingwater neemt in de periode tot 2030 toe tot circa 1,8 miljard m<sup>3</sup> per jaar, waarvan 1 miljard m<sup>3</sup> uit grondwaterwinning. Het aandeel oppervlaktewater als grondstof voor de bereiding van drinkwater stijgt van ongeveer éénderde in 2000 naar de helft in 2030 (zie *paragraaf 5.5*). De kwaliteit van het oppervlaktewater zal op basis van het huidige beleid nauwelijks veranderen. Het grootste probleem bij de bereiding van drinkwater uit oppervlaktewater zijn ziekteverwekkende micro-organismen. Een eenvoudige zuivering gebaseerd op alleen chemische desinfectie voldoet dan niet (*tabel 5.9.1*). Het kwaliteitscriterium hierbij is dat niet meer dan één geïnfecteerde persoon per 10.000 inwoners per jaar mag voorkomen.

Een conventionele zuivering (met spaarbekkens) voldoet wel aan deze eis voor virussen maar niet op alle locaties voor protozoa (ééncellige dieren). De zuiveringstechnieken bodempassage en dubbele membraanfiltratie zijn voldoende om een veilige drinkwater-



Tabel 5.9.1 Classificatie van drinkwaterzuiveringschema's, uitgaande van een geaccepteerd infectie(jaar)risico van 1 op de 10.000 voor pathogene micro-organismen (Bron: Mülschlegel et al., 2000)

	Zuiveringstype			
	Eenvoudig	Conventioneel	Bodempassage	Membraamfiltratie
Rijkswater	voldoet niet	rondom eis	voldoet	voldoet
Regionaal water	voldoet niet	rondom eis	voldoet	voldoet

productie te garanderen, ook bij normaal voorkomende piekbelastingen van ziekteverwekkers. De beschouwde regionale wateren zijn voor wat betreft de micro-organismen beter van kwaliteit dan de rijkswateren. Een conventionele zuivering kan hier voldoende zijn voor veilig drinkwater. In de toekomst is dit mogelijk een van de factoren die regionale wateren als drinkwaterbron voor relatief kleine productielocaties aantrekkelijk maken. Voorwaarde is dat de microbiologische kwaliteit van het betreffende oppervlaktewater goed en beheersbaar is, zodanig dat met relatief eenvoudige zuiveringstechnieken voldoende veilig drinkwater geproduceerd kan worden. Belangrijke factoren om dit te beheersen zijn het aantal en de hygiënische kwaliteit van rioolwaterlozingen en -overstorten en agrarische activiteiten.

### **Kwaliteit van zwemwater**

Oppervlaktewater is vaak verontreinigd met menselijke of dierlijke uitwerpselen. Verder zijn soms pathogene micro-organismen als *Cryptosporidium* en *Giardia* of toxische algen aanwezig in oppervlaktewateren. De zwemwaterkwaliteit in Nederland wordt gecontroleerd aan de hand van de *Europese Richtlijn voor zwemwateren*, waarbij vooral gekeken wordt naar besmetting door fecaliën. De kwaliteit van zwemwater is sinds 1985/1990 verbeterd. Desalniettemin voldoet nog ruim 20% van de monsterpunten niet aan de zwemwaternorm. De huidige zwemwaternormen beschermen de zwemmer onvoldoende. Geen aandacht wordt geschonken aan toxische blauwwieren en parasieten. Voor de eerste groep is inmiddels via de Commissie Integraal Waterbeheer een proefperiode voorgesteld waarin het meest voorkomende blauwwier toxine microcysteïne twee jaar wordt gemeten.

Het aantal klachten gerelateerd aan recreatie in oppervlaktewater dat bij Gemeentelijke Geneeskundige Diensten wordt ontvangen hangt voornamelijk samen met de temperatuur van het recreatiewater in de zomer. In de zomers van 1994 en 1995 was het warm en werden veel klachten geregistreerd en ook veel personen per incident. Voor deze jaren bedroeg het aantal patiënten met maagdarmlklachten respectievelijk 1800 en 200 personen, met Ziekte van Weil 100-150 en meer dan 200 en personen met oogklachten 1300 in 1994 en 400-500 in 1995. In de andere jaren waren er per incident meestal minder dan 5 patiënten (maximaal 25). Omdat slechts een deel klachten worden gemeld, ligt het aantal werkelijke klachten hoger.

### Hormoonverstorende stoffen

In de negentiger jaren ontstond zorg over onder meer de spermakwaliteit en de toename van testis- en borstkanker bij de mens en daarnaast over de afgenomen vruchtbaarheid en afwijkingen aan de geslachtsorganen bij in het wild levende dieren in relatie tot blootstelling aan hormoonverstorende (oestrogene) stoffen in het milieu. Tot op heden zijn er echter geen aanwijzingen dat de spermakwaliteit bij de mens over de afgelopen decennia substantieel is afgenomen. Wel is er sprake van een duidelijke toename in testis- en borstkankergevallen, maar voorlopig zijn er geen aanwijzingen dat dit verband houdt met de blootstelling van de mens aan hormoonverstorende stoffen (onder andere Mees, 1997; Piersma, 1999). Oestrogene milieuverontreinigingen zoals organochloorverbindingen leveren waarschijnlijk maar een kleine bijdrage aan de totale blootstelling van de mens aan oestrogene stoffen. Oestrogene stoffen zijn in lage concentraties in afval- en oppervlaktewater aangetoond, waarbij men de oestrogene potentie voor een belangrijk deel aan natuurlijke oestrogene hormonen blijkt te kunnen toeschrijven (Belfroid, 1999). Het is onduidelijk of de aangetroffen concentraties tot effecten bij de mens of ecosysteem kunnen leiden. Naar rato van oestrogene activiteit lijken natuurlijke oestrogenen belangrijker te zijn dan oestrogene milieuver-

ontreinigingen door de mens. Vanwege de vele onzekerheden is de aandacht momenteel gericht op het in kaart brengen van de actuele blootstelling van mens en ecosysteem aan hormonaal actieve stoffen als basis voor een humane risicoschatting. Lokaal kan hoge blootstelling aan hormoonverstorende stoffen tot effecten in ecosystemen leiden. Het betreft met name effecten op de voortplanting. De afgenomen vruchtbaarheid van de zeehondenpopulatie in de Waddenzee bijvoorbeeld is in verband gebracht met blootstelling aan PCB's uit verontreinigde vis. Of ook lage blootstelling aan hormoonverstoorders tot vruchtbaarheidseffecten kan leiden is echter niet duidelijk. Met het oog op het toelatingsbeleid van stoffen wordt wereldwijd aandacht besteed aan de vraag of bestaande toxiciteitstesten voldoende geschikt zijn om hormonale activiteit van stoffen te detecteren. In OESO-verband wordt overwogen om hormonale testen toe te voegen aan bestaande richtlijnen voor reproductie-toxiciteit. Daarnaast worden nieuwe testen ontwikkeld zowel voor ecosystemen als voor humane risicoschatting. De EU heeft een *Community Strategy for Endocrine Disrupters* uitgebracht, die over 3-6 jaar moet leiden tot een specifiek toelatingsbeleid voor dergelijke stoffen.

## 5.10 Leefomgeving en leefbaarheid

- *De groei van groenstedelijke woonmilieus tot 2030 is gunstig voor de gemiddelde kwaliteit van de woonomgeving in Nederland. Bij de uitbreiding van dit type woonmilieu gaan echter wel ecologische en landschappelijke waarden verloren.*
- *Ook de stedelijke woonmilieus zullen groeien in de komende decennia; de uitdaging is om daar de ruimtelijke en milieukwaliteit op hetzelfde peil te brengen als die in de groenstedelijke woonmilieus.*
- *Concentratie van kansarme bevolkingsgroepen in buurten met een ongunstige leefomgevingskwaliteit leidt tot een cumulatie van sociale, economische en gezondheidproblemen.*
- *Het aandeel lawaaiërig landelijk gebied zal blijven toenemen. In 2030 zal in minder dan 10% van het landelijk gebied rustig en stil gerecreëerd kunnen worden.*

### 5.10.1 Inleiding

Drie beleidsnota's van het ministerie van VROM zijn vanuit verschillende invalshoeken gericht op verbetering van de dagelijkse leefomgeving voor de inwoners van Nederland:

1. Na een halve eeuw lijkt de kwantitatieve woningnood eindelijk opgelost. In de *Nota Wonen* (Ministerie van VROM, 2000b) gaat de aandacht dan ook vooral uit naar het kwalitatieve gat tussen een voor een deel minder gewenst aanbod en een steeds draagkrachtiger vraag. Het betreft niet slechts de kwaliteit van de woning, maar evenzeer die van de dagelijkse leefomgeving en leefbaarheid.
2. In de *Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening* (Ministerie van VROM, 1999d) speelt enerzijds de door de vraag naar groenere en ruimere woon- en werkmilieus gedreven kolonisatie van de schaarse ruimte en anderzijds het behoud van collectieve waarden zoals ecologische en landschappelijke kwaliteiten, culturele verscheidenheid, veiligheid en bereikbaarheid. Ook hier is de kwaliteit van de dagelijkse leefomgeving aan de orde.
3. In de agenda van het *Vierde Nationale Milieubeleidsplan* (Ministerie van VROM, 1999c) staat het begrip 'kwaliteit van leven' centraal. De ambitie is een 'hoogwaardige leefomgeving' in 2030. Daarbij horen elementen als gezond wonen en bereikbaarheid van natuur voor recreatie.

Het begrip kwaliteit van leven wordt op verschillende manieren gedefinieerd en gebruikt. In deze milieuverkenning betreft het de feitelijke materiële en immateriële uitrusting van het leven en de perceptie daarvan. Verschillende aspecten bepalen de kwaliteit. Op individueel niveau speelt de kwaliteit van gezondheid, familieleven, vriendschappen en werk een belangrijke rol, evenals de kwaliteit van de dagelijkse omgeving (*figuur 5.10.1*). Op een wat abstracter niveau gaat het om bestaans- en rechtszekerheid of een redelijke verdeling van lusten en lasten in de samenleving.



Figuur 5.10.1 Schema van belangrijkste elementen van gezondheid, dagelijkse leefomgeving en kwaliteit van leven

## 5.10.2 Ontwikkelingen in de afgelopen dertig jaar

Sinds de jaren zeventig heeft het begrip leefbaarheid van de stedelijke omgeving een wat andere inhoud gekregen. In de jaren zestig en zeventig stelde men het gangbare welvaartstreven steeds meer ter discussie: het gaat niet alleen om welvaart, maar ook om welzijn. Op het lokale niveau komt dit tot uiting in bezorgdheid over de milieuhygiënische kwaliteit van bodem, water en lucht. Ook veiligheid, openbaar vervoer en de kwaliteit van de woningvoorraad zijn belangrijke aspecten van leefomgevingskwaliteit, maar deze worden nog niet systematisch in samenhang beschouwd.

In de jaren negentig wordt de gedachtenvorming rondom de kwaliteit van de (stedelijke) leefomgeving gekenmerkt door de integratie van beleid (bijvoorbeeld het project 'Stad en Milieu'; Projectbureau Stad & Milieu, 1999) en door meer aandacht voor welzijnseffecten naast gezondheidseffecten. In doelstellingen van beleid treft men steeds vaker begrippen aan zoals sociaal-economische bepaalde gezondheidsverschillen, hinder,

slaapverstoring, sociale samenhang en veiligheid, tevredenheid, of zelfs een algemener geluksgevoel, en de beschikbaarheid van sociaal-culturele voorzieningen. Leefbaarheid wordt opnieuw geïntroduceerd, maar nu als paraplubegrip, en geeft sturing aan beleid en onderzoek.

Leefomgevingskwaliteit is een centraal begrip bij het streven naar economisch vitale steden met een evenwichtige bevolkingssamenstelling en het bestrijden van sociale segregatie en achteruitgang, bijvoorbeeld in het kader van het *grote stedenbeleid*, *Interdepartementaal economisch structuurbeleid (ICES)* of het *Investeren in Stedelijke Vernieuwing (ISV)*.

**Schaalniveaus van de leefomgeving**

Men kan de kwaliteit van de leefomgeving op verschillende ruimtelijke schaalniveaus bekijken: de woning, de buurt of wijk, de stad of regio en het nationale niveau (*tabel 5.10.1*). Bij de leefomgevingskwaliteit gaat het vooral om de twee laagste schaalniveaus, de woning en de buurt. De kwaliteit en geschiktheid van de woning wordt vaak als eerste genoemd, gevolgd door het uiterlijk en aanzien van de buurt. Daarnaast worden uitzicht,

ruimte en voldoende groen veel genoemd, evenals contacten met burens en sociale samenhang. Milieukwaliteit, vooral niet te veel lawaai van wegverkeer en burens en een redelijk niveau van voorzieningen zijn ook belangrijk, maar vaak wat minder. De regio kan daarnaast een rol spelen als het gaat om werkgelegenheid of de bereikbaarheid van natuur, landschappelijke en culturele waarden.

*Tabel 5.10.1 Aspecten van leefomgevingskwaliteit op verschillende schaalniveaus (vrij naar de Leefomgevingsbalans; RIVM, 1998a)*

Schaal	Fysieke omgeving		Sociale omgeving
	'Gezond en veilig'	'Leefbaar'	
Woning	kwaliteit binnenmilieu (radon, vocht, loden leidingen, afvoerloze geiser, emissies uit materialen, ongedierte), veiligheid	grootte, geschiktheid, bouwkundige kwaliteit, type, tuin, parkeerplaats, privacy, eigenheid/status	burgerlijke staat, kinderen, burens, relaties, opleiding, inkomen, beroep
Buurt	verkeersveiligheid, geluid, stank, lucht-, water-, en bodemverontreiniging, criminaliteit	verscheidenheid, bereikbaarheid werk, recreatiemogelijkheden, eigenheid, autobereikbaarheid, visuele of esthetische aspecten	leeftijdsopbouw, sociaal-economische status, samenstelling huishoudens, etnische samenstelling, werk
Regio	externe (on)veiligheid (vliegvelDEN, industrie, transport, geluid/geur, luchtverontreiniging, zwemwaterkwaliteit)	infrastructuur, beschikbaarheid, ecologische en landschappelijke waarden, culturele voorzieningen	maatschappelijke structuren, normen en waarden, bestuur, politiek, kennisinstituties, werk
Land	luchtverontreiniging, UV, klimaat, ruimte	natuur, cultuuroederen, voorraden	zelfredzaamheid, duurzaamheid

### Omgeving en beleving

De kwaliteit van de leefomgeving kan worden beoordeeld aan de hand van feitelijke, tel- of meetbare kenmerken, zoals decibellen geluid, aantallen bushaltes, verhouding tussen huur- en koopwoningen, inbraken of ongevallen, afstand tot voorzieningen, en vierkante meters groen. Deze omgevingsaspecten zijn in beginsel stuurbaar: er kan ruimtelijk, milieu- of sociaal beleid op gevoerd worden.

### Sociale en fysieke omgeving

De fysieke omgeving omvat kenmerken van de woning en de woonomgeving: ruimtelijke kenmerken, zoals woningdichtheid, en de inrichting of het architectonisch aspect van de buurt. Ook de milieukwaliteit maakt deel uit van de fysieke omgeving. Bevolkingskenmerken zoals sociaal-economische samenstelling, leeftijdsopbouw, werkloosheid, etnische samenstelling, sociale samenhang en veiligheid zijn aspecten van de

Daarnaast is de beleving van mensen van belang. Het gaat dan om de waardering, voorkeuren, houding, gedragingen en gevoelens van bewoners ten aanzien van de situatie van hun leefomgeving. De kwaliteit van de leefomgeving kan bovendien door verschillende brillen worden bekeken: die van de bewoner, de gebruiker (werk- of recreatiefuncties) of de beleidsmaker.

socialle omgeving. Een voorbeeld van interactie tussen de sociale en fysieke omgeving is de instabiliteit die ontstaat als de kwaliteit van het woningbestand geen gelijke tred houdt met maatschappelijke ontwikkelingen. Een hoge verhuisgevoeligheid leidt tot vermindering van sociale samenhang en binding aan de buurt. Uiteindelijk kan dit leiden tot (gevoelens van) sociale onveiligheid, fysiek verval en verloedering (SCP, 1998).

### Dagelijkse leefomgeving en gezondheid.

De leefomgeving heeft invloed op de gezondheid, bijvoorbeeld door verontreinigingen van lucht, water of bodem of door de kans op een verkeersongeval. De gezondheid wordt ook indirect beïnvloed door stress of negatieve gevoelens die ontstaan bij hinder, perceptie van gezondheidsrisico (los van het feitelijke bestaan ervan), een verslechterde woonomgeving of sociale onveiligheid. Hier ligt het raakvlak tussen leefbaarheid en gezondheid. Ook in Nederland bestaan aanzienlijke verschillen tussen buurten als het gaat om algemene gezondheidsindicatoren, zoals sterftekans, percentage mensen met een chronische aandoening of (gezonde) levensverwachting (Mackenbach & Verkleij, 1997).

Het gaat hier niet zozeer om een directe invloed van de leefomgeving op gezondheid, maar om een samenloop van ongunstige omstandigheden. Op buurtniveau speelt, vooral in grote steden, selectie naar sociaal-economische status een rol. Dit is een belangrijke determinant van gezondheid. Een flink deel van de gezondheidsverschillen kan worden herleid tot verschillen tussen groepen met betrekking tot opleiding, leefstijl, arbeidsomstandigheden, toegang tot zorg en mogelijkheden om te ontspannen. Het is evenwel niet uitgesloten dat een deel verband houdt met aspecten van de sociale en fysieke omgeving in buurten, kortom de leefbaarheid (Van Oers *et al.*, 1998).

### Ruimtelijke analyse in vier steden

De leefomgeving in Nederland en de samenhang tussen de domeinen die hierop van invloed zijn, is aan de hand van vier voorbeeldsteden beschreven op basis van 'objectieve' aspecten van de fysieke omgeving, inclusief lokale milieukwaliteit, de sociale omgeving, de gezondheidstoestand van de bevolking, en de beleving ('subjectief') van de kwaliteit van woning, buurt en gezondheid (*tabel 5.10.2*). De analyse betreft vier steden die typerend zijn voor de voorgestane ruimtelijke ontwikkeling in Nederland: verdere concentratie van

wonen en werken bij of in de steden en beheerste corridorontwikkeling. Het gaat om: Rotterdam, een van de vier grootste steden in de Randstad; Almere, een nieuw ontwikkelde stad aan de zoom van de Randstad; Eindhoven, stad buiten de Randstad langs een van de internationale vervoersassen en Emmen, een uit dorpen gegroeide stad ver buiten de economische kernregio. Resultaten worden uitvoeriger gerapporteerd in een achtergronddocument (De Hollander *et al.*, 2000).

Tabel 5.10.2 Indicatoren voor leefomgevingskwaliteit (Bron: De Hollander et al., 2000)

Domeinen	Indicatoren
Ruimtelijke kwaliteit	woningdichtheid, bereikbaarheid van winkels en openbaar vervoer, oppervlakte park, renovatie, aantal verkeersongevallen met letsel, variatie in woningtype
Sociale kwaliteit	gemiddeld inkomen, variatie in type huishouden en leeftijdopbouw, migratie uit de buurt binnen de gemeente, aantal inbraken
Milieukwaliteit	percentage wegvlakken met NO <sub>2</sub> -concentratie boven de norm, percentage geluid belast gebied > norm voor wegverkeer
Gezondheid	totaal sterfterisico, ervaren gezondheid, percentage arbeidsongeschikten
Beleving	rapportcijfer tevredenheid buurt, percentage mensen dat vindt dat buurt achteruit gaat, percentage dat vindt dat buurt onveiligheid is, percentage tevreden over groenvoorziening, rapportcijfer sociale kwaliteit

### Uitkomsten analyse vier steden naar buurt

De gezondheid van de bevolking kan van buurt tot buurt sterk verschillen, waarbij opvalt dat sterfterisico, ervaren gezondheid en arbeidsongeschiktheid maar beperkt samenhangen. Ervaren gezondheid is meer afhankelijk van de sociale context, terwijl van arbeidsongeschiktheid wordt aangenomen dat lokale verschillen in de samenstelling van de beroepsbevolking en de arbeidsmarkt een rol spelen. Er is ook een duidelijke samenhang met ruimtelijke kwaliteit en in wat geringere mate met milieukwaliteit. Hoe dichter de woningen bij elkaar gebouwd zijn, of hoe hoger het niveau van geluid of luchtverontreiniging, hoe slechter de gezondheid. Deze samenhang wordt mogelijk verklaard door de wisselwerking tussen de fysieke en sociale omgeving: buurten met een slechter ruimtelijke kwaliteit worden vaker bewoond door minder draagkrachtige huishoudens. Ervaren gezondheid hangt sterk samen met inkomen (ook met het percentage koopwoningen) en in wat mindere mate ook met sociale veiligheid, oppervlakte 'groen', ruimere woonomgevin-

gen en lagere niveaus van luchtverontreiniging. Een goed cijfer voor de buurt correleert goed met meer specifieke belevingsaspecten zoals sociale kwaliteit en veiligheid, een goed gevoel over de toekomst van de buurt, geluidhinder en 'groen'. De verwachting dat de buurt achteruit zal gaan, hangt sterk samen met hogere niveaus van geluidbelasting en geluidhinder, evenals met sociale onveiligheid. Opvallend is het kennelijk geringe belang dat in het algemeen gehecht wordt aan de nabijheid van voorzieningen. De verkeergerelateerde luchtverontreiniging neemt toe met de woningdichtheid en de menging van woon-, werk en transportfuncties. Opvallend is de geringe samenhang hiervan met verkeersonveiligheid. De samenhang tussen sociale en fysieke kwaliteit is niet overall even sterk. Wel bestaan er duidelijke probleembuurten en goede buurten. Het betreft in het eerste geval meestal de stedelijke vooroorlogse of vroeg naoorlogse buurten: de achterstands-buurten waar kansarmoede en segregatie het hardnekkigst zijn.

### Uitkomsten naar woonmilieu

In de *centrum-stedelijke* woonmilieus treft men een betrekkelijk hoge dichtheid van bebouwing aan, met een grote verscheidenheid naar functie en verschijningsvorm. Er is menging van woon-, werk-, transport- en sociaal-culturele functies. De buurten hebben een gemiddelde score voor ruimtelijke kwaliteit (figuur 5.10.2). Op groen en verkeersveiligheid scoren ze minder goed. Op sociale en belevingsaspecten scoort het centrum-stedelijke milieu slecht. De aard en samenstelling van de woning-

voorraad zijn vooral geschikt voor alleenstaanden en samenwonenden. Enerzijds jonge huishoudens (vaak starters op de woningmarkt) en anderzijds ouderen. Voorts is duidelijk dat de luxere centrum-stedelijke appartementen in de vier steden nog niet domineren. Bij de lage score voor belevingsaspecten moet bedacht worden dat het onderzoek vooral in de meer problematische wijken is gedaan. De gezondheid is van gemiddelde kwaliteit, vooral dankzij een lage arbeidsongeschiktheid.

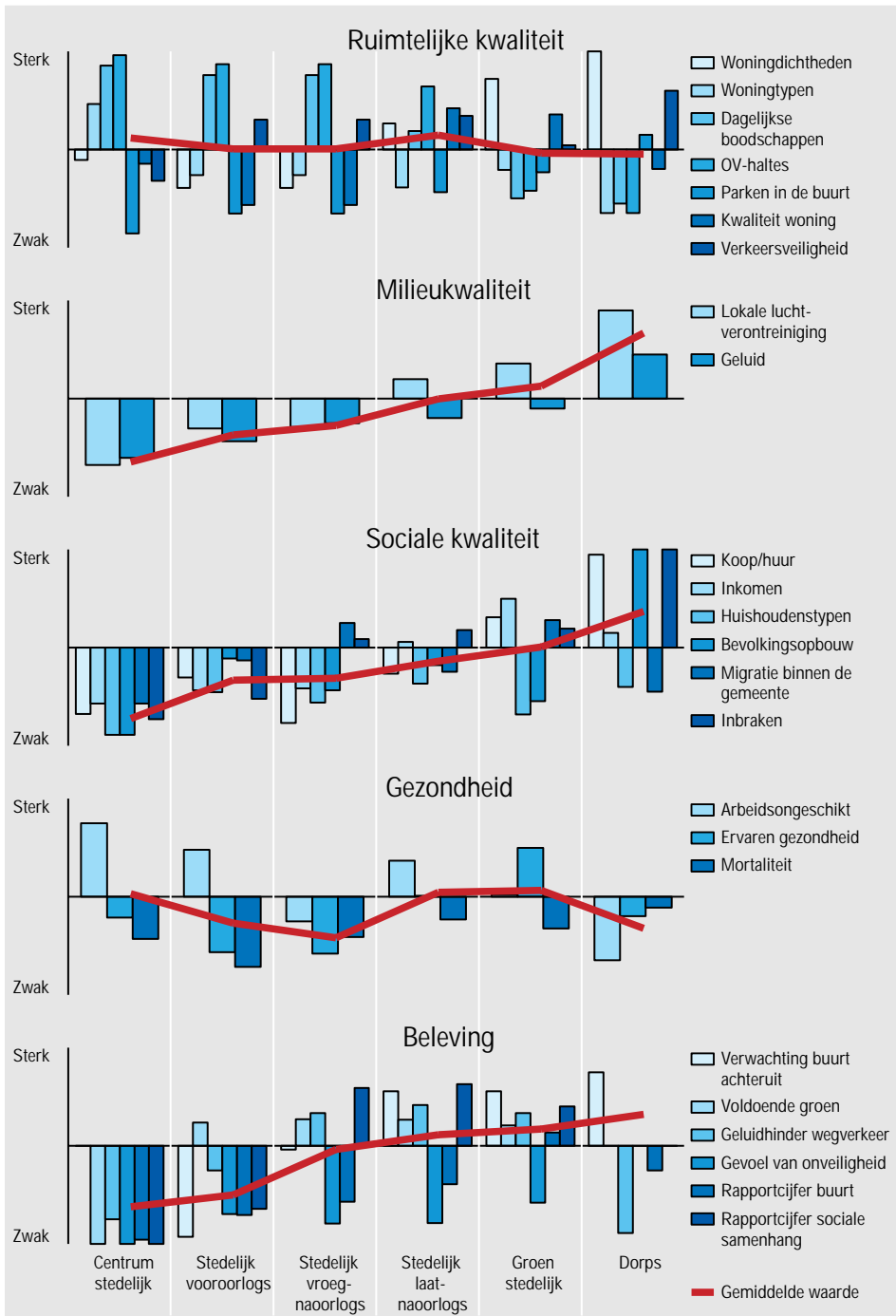


Foto 5.10.1 Woonmilieutypen, van links naar rechts: centrum-stedelijk, buitencentrum-vooroorlogs, buitencentrum-vroegnaoorlogs, buitencentrum-laatnaoorlogs, groenstedelijk, dorps

De andere *stedelijke* woonmilieus worden gekenmerkt naar bouwperiode en verschijningsvorm. Vooral de vooroorlogse etagewoningen kennen de hoogste dichtheid van bebouwing. In de meeste gevallen domineert de woonfunctie. In de laatnaoorlogse buurten komt op een wat hoger aggrega-

tienniveau ook wel menging met werkfuncties voor. De score voor de fysieke kwaliteit wordt van vooroorlogs tot laatnaoorlogs wat beter, vooral dankzij de geringere dichtheid van bebouwing en de geringere ouderdom van de woningvoorraad. Inkomen en verhouding huur/ koopwoningen, sociale onvei-





Figuur 5.10.2 Overzicht van scores voor afzonderlijke en geaggregeerde indicatoren binnen de verschillende domeinen naar woonmilieutype (Bron: De Hollander et al., 2000)

ligheid scoren in het algemeen ongunstig, vooral ook weer in vooroorlogse (de wijken met traditionele stadsvernieuwing) en vroegnaoorlogse woonmilieus. Vooral de oudere stedelijke woonmilieus scoren een laag totaalcijfer voor de buurt, en de bewoners hebben er ook geen hoge verwachtingen voor de toekomst. De kansarmere bevolkingsgroepen (allochtonen, AOW-ers) worden vaak juist in deze buurten met relatief veel goedkope huurwoningen aangetroffen. De laatnaoorlogse woonmilieus scoren op deze aspecten beter. Hetzelfde geldt voor de indicatoren voor gezondheid en milieu. Die zijn ongunstig in vooroorlogse en vroeg naoorlogse woonmilieus en aanzienlijk beter in de nieuwere buurten. Door de wat gunstiger uitleg van de wegen scoort de

luchtkwaliteit er goed; de score op geluidbelasting blijft overigens in verhouding achter.

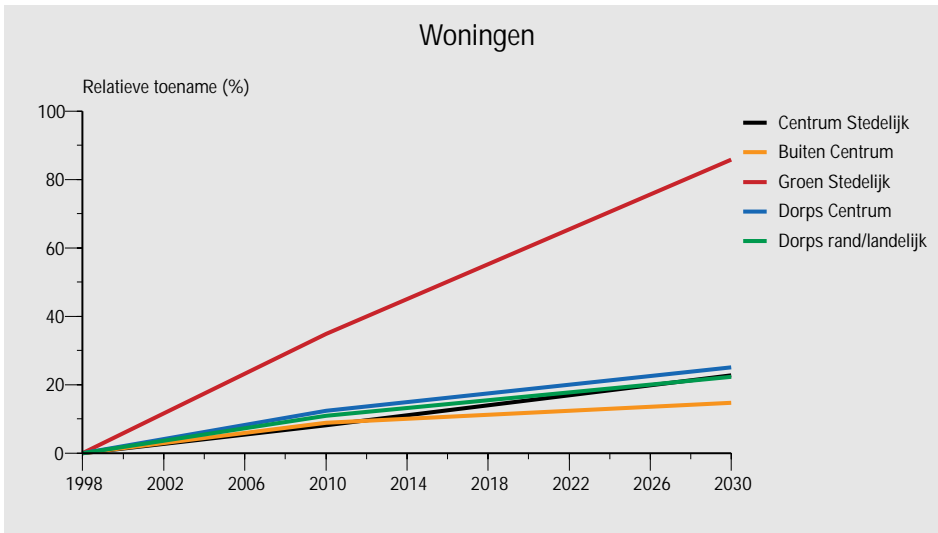
De doorsnee Nederlander heeft een voorkeur voor *groenstedelijke* woonmilieus: buurten met een (betrekkelijk) lage woningdichtheid, veel 'groen' en water waar voornamelijk gewoond wordt, meestal in eengezinswoningen (CBS, 1999). Deze woonmilieus scoren dan ook op alle indicatoren voor ruimtelijke en sociale kwaliteit beter dan voorgaande woonmilieus, behalve op voorzieningen en verscheidenheid in bebouwing, leeftijdsopbouw en huishoudentypen. De indicatoren voor gezondheid en milieukwaliteit zijn relatief gunstig. De waardering voor alle belevingsaspecten van de buurt is gunstig, met als uitzondering de sociale veiligheid.

### 5.10.3 Woningen en woonmilieus in de toekomst

In de nabije toekomst, zeker na voltooiing of beëindiging van de Vinex-taakstelling, zullen er minder woningen gebouwd worden. Hoewel het aantal huishoudens nog wat blijft groeien, zal de kwantitatieve vraag naar woningen uiteindelijk afnemen. Een kwalitatief tekort op de woningmarkt blijft vooralsnog bestaan. Recente verkenningen van demografische en sociaal-economische ontwikkelingen geven aan dat de vraag naar groenstedelijke woonmilieus enerzijds (eengezinswoningen) en centrumstedelijke woonmilieus anderzijds (luxere woningen in de binnenstad) zal groeien, met name koopwoningen. Het overschot aan woningen in de buitencentrum woonmilieus (vooral de meergezinswoningen en hoogbouw in naoorlogse wijken) neemt toe, in het bijzonder in de goedkopere huursector. In de huidige situatie domineert het laatste type woonmilieu. In de nabije toekomst zal er dus meer aandacht zijn voor de kwaliteit van woning en woonmilieu. In de meeste plannen wordt transformatie van niet-gewilde naar gevraagde woonmilieus voorzien, vaak door sloop en herinrichting. Hiermee beoogt men gerelateerde wijkproblemen, zoals concentratie van bepaalde bevolkingsgroepen, het verdwijnen van dagelijkse voorzieningen in buurten en een slechte staat van onderhoud van de woningen en openbare ruimte op te lossen.

Ten behoeve van de Nota Wonen en de Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening zijn projecties gemaakt van de ontwikkeling van het aanbod aan woonmilieus, onder andere op grond van verwachte economische, demografische en sociale ontwikkelingen, de daaraan gekoppelde woonwensen, de huidige woningvoorraad, en de keuzes met betrekking tot de ruimtelijke ontwikkeling van Nederland (figuur 5.10.3).

De toename van het aandeel van *groenstedelijke woonmilieus* lijkt gunstig uit oogpunt van de kwaliteit van de dagelijkse leefomgeving. Aspecten als ruim, groen, netjes en rustig komen in deze milieus goed tot hun recht. De hiërarchische structuur van het wegennet heeft daarnaast een gunstige invloed op de milieukwaliteit en eventuele verkeersveiligheid. Het is bovendien de vraag of aspecten die minder gunstig uitpakken,



Figuur 5.10.3 Ontwikkelingen van 5 hoofdtypen van woonmilieus tot 2030 (Bron: ABF, 2000)

zoals fysieke en sociale eenvormigheid en slechte bereikbaarheid van voorzieningen van groot gewicht zijn voor de consument die voor deze woonmilieus kiest. Ook de toename van *dorpse milieus* lijkt gunstig op ongeveer dezelfde aspecten. De ontwikkeling van groenstedelijke woonmilieus staat op gespannen voet met collectieve waarden als ecologische of landschappelijke waarden en zou de milieuproblemen van mobiliteit kunnen vergroten. Aan de andere kant zullen liefhebbers van stedelijke woonmilieus geneigd zijn de hogere dichtheid van bebouwing, de ongunstiger milieukwaliteit en de milieuoverlast die bij functiemenging hoort voor lief te nemen bij meer sociaal-culturele voorzieningen, grotere sociale en fysieke verscheidenheid, de grotere openbaarheid en intensievere sociaal-culturele uitwisseling (Ministerie van VROM, 1997; Boomkens *et al.*, 1997).

Knelpunten lijken zich vooral voor te doen in de *buiten-centrum stedelijke buurten*, in het bijzonder de vroeg naoorlogse en deels vooroorlogse woonmilieus. Herstructurering van woonmilieus zal zich in eerste instantie vooral richten op naoorlogse woongebieden. Daarmee dreigt een concentratie van kansarme bewoners met geringe woonambities met de opeenstapeling van ongunstige sociale, economische en milieukwaliteitsproblemen met een daaraan gerelateerde ongunstige gezondheidssituatie en beleving.

De vergrijzing van de bevolking die rond 2030 zijn top bereikt, zal van grote invloed zijn op de eisen die men aan een toekomstige woning en woonmilieu stelt. Toegankelijkheid van woningen en woonmilieu, nabijheid van voorzieningen, concentratie in verband met adequate zorgverlening (aanleunwoningen) winnen waarschijnlijk aan belang. Afgezien daarvan zullen de (centrum)stedelijke woonmilieus blijven groeien.

## 5.10.4 Leefomgeving en recreatie

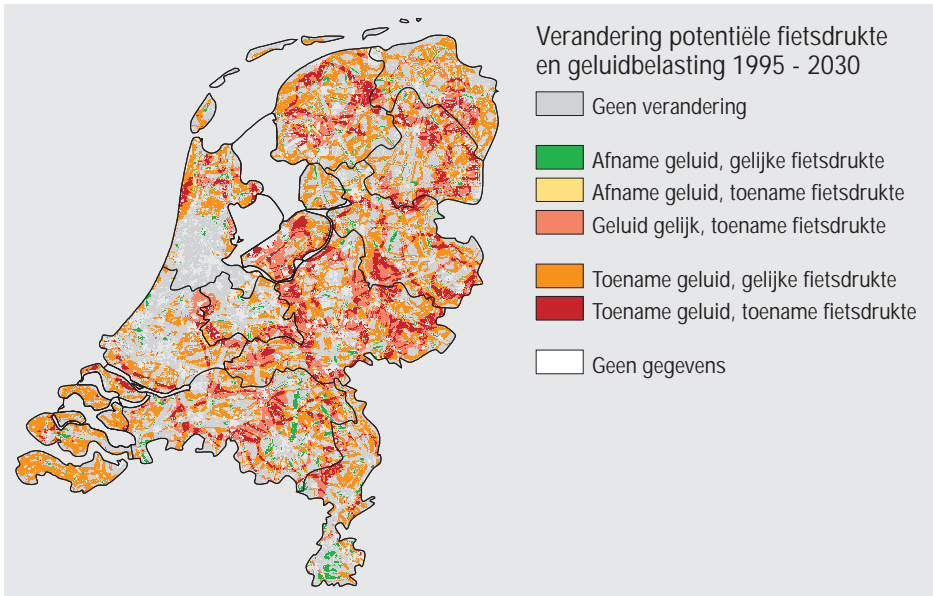
De nabijheid van landelijk gebied, waar gewandeld of gefietst kan worden, is een belangrijk aspect van de dagelijkse leefomgeving voor inwoners van Nederland. De aantrekkelijkheid hangt af van factoren zoals grondgebruik, wandel- en fietsmogelijkheden, toegankelijkheid, reliëf, oevers en bereikbaarheid. De recreatieve kwaliteit van het landelijk gebied is een functie van deze factoren. Zowel voor fietsers als voor wandelaars is daarnaast stilte een zeer belangrijk aspect; het bepaalt voor respectievelijk ruim 15% en ruim 9% de recreatieve waarde van een gebied (Goossen *et al.*, 1997a, 1997b, 1999). In 1995 is de recreatieve waarde van het landelijke gebied gemiddeld redelijk. De kwaliteit verandert tot 2030 nauwelijks. De effecten van vastgesteld beleid met betrekking tot de uitbreiding van bos- en natuurgebied zullen deels weer teniet gedaan worden door uitbreiding van woon-, industrie- en glastuinbouwgebieden.

Het landelijk gebied van Nederland is redelijk stil. In 2030 zal het minder stil zijn (*tabel 5.10.3*). Het gebied met een belasting van meer dan 50 dB(A) neemt toe van ongeveer 880.000 naar bijna 1.150.000 ha (ofwel 36% van het totale landelijk gebied). Dit gaat uiteraard ten koste van het percentage stil gebied. Van de voor recreatie meest aantrekkelijke gebieden is in 1995 ongeveer 35% stil en 25% lawaaiërig. In 10% (320.000 ha) van het landelijk gebied valt een hoge kwaliteit samen met een lage geluidsbelasting. In 2030 zal dit met ongeveer 42.000 ha zijn afgenomen. Rond de 7% van het landelijk gebied heeft een grote recreatieve waarde gecombineerd met een hoge geluidbelasting (225.000 ha). De omvang van dat areaal zal in 2030 zijn toegenomen tot bijna 280.000 ha (9% van het totale landelijk gebied).

De meest ongunstige situatie, een relatief lage recreatieve waarde en een hoge geluidbelasting, komt in 1995 in ruim 10% van het landelijk gebied voor. In 2030 is de omvang van dit gebied toegenomen met ruim 100.000 ha. Het gaat vooral om gebieden in de nabijheid van steden, waar de vraag naar ruimte voor wandel- en fietsrecreatie het grootst is (*figuur 5.10.4*). In 2020 ligt de recreatievraag voor fietsers, uitgedrukt in fiets-

*Tabel 5.10.3. Verdeling van potentiële fietsdrukte en geluidbelasting in het landelijk gebied (2.894.075 ha) (Bron: Goossen *et al.*, 1999)*

Combinatie		1995	2030
Fietsdrukte	Geluidsbelasting		
			%
weinig fietsdrukte	matig/veel geluid (>35dB(A))	13	19
weinig fietsdrukte	stil (<35 dB(A))	30	9
matige fietsdrukte	matig/veel geluid	17	32
matige fietsdrukte	stil	20	10
veel fietsdrukte	matig/veel geluid (>35dB(A))	15	27
veel fietsdrukte	stil (<35 dB(A))	5	3
TOTAAL		100	100



Figuur 5.10.4 Fietsdrukke en geluidhinder (Bron: Goossen et al., 1999)

dagen per jaar, ruim 200 miljoen dagen hoger dan in 1995 (van bijna 1,3 tot ruim 1,5 miljard). Dit hangt vooral samen met bevolkingsgroei en vooral met de groei van het aantal senioren tot 2020. Deze groei zet zeker door tot voorbij 2030.

De groei van deze recreatievraag is nogal geconcentreerd in en rond het stedelijk gebied. De recreatievraag breidt zich vooral uit in oostelijke richting. In de Randstad blijft de potentiële recreatievraag onverminderd hoog. Rond Almere is sprake van een grote toename van de potentiële druk op de fietsmogelijkheden (figuur 5.10.4).

In 2030 is het areaal met weinig geluidbelasting en weinig fietsdrukke teruggelopen van bijna 30% tot nog geen 10% van het landelijk gebied. De hoeveelheid ruimte om rustig en in stilte te fietsen neemt dus sterk af. Omgekeerd stijgt de omvang van het landelijk gebied met zowel hoge fietsdruk als hoge geluidbelasting van ruim 10% tot ruim 17%. In een flink deel van het landelijk gebied zal de geluidbelasting toenemen. In 11% van het landelijk gebied nemen zowel geluidbelasting als potentiële fietsdrukke toe. In de Randstad verandert er niet veel. Zowel fietsdrukke als geluidbelasting blijven onverminderd hoog, op een paar kleine gebieden na waar de geluidbelasting iets daalt. In het Groene Hart nemen beide drukfactoren flink toe; de fietsdrukke in het bijzonder in de grensstreek tussen Holland en Utrecht (de Ronde Venen en omstreken). De grootste veranderingen hebben evenwel buiten de Randstad plaats. De provincies Zeeland en Groningen krijgen te maken met een aanzienlijke toename van de geluidbelasting, terwijl aan de randen van Drenthe de fietsdrukke zal toenemen, als gevolg van het ‘drenthenieren’. Toename van fietsdrukke wordt ook verwacht op de lijn Almere-Nijmegen over de Gelderse vallei. Een gezamenlijke toename van fietsdrukke en geluidbelasting komt vooral voor in Friesland, Flevoland, het zuiden van Overijssel en het oosten van Gelderland.

## 5.11 Kosten van het milieubeleid

- *De totale milieukosten nemen tussen 1995 en 2020 toe van circa 19 miljard gulden tot circa 30 miljard gulden in zowel het EC- als GC-scenario, door name de verdere aanscherping van de emissie-eisen voor het wegverkeer, de verwijdering van afval, het uitvoeren van gemeentelijke rioleringsplannen en extra klimaatbeleid.*
- *Het aandeel milieukosten in het BBP neemt tussen 1995 en 2000 toe van ruim 2,5% naar 2,9%. Na 2000 neemt dit aandeel af, omdat het BBP procentueel harder groeit dan de milieukosten.*

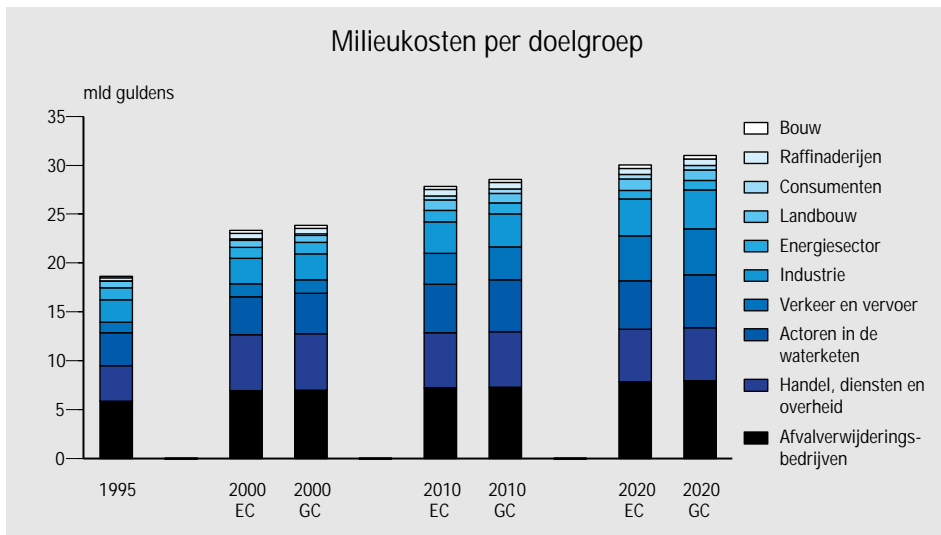
### 5.11.1 Inleiding

De totale milieukosten bedroegen in 1995 in Nederland ongeveer 19 miljard gulden. Vergeleken met de Nationale Milieuverkenning 4 (MV4; RIVM, 1997a) is dit bijna 2 miljard gulden hoger voor 1995. Dit verschil is het gevolg van realisatiecijfers voor 1995 (CBS, t/m 1998), overige nieuwe inzichten die ook voor 1995 gelden, een ander prijspeil en het rekenen met een hogere rentevoet conform de herziene Methodiek Milieukosten (Ministerie van VROM, 1998b). De milieukosten die voortvloeien uit het vastgesteld beleid nemen tussen 1995 en 2000 toe met circa 25%. Na 2000 neemt de procentuele groei van de milieukosten af: tussen 2000 en 2010 is de groei minder dan 20%. In de periode 2010-2020 bedraagt de procentuele groei van de milieukosten minder dan 10%. In 2020 bedragen de milieukosten circa 30 miljard gulden, ofwel ongeveer 14 miljard Euro.

Tot ongeveer 2000 neemt het aandeel milieukosten in het BBP toe van ruim 2,5% naar 2,9%. Na 2000 neemt dit aandeel af tot circa 2,2% in het EC-scenario en ongeveer 1,9% in het GC-scenario door de blijvende groei van het BBP en een afname van het aantal additionele milieumaatregelen van het vastgesteld beleid. Volgens EFTEC, RIVM (2000) zal de financiële schade van milieuvervuiling tussen 1995 en 2020 afnemen van circa 4,5% van het BBP naar circa 2,5%. Desalniettemin neemt de financiële schade in absolute zin toe.

### 5.11.2 Milieukosten per doelgroep

Door de strengere eisen aan de emissies van het wagenpark nemen bij de doelgroep verkeer en vervoer de milieukosten het sterkst toe tussen 1995 en 2020: van ruim 1 naar ruim 4,5 miljard gulden (*figuur 5.11.1*). In het EC-scenario gaan de eisen verder dan in het GC-scenario, vanwege de gunstiger uitgangspunten voor Europees milieubeleid. Desondanks zijn de totale kosten in 2020 voor verkeer en vervoer in beide scenario's vrijwel even hoog. Dit komt door een sterkere stijging van het aantal personen- en vrachtwagens in het GC-scenario.

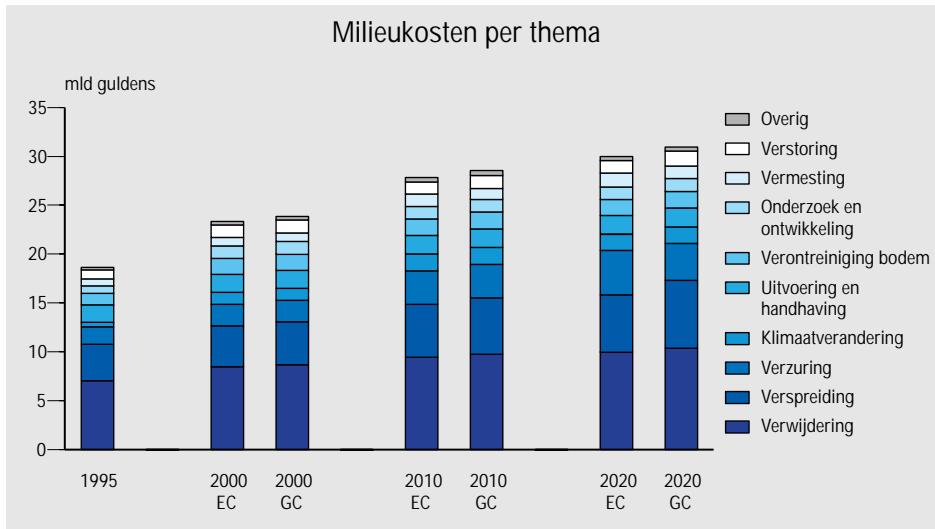


Figuur 5.11.1 Milieukosten per doelgroep (prijspeil 1999) (Bron: Van Wee et al., 2000)

Voor de landbouw zijn de verwachte milieukosten, die samenhangen met het uitvoeren van het vastgestelde beleid, meer dan gehalveerd ten opzichte van de 2020-raming uit de MV4. De verklaring hiervoor is dat in het vastgesteld beleid dat in MV5 is gehanteerd niet meer wordt uitgegaan van een uitbreiding van het aantal emissie-arme stallen, terwijl in de MV4 werd verondersteld dat er snel regelgeving zou komen om deze uitbreiding te realiseren. Daarnaast worden de milieukosten voor gewasbescherming nu aanzienlijk lager ingeschat, conform nieuwe inzichten (LEI-DLO, 1999). Verondersteld is dat deze lagere inschatting ook voor de toekomst geldt.

Voor de actoren in de waterketen nemen de milieukosten tot circa 2010 in beide scenario's sterk toe, vooral door uitvoering van de gemeentelijke rioleringsplannen. Daarna vlakt deze stijging af. Bij de afvalverwijderingsbedrijven is de stijging van de milieukosten in de periode tussen 1995 en 2000 ongeveer gelijk aan de stijging tussen 2000 en 2020 (circa 1 miljard gulden). Tot 2000 wordt deze stijging vooral veroorzaakt door uitbreiding van de verbrandingscapaciteit en het verwerken van baggerspecie. Na 2000 is de kostenstijging het gevolg van de toename van de hoeveelheid te verwijderen afval.

Bij de handel, diensten en overheid (HDO) namen de milieukosten tussen 1995 en 2000 toe van 3,6 naar 5,7 miljard gulden. Dit komt vooral door de in het NMP3 en het Regeerakkoord additioneel beschikbaar gestelde overheidsmiddelen voor bodemsanering, klimaatverandering en NO<sub>x</sub>-reductie. Na 2000 nemen de milieukosten voor de HDO nauwelijks nog toe.



Figuur 5.11.2 Milieukosten per thema (prijspeil 1999) (Bron: Van Wee et al., 2000)

### 5.11.3 Milieukosten per thema

Zowel in 1995 als in 2020 wordt het grootste deel van de milieukosten gemaakt voor het thema Verwijdering; het aandeel van Verwijdering in de totale milieukosten neemt in deze periode echter af van 38% naar 33% (figuur 5.11.2). De kostenstijging wordt met name veroorzaakt door het uitvoeren van de gemeentelijke rioleringsplannen en de verwachte toename van de hoeveelheid te verwijderen afval in 2020. De toename in kosten na 2000 voor het verwijderen van afval hangt vooral samen met extra kosten voor het gescheiden inzamelen en hergebruiken van afval en in mindere mate voor het verbranden en storten van afval.

Ongeveer 20% van de totale milieukosten in zowel 1995 als 2020 hangt samen met het thema Verspreiding. De milieukosten voor het thema Verzuring nemen in beide scenario's tussen 1995 en 2020 zowel in absolute als relatieve zin toe. Met name de strengere emissie- en brandstofeisen van de EU voor verkeer leiden tot aanzienlijk hogere kosten. Andere oorzaken voor de toename zijn de extra maatregelen bij de elektriciteitscentrales, industrie en raffinaderijen om aan de NMP3-taakstelling voor  $\text{NO}_x$  te voldoen door middel van een systeem van kostenverevening. Het aandeel van het thema Verzuring in de totale milieukosten neemt in het GC-scenario toe van ruim 9% in 1995 naar circa 12% in 2020; in het EC-scenario stijgt het aandeel tot circa 15%.

Voor het thema Klimaatverandering nemen de milieukosten na 1995 toe: van 500 miljoen gulden in 1995 tot 1600 à 1700 miljoen gulden in 2020 bij beide scenario's. Voor een deel wordt deze toename veroorzaakt door een verruiming in de overheidsbudgetten voor energiebesparingstechnologie en voor internationale milieuprojecten. De kosten voor verschillende doelgroepen nemen toe door de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid



(UK). Bij het bepalen van de milieukosten van de UK zijn alleen de zekere maatregelen meegenomen - consistent met de raming van het CO<sub>2</sub>-effect (zie *paragraaf 5.2*) - en alleen voor zover ze ook daadwerkelijk geld kosten voor degene die de maatregel treft (conform de Methodiek Milieukosten, Ministerie van VROM, 1998b). In de UK zijn de kosten overigens volgens een andere methodiek berekend. De Rijksoverheid heeft zowel structureel als incidenteel voor het thema Klimaatverandering extra financiële middelen (subsidies en fiscale regelingen) beschikbaar gesteld, waardoor de stijging van de lasten voor de diverse doelgroepen wordt beperkt. Voor 2010 is, afhankelijk van de maatregelen die worden getroffen, de jaarlijkse overheidsuitgave voor het extra klimaatbeleid ruim 600 tot 1000 miljoen gulden (ECN/RIVM, 1999). Hiervan wordt 500 miljoen gulden structureel gefinancierd uit terugsluizing van de opbrengst van de Regulerende Energie Belasting (REB). Met deze positieve prikkels wordt onder meer het budget van de bestaande Energie Investerings Aftrek (EIA) met circa 250 miljoen gulden per jaar verruimd.

#### Involed van dalende eenheidskosten van technologieën in de tijd

Bij de raming van de toekomstige milieukosten is uitgegaan van constante eenheidskosten van maatregelen in de tijd. Uit empirisch onderzoek (De Vries, 1999; Van Wee *et al.*, 2000) blijkt echter dat door schaalvergroting en leereffecten de eenheidskosten van milieumaatregelen in de tijd kunnen afnemen. Het effect hiervan op de totale milieukosten in 2020 wordt voor het EC-scenario indicatief geraamd op circa 3,5 miljard gulden, ofwel ruim 10%. Dit is een behoedzame raming, enerzijds omdat alleen rekening is gehouden met het effect op de investeringskosten en niet op de operationele kosten, anderzijds omdat voor een aantal maatregelen, zoals de inzameling en verwerking van afval en het onderhoud van riolerings- geen verdere kostendaling is verondersteld (Van Wee *et al.*, 2000). Voor maatregelen die op grote schaal worden genomen en een groot aandeel investeringskosten hebben, is de verwachte kostendaling aanzienlijk groter. Zo is op basis van de indicatieve analyse bij de doelgroep verkeer en vervoer een kostendaling van bijna 50% in 2020

geraamd voor het EC-scenario, voor technische maatregelen die veelal het gevolg zijn van Europese regelgeving.

Ook voor de bepaling van de kosteneffectiviteit (zie *paragraaf 5.3*) is het effect van dalende eenheidskosten van belang. De kosten van het anti-verzuringbeleid zullen daardoor in 2020 waarschijnlijk lager uitvallen dan geraamd in deze milieuverkenning. In eerdere studies is geconcludeerd dat in de periode 1985-1996 als gevolg van schaalvergroting een daling is opgetreden in de kosten per vermeden verzurende emissie per doelgroep (RIVM, 1998b). Voor de toekomst kan deze conclusie echter niet zonder meer worden doorgetrokken. Wel geldt dat ook in de toekomst voor individuele maatregelen door schaalvergroting dalingen in de kosten per vermeden emissie kunnen optreden, maar door het nemen van opeenvolgende steeds duurdere maatregelen bij bijvoorbeeld verkeer liggen de gemiddelde kosten per vermeden emissie in de toekomst toch hoger dan nu.



# 6

## Perspectieven op duurzame ontwikkeling



In 2030 zullen met huidig beleid niet alle milieuproblemen zijn opgelost. Er zijn mogelijkheden om deze aan te pakken, maar die vereisen een breed gedragen veranderingsproces en internationale coördinatie.

## 6.1 Inleiding

De reeks van Milieubalansen (RIVM, 1995-1999) laat zien dat in Nederland in de afgelopen decennia door het milieubeleid op een groot aantal terreinen ontkoppeling tussen economische groei en emissies heeft plaatsgevonden. In de vierde Milieuverkenning (RIVM, 1997a) werd geconcludeerd dat met de toen vastgestelde beleidsinspanningen deze ontkoppeling op termijn niet zou kunnen worden gehandhaafd. Eén van de belangrijkste conclusies uit deze vijfde Milieuverkenning is dat met het vastgestelde milieubeleid op diverse terreinen weliswaar vermindering van de druk op het milieu kan worden bewerkstelligd, maar dat een aantal hardnekkige milieuproblemen overblijft, waarvan de belangrijkste een internationaal karakter hebben. Hardnekkig betekent dat met het huidige milieubeleid ook op lange termijn niet die milieukwaliteit kan worden gerealiseerd waarbij de risico's voor de volksgezondheid, leefomgeving en ecosystemen tot een acceptabel niveau zijn teruggebracht. Er bestaan verschillende visies op de te kiezen oplossingsrichtingen. Ruwweg zijn hier technologisch optimisten en technologisch pessimisten te onderscheiden. In de visie van de 'optimisten' zijn er voorlopig nog voldoende technologische innovaties voorstelbaar om de hardnekkige problemen het hoofd te bieden. De 'pessimisten' achten deze innovaties slecht stuurbaar, vrezen dat innovaties te laat zullen zijn of weer nieuwe problemen met zich zullen brengen en kiezen dan ook voor niet-technologische oplossingen, zoals gedragsverandering, versobering en ont-haasting. Een eenduidige keuze bestaat hier niet; het milieubeleid moet zo mogelijk beide oplossingsrichtingen naast elkaar proberen te benutten.

## 6.2 Hardnekkige milieuproblemen

### 6.2.1 Inleiding

De meeste milieuproblemen waarvoor in de afgelopen decennia oplossingen zijn gevonden speelden zich af op nationale of lokale schaal. Op mondiale schaal is alleen de problematiek van de afbraak van de ozonlaag beleidsmatig opgelost (zie *paragraaf 3.1, 3.2 en 5.9*). De resterende hardnekkige milieuproblemen spelen zich daarentegen steeds meer af op het Europese en zelfs mondiale schaalniveau en hebben een verre tijdshorizon (30 tot 100 jaar).

De conclusie uit de voorgaande hoofdstukken is dat het merendeel van de resterende milieuproblemen hardnekkig is en steeds moeilijker is op te lossen. De steeds verder toenemende complexiteit van de wereldwijde sociale, economische en institutionele netwerken kan daarbij zowel een kans als een bedreiging zijn (Rotmans & De Vries, 1997). Zo kunnen de netwerken leiden tot een mondiale samenwerking (zoals in het B1-scenario beschreven, zie *paragraaf 2.2*), tenzij de regionale cultuurverschillen en concurrentie sterk blijken te zijn (A2-scenario). De mondiale communicatie kan leiden tot een efficiënte marktwerking (A1-scenario) met een toenemend bewustzijn van de rol van het mondiale ecosysteem en van de acceptatie van randvoorwaarden aan de economische ontwikkeling. Dat vergt dan wel, net als bij het scenario met Regionale Samenwerking (B2-scenario), een sterke sturing door overheden.

## 6.2.2 Hardnekkige milieuproblemen op wereldschaal

### **Maatschappelijke ontwikkelingen**

Op wereldschaal zijn de dominante maatschappelijke ontwikkelingen in de komende decennia:

- Bevolkingsgroei, vooral in de niet- of minder geïndustrialiseerde regio's, met toenemende vraag naar voedsel, dus naar land voor voedselproductie, en naar energie-intensieve consumptiegoederen (auto's, elektrische apparaten). De demografische transitie, waarbij groei afneemt en bevolkingsomvang uiteindelijk daalt (zie *hoofdstuk 2*), geeft perspectief op lange termijn maar vergt eerst een verdergaande economische ontwikkeling met het daaraan aanvankelijk verbonden energie- en materiaalgebruik;
- Economische groei, gedreven door groei in de consumptieve vraag, die leidt tot groei in het gebruik van energie voor productie, transport en consumptie en hieraan gekoppeld een toenemende druk op voorraden in het ecologisch domein (bos, vis, vruchtbaar land; zie *hoofdstuk 3*).

### **Milieukwaliteit**

De ontwikkeling van de milieukwaliteit op mondiale schaal is het gevolg van hardnekkige trends in mondiale sociale en economische ontwikkelingen. De daaruit voortvloeiende problemen in het ecologisch domein op wereldschaal, met negatieve gevolgen voor ontwikkelingskansen in het sociale en economische domein, zijn:

- druk op de biodiversiteit door toename van de vraag naar grond voor voedselproductie en voor biomassa als energiebron;
- klimaatverandering (met name door emissie van CO<sub>2</sub>);
- verstoring van de stikstofkringloop, door de intensivering van de landbouw en de stijgende emissie van NO<sub>x</sub>, vooral door toename van het autoverkeer;
- beschikbaarheid van voldoende en kwalitatief goed water; dit is voor miljoenen mensen momenteel een dagelijks probleem.

### **Betekenis en mogelijke aangrijpingspunten voor Nederland**

- Nederland zal in de komende decennia de effecten van klimaatverandering en verminderende beschikbaarheid van landbouwgronden in ontwikkelingslanden en van de afnemende biodiversiteit ondervinden;
- Nederland kan een voorbeeldfunctie (blijven) spelen bij het reduceren van emissies van broeikasgassen;
- Nederland kan bijdragen aan de versnelling van de demografische transitie in ontwikkelingsregio's (zie *hoofdstuk 2*), onder andere via versterking van de economie in die landen (bijvoorbeeld door technologie-overdracht, onderwijs en infrastructuur);
- Nederland kan verdere initiatieven ontplooiën in onderhandelingscircuits inzake mondiale milieuproblemen en in het beschikbaar stellen van kennis aan deze gremia;
- Nederland kan de afwenteling op het internationale milieu (zie *paragraaf 5.7*) minimaliseren, bijvoorbeeld door de ontwikkeling van een duurzame (binnenlandse) productiestructuur en duurzamer consumptiepatroon.

## 6.2.3 Hardnekkige milieuproblemen in Europa

### ***Maatschappelijke ontwikkelingen***

Op Europese schaal zijn dominante ontwikkelingen in de komende decennia:

- Voortgaande groei van inkomens, mobiliteit en verstedelijking;
- Vergrijzing van de bevolking;
- Immigratie van buiten de EU15 levert indirect een bijdrage aan de groei van de consumptie en de daaraan verbonden milieudruk; de natuurlijke bevolkingsgroei van de huidige bevolking is van beperkt belang;
- Economische samenwerking binnen de EU15, uitbreiding van de EU15 en gecoördineerd acteren in de wereldeconomie;
- Groeiende rol van de EU als wetgever.

### ***Milieukwaliteit***

De ontwikkeling van de milieukwaliteit op Europese schaal is deels het gevolg van de mondiale grensoverschrijdende milieuproblemen en deels van hardnekkige trends in Europese maatschappelijke ontwikkelingen. Hardnekkige problemen zijn:

- Achteruitgang van natuurgebieden en biodiversiteit in Europa door emissies van stikstofverbindingen, met name door verkeer en landbouw;
- Het relatief grote aandeel in de mondiale emissies van CO<sub>2</sub>;
- Grootschalige luchtverontreiniging door fijn stof en ozon en de effecten daarvan op de volksgezondheid.

### ***Betekenis en mogelijke aangrijpingspunten voor Nederland***

- Nederland zal in de komende decennia de natuur- en gezondheidseffecten van de grootschalige luchtverontreiniging en verzuring blijven ondervinden;
- Nederland kan een voorbeeldfunctie (blijven) spelen bij het verminderen van grensoverschrijdende milieuproblemen en het behoud van de biodiversiteit;
- Nederland kan zich maximaal inspannen om te voldoen aan EU-afspraken en -richtlijnen;
- Nederland kan verdere initiatieven ontplooiën in onderhandelingscircuits inzake grootschalige luchtverontreiniging en verzuring en in het beschikbaar stellen van kennis aan deze gremia;
- Nederland kan via EU-organen bekendheid geven aan Nederlandse lessen uit de recente geschiedenis van het milieuonderzoek en milieubeleid ten behoeve van het implementeren van beleid in andere EU-landen en eventuele nieuwe EU-lidstaten.

## 6.2.4 Hardnekkige milieuproblemen in Nederland

### ***Maatschappelijke ontwikkelingen***

De belangrijkste specifieke oorzaken van de hardnekkige milieuproblemen in Nederland zijn (zie ook RIVM, 1997a):

- de relatief hoge bevolkingsdichtheid in Nederland;
- de verstedelijking en toename van de mobiliteit;

- de verwachte groei in de energie-intensieve productie in Nederland;
- de verwachte toename van de energie- en ruimte-intensieve consumptie in Nederland;
- de daaraan verbonden hoog blijvende inzet van fossiele brandstoffen;
- de hoge veedichtheid.

### **Milieu kwaliteit**

De ontwikkeling van de milieukwaliteit in Nederland is deels het gevolg van grensoverschrijdende mondiale en Europese milieuproblemen en deels van specifiek Nederlandse maatschappelijke ontwikkelingen. Hardnekkige problemen op Nederlandse schaal zijn:

- In het landelijk gebied: het verlies aan biodiversiteit door onder andere het mestprobleem (inclusief emissie van ammoniak, nitraat in bodem- en grondwater en fosfaat-afspoeling naar water) en verdroging van de natuur;
- In het stedelijk gebied: de gezondheidsverliezen gerelateerd aan de kwaliteit van de leefomgeving (luchtkwaliteit, geluidhinder, beschikbaarheid van recreatief interessante groene ruimte).

### **Betekenis en mogelijke aangrijpingspunten**

- De natuur in Nederland zal in de komende decennia nog steeds risico's ondervinden van verzuring, vermisting, verdroging en depositie van zware metalen (zie *paragraaf 5.8*); verstoring en luchtverontreiniging blijven de kwaliteit van de leefomgeving en gezondheid beïnvloeden (zie *paragrafen 5.9 en 5.10*);
- Nederland kan de verdroging en vermisting grotendeels los van het buitenland aanpakken.

## **6.3 Perspectieven op duurzame productie en consumptie**

### **6.3.1 Inleiding**

Een duurzame ontwikkeling vraagt om oplossingen voor hardnekkige milieuproblemen. Daarbij spelen technologische ontwikkelingen een belangrijke rol. De milieugevolgen van toekomstige technologische doorbraken kunnen zowel positief als negatief zijn. Bepalend is op welke wijze en op welke schaal een technologische doorbraak tot stand zal komen.

### **6.3.2 Veranderingen in productiestructuur**

#### ***Intersectorale verschuivingen***

De huidige productiestructuur in Nederland is - vergeleken met het buitenland - energie-intensief, met name door de aanwezigheid van relatief veel basisindustrie (chemie, metaal, olieraffinage) en een omvangrijke transportsector (zie *paragraaf 5.7*). Daardoor

draagt de bestaande productiestructuur in belangrijke mate bij aan energiegerelateerde milieuproblemen, zoals klimaatverandering en verzuring. Verschuiving binnen de productiestructuur in een meer energie-extensieve richting zou een aanzienlijke bijdrage kunnen leveren aan het verminderen van deze milieuproblemen. Als verschuivingen binnen de Nederlandse productiestructuur echter niet gepaard gaan met veranderingen in het consumptiepatroon van de consument in Nederland, zal de druk op milieu en natuur zich via toenemende importen verplaatsen naar het buitenland. In alle scenario's is een verschuiving naar een minder energie-intensieve sectorstructuur verdisconteerd: de dienstensector groeit sneller dan de landbouw en de industrie (CPB, 1997a). In alle scenario's blijven echter de basisindustrieën en de transportsector in omvang groeien, waardoor in absolute zin de daaraan verbonden milieudruk bij het vastgestelde beleid zal blijven toenemen.

Theoretisch is het potentieel van veranderingen in de sectorstructuur om hardnekkige milieuproblemen op te lossen groot. Beleidsmatige beïnvloeding is echter slechts in beperkte mate mogelijk, onder andere via vergunningverlening. Verandering van productiestructuur is daarmee niet zozeer een te treffen maatregel, maar eerder het gevolg van bijvoorbeeld restrictief beleid ten aanzien van energie-intensieve sectoren enerzijds en stimuleringsbeleid gericht op energie-extensieve sectoren anderzijds.

### ***Intra-sectorale verschuivingen***

Niet alleen verschuivingen tussen sectoren kunnen een bijdrage leveren aan het oplossen van hardnekkige milieuproblemen. Ook binnen economische sectoren bestaan mogelijkheden voor een meer duurzame bedrijfsvoering. Technologische doorbraken zijn hierbij van belang, bijvoorbeeld op het gebied van de biotechnologie, nanotechnologie, materiaaltechnologie en informatie- en communicatietechnologie (ICT). De betekenis voor het milieu wordt vooral bepaald door de wijze waarop en de mate waarin doorbraken in productie en consumptie tot stand kunnen komen.

#### *Landbouw*

De landbouwsector kan zich op verschillende manieren ontwikkelen in een meer duurzame richting. Twee extreme richtingen, wat betreft productietechnieken en afzetmarkten, zijn biologische landbouw en technologie-intensieve landbouw (DTO, 1997a; Faij *et al.*, 1999). De bedrijfsvoering van de huidige biologische tuinbouw, akkerbouw en veeteelt is gericht op duurzame productie. De biologische agrariër kan meer zijn dan alleen producent van landbouwproducten. Langs de randen van de Ecologische Hoofdstructuur en langs steden zou de biologische landbouw kunnen worden gecombineerd met natuurbeheer en het aanbieden van recreatiemogelijkheden. Op kleine schaal zijn daar al voorbeelden van. Een nadeel van de biologische akkerbouw voor de natuur is het grotere ruimtebeslag in vergelijking met de niet-biologische landbouwbedrijven. Dit geldt ook voor de dier- en milieuvriendelijkere extensieve veeteelt. De integratie van de landbouwfunctie met natuurbeheer en recreatie compenseert dit weer voor een deel.

Ook een technologie-intensieve landbouwsector kan perspectief bieden op duurzaamheid. Voor een deel al beschikbare technologieën kunnen in de glastuinbouw zorgen



voor vrijwel gesloten kringlopen. Door nieuwe materialen in de kassenbouw en de inzet van sensoren en robots kan het gebruik van water, meststoffen en energie tot een minimum worden teruggebracht. Ook het gebruik van bestrijdingsmiddelen kan worden geminimaliseerd door toepassing van biologische gewasbescherming. Afzetmogelijkheden voor hoogwaardige producten zoals zetmelen en suikers liggen met name bij de chemische industrie (productie van hoogwaardige materialen), de farmaceutische industrie en in mindere mate de voedings- en genotmiddelenindustrie (DTO, 1997b; Keuning, 2000). Deze vorm van landbouw is aanzienlijk minder ruimte-intensief dan de biologische landbouw. Meervoudig ruimtegebruik (zoals bij ecologische landbouw) is bij een technologie-intensieve landbouw echter niet of nauwelijks mogelijk.

### *Industrie*

Binnen de industrie zijn er diverse perspectieven op een duurzamer bedrijfsvoering (Weterings *et al.*, 1997; DTO, 1997c; RMNO, 1998; Idenburg & Nagelhout, 2000). Nieuwe procesroutes en reactoren kunnen zorgen voor energie-efficiëntere processen. Voorbeelden zijn smeltreductieprocessen (staalindustrie), membraanscheidingstechnieken (voeding en chemie), geavanceerde droogtechnieken (papier) en de membraanreactor (chemie, kunstmest). Ontwikkelingen op het gebied van de sensoren maken het mogelijk om productieprocessen nauwkeuriger te volgen en te optimaliseren. Het is echter niet waarschijnlijk dat deze opties zullen leiden tot voldoende efficiëntie-verbetering om de gevolgen van de verwachte productiegroei volledig te compenseren.

Naast de opties binnen een individuele onderneming zijn er mogelijkheden voor een duurzamere industrie via intensieve samenwerking tussen sectoren, bijvoorbeeld door het nuttig aanwenden van afvalstoffen en emissies en het verder benutten van energiestromen (Weijnen, 1998). Ook kan CO<sub>2</sub> die vrijkomt bij olieraffinage worden afgevangen en doelmatig worden ingezet in de glastuinbouw. Verdergaande warmtekrachtkoppeling en het benutten van stoom of warmte van andere bedrijven kan het totale energiegebruik binnen de industrie reduceren. Het succes hangt af van de bereidheid van bedrijven om met elkaar samen te werken en risico's te nemen.

Tal van mogelijkheden komen in zicht als industrieën zich zouden gaan toeleggen op het verkopen van diensten of functies: bijvoorbeeld geen lampen verkopen maar verlichting. Als de producent eigenaar blijft van de producten die de dienst(en) leveren stimuleert dit wellicht onderzoek gericht op een langere levensduur van het product en het materiaal. Door verbeterde communicatie met de leverancier van de producten wordt het huren van producten voor de klanten een aantrekkelijke optie. Micro-elektronische oormerken kunnen de inzameling, sortering en dus het hergebruik van producten en materialen aanzienlijk eenvoudiger maken (Beukers & Van Hinte, 2000).

### *Transport*

Door het gebruik van lichte maar sterke materialen kunnen vervoermiddelen in de toekomst aanzienlijk aan energie-efficiëntie winnen (Ten Wolde, 1998, 2000). De toepassing van vliegwielen in motoren en *nano-coatings* voor de lagers kan de auto stiller maken. Ontwikkelingen in de ICT en sensortechnologie maken geleidesystemen moge-

lijk waardoor de capaciteit van bestaande hoofdwegen aanzienlijk kan worden uitgebreid. Snelheidsbeperkingen gerelateerd aan de weg waar een voertuig zich bevindt en afrekening op basis van tijdstip, type weg en grondprijs worden serieuze mogelijkheden. Ook vliegen kan op lange termijn aanzienlijk stiller worden door stillere motoren, andere ontwerpen en door verdere intensivering van ICT-gebruik bij start en landing (Brouwer *et al.*, 2000; Van Holten, 1998).

Veel mogelijkheden voor een duurzamer transportsysteem liggen in de combinatie van ruimtelijke ordening en nieuwe technologieën: bijvoorbeeld, langzaam verkeer voor korte afstanden, waarin de geavanceerde fiets een belangrijke rol speelt, light-rail en geleide-auto-vervoerssystemen voor middellange afstanden in de stedelijke gebieden en hoge snelheidstreinen en vliegtuigen voor de lange afstanden. Door ICT wordt het mogelijk het goederenvervoer in en tussen grote steden ondergronds te laten plaatsvinden.

### *Energievoorziening*

Steeds meer neemt het inzicht toe dat aan de aanbodzijde van de energiemarkt, de energievoorziening, grootschalige veranderingen nodig en mogelijk zijn om een bijdrage te leveren aan het oplossen van met name het klimaat- en het verzuringsprobleem. De aandacht richt zich daarbij in toenemende mate op koolstofvrije energiedragers en de veranderingen in infrastructuur die daarvoor nodig zijn. Er zijn verschillende opties om aanzienlijke reducties van CO<sub>2</sub>- en NO<sub>x</sub>-emissies te realiseren (ECN/RIVM, 2000; Faij *et al.*, 1999). De belangrijkste zijn: hernieuwbare bronnen, afvang en opslag van CO<sub>2</sub> en kernenergie.

In Nederland zijn zonne- en windenergie de voornaamste *hernieuwbare energiebronnen*. Opwekking en gebruik van zonne-energie kan lokaal plaatsvinden. Daken van huizen en gebouwen kunnen bijvoorbeeld worden voorzien van photo-voltaïsche (PV-)cellen die energie opwekken voor het betreffende gebouw. Met wind zal voornamelijk energie worden opgewekt die aan het elektriciteitsnet wordt geleverd voor gebruik elders. Door toepassing van nanotechnologie kunnen windmolens uit sterkere materialen worden samengesteld, waardoor ze aanzienlijk goedkoper elektriciteit kunnen produceren. Een derde belangrijke hernieuwbare energiebron is biomassa. Biomassa is in principe grootschalig inpasbaar in de energievoorziening, bij verkeer, de elektriciteitsproductie of voor de productie van gas (Faij *et al.*, 1999). Productie van biomassa vergt veel ruimte, waardoor Nederland sterk afhankelijk is van het buitenland. Biobrandstoffen zouden ook direct geïmporteerd kunnen worden.

#### **Biomassa: potentieel en duurzaamheidsaspecten**

Het substantieel inzetten van biomassa vergt zeer grote arealen landbouwgrond. Als wordt uitgegaan van een scenario waarbij 30% van de Nederlandse energiebehoefte wordt gedekt door de inzet van biomassa, is in Nederland niet voldoende ruimte om dit te produceren (ECN/RIVM, 2000). Hiervoor is bijna driemaal zoveel land-

bouwareaal nodig als nu beschikbaar is. De huidige ontwikkeling binnen de landbouw (overproductie, marginalisatie) biedt ruimte voor de introductie van energiegewassen. In Europa (EU15) zou ongeveer tweederde van het huidige landbouwareaal nodig zijn en mondiaal minimaal 10%. Als minder goede gronden worden ingezet

zullen de arealen groter zijn. Grootschalige teelt van energiegewassen leidt tot een toename in de concurrentie om landgebruik ontstaan. Naast de bestaande functies, waarvan voedselproductie de belangrijkste is, wordt voorzien dat de vraag zal toenemen naar arealen voor biodiversiteit, houtproductie en ruimte voor wonen, werken en infrastructuur. Lokale omstandigheden en bestaand overheidsbeleid (bijvoorbeeld de Euro-

pese habitat- en vogelrichtlijnen) spelen daarbij een rol. Voor de ontwikkelingsregio's in de wereld geldt dat de vraag naar voedsel nu en in de toekomst blijvend de belangrijkste drukfactor zal zijn en dat in die continenten dus weinig ruimte is voor energieteelt. Andere afwegingen die bij biomassa een rol spelen zijn de mogelijke bijdrage aan bescherming tegen erosie en de beperkte biodiversiteitswaarde van houtgewassen in monocultuur.

Het *afvangen en opslaan van CO<sub>2</sub>* die vrijkomt bij het gebruik van fossiele brandstoffen is een andere optie. Het goedkoopst kan dat bij de olieraffinaderijen en bij de grotere elektriciteitscentrales. Het potentieel kan worden vergroot met grootschalige warmtekrachtinstallaties. Een derde optie is de productie van waterstof uit aardgas met opslag van CO<sub>2</sub>. Het potentieel voor deze optie wordt vooral bepaald door de toepassingsmogelijkheden voor waterstof. Een knelpunt is dat de bestaande gasinfrastructuur voor een deel niet geschikt is voor bijmenging van grote hoeveelheden waterstof, waardoor grote investeringen in nieuwe infrastructuur nodig zijn (ECN/RIVM, 2000). Op bescheiden schaal kan CO<sub>2</sub> in gewassen worden vastgelegd via gebruik in de glastuinbouw. CO<sub>2</sub> kan ook worden opgeslagen in lege gasvelden en aquifers. Nederland heeft hier een relatief gunstige positie ten opzichte van andere Europese landen. Onzekere factoren vormen de milieu- en veiligheidsaspecten van CO<sub>2</sub>-opslag. Daarbij kan worden gedacht aan het alsnog ontsnappen van CO<sub>2</sub> naar de atmosfeer, seismische activiteit bij het injecteren onder hoge druk, verzakking of stijging van het aardoppervlak, en het scheuren van pijpleidingen.

Ook *kernenergie* is een optie voor een koolstofarme energievoorziening. Ontwikkelingen op het gebied van veiligheid en afval zijn cruciaal voor de inzet van deze optie in de energievoorziening. Technologische ontwikkelingen kunnen een kerncentrale in de toekomst aanzienlijk veiliger maken dan de huidige reactoren. Het maatschappelijk en politiek draagvlak voor kernenergie wordt in belangrijke mate bepaald door genoemde ontwikkelingen. Risico's bij opslag van afval blijven een probleem.

Van elk van bovengenoemde opties is een substantieel potentieel aanwezig. De implementatie leidt echter tot maatschappelijke dilemma's en vergt aanzienlijke en langjarige inspanningen, zowel van de overheid om de randvoorwaarden te scheppen als van de diverse economische sectoren om de maatregelen daadwerkelijk te treffen. Een maximale inspanning op meerdere opties tegelijkertijd lijkt nodig om rond 2030 een substantiële CO<sub>2</sub>-reductie te kunnen realiseren (ECN/RIVM, 2000).

Het reductiepotentieel aan de aanbodzijde van de energievoorziening lijkt op dit moment groter dan dat aan de vraagkant. Met andere woorden: de mogelijkheden om schonere energiedragers, zoals waterstof en elektriciteit, ook CO<sub>2</sub>-arm of CO<sub>2</sub>-vrij te produceren, zijn toegenomen en ook uit kostenoverwegingen aantrekkelijk geworden ten opzichte van verdere beperking van de energievraag. Maatregelen om de CO<sub>2</sub>-emissie te beperken hebben ook een reducerend effect op de NO<sub>x</sub>-emissie. Voor een substan-

tiële NO<sub>x</sub>-emissiereductie zijn echter nog verdergaande technologische ontwikkelingen nodig (bijvoorbeeld katalytische branders). Veel zal afhangen van de tijdige beschikbaarheid van een essentiële technologie, namelijk de brandstofcel. De wijzigingen in de energievoorziening die hiermee samenhangen zijn veel verdergaand dan bij de opties die primair gericht zijn op CO<sub>2</sub>-reductie.

#### De brandstofcel

In een brandstofcel worden waterstof (H<sub>2</sub>) en zuurstof (O<sub>2</sub>) omgezet in waterdamp waarbij elektriciteit vrijkomt. Deze elektriciteit kan via een elektromotor bijvoorbeeld worden benut om voertuigen voort te bewegen. Waterstof kan buiten het voertuig worden geproduceerd uit water (elektrolyse) of uit koolwaterstoffen in een thermisch proces (waarvan de omzetting van aardgas het meest efficiënt is). De opslag van waterstof is technisch gezien vooralsnog een probleem. Waterstof kan ook aan boord van het voertuig worden gevormd, uit bijvoorbeeld methanol of benzine. Voordeel van deze route is dat methanol of benzine eenvoudiger aan boord van het voertuig kan worden

meegenomen en dat eenvoudig gebruik kan worden gemaakt van de bestaande distributie-infrastructuur. Bij het proces in de brandstofcel zelf is geen sprake van schadelijke emissies. De enige emissies die met brandstofcellen gemoeid zijn, zijn de emissies die vrijkomen bij de productie van waterstof en bij het tanken. Brandstofcellen zijn ook perspectiefvol voor de opwekking van elektriciteit in stationaire toepassingen, zoals binnen de industrie en bij huishoudens. In Gelderland draait sinds kort de grootste brandstofcel ter wereld: met een vermogen van 100 kW wordt zowel elektriciteit als warmte geleverd aan het net met een brandstofrendement van 75%.

### 6.3.3 Veranderingen in consumptiepatronen

De milieudruk zal als gevolg van de groei in consumptieve bestedingen door huishoudens de komende decennia verder toenemen. Oorzaken zijn de groei van de bevolking en van het besteedbaar inkomen per consument. Consumenten kennen bij hun bestedingsbeslissingen met name betekenis toe aan factoren als comfort, gemak, gezondheid, uitdaging en afwisseling (zie *paragraaf 2.4*). Hoewel individuele consumenten in enquêtes aangeven een grote prioriteit toe te kennen aan collectieve waarden zoals milieu en natuur, houden zij daar in de praktijk bij hun bestedingsbeslissingen nauwelijks rekening mee. De resultaten van het project *Perspectief* (CEA, 1999) geven aan dat een toename van het inkomen van een huishouding in beginsel wel gepaard kan gaan met een afname van het energiegebruik. Van belang is dat veranderingen in consumptiepatronen in milieuvriendelijke richting ook een impuls kunnen betekenen voor meer milieuvriendelijke productieketens.

#### Het project *Perspectief*

In het project *Perspectief* is bij 12 huishoudens nagegaan of via een energie-extensiever consumptiepatroon een substantiële reductie van het energiegebruik haalbaar is. De huishoudens werden intensief begeleid en uitgebreid geïnformeerd over het directe en indirecte energiegebruik van producten en diensten die voor besteding in aanmerking kwamen. De huishoudens kregen 20% extra inkomen, waarvan ze niet extra mochten sparen of weggeven, maar moesten na één jaar op

een energiegebruik uitkomen dat 40% lager lag dan het gebruik dat representatief is voor een huishouden met een vergelijkbaar inkomen. Dit moesten de huishoudens één jaar lang volhouden. Het lukte alle 12 deelnemende huishoudens om hier aan te voldoen. De veranderingen in het consumptiepatroon van de *Perspectief*-huishoudens bestonden uit het verminderen van de consumptie van producten met een hoge energie-intensiteit (dat wil zeggen een hoog direct en/of indirect

energiegebruik per bestede gulden), het kopen van apparaten en producten met een verbeterde energetische prestatie en het verschuiven van de bestedingen van energie-intensieve naar energie-extensieve producten uit een andere consumptie-categorie. Ongeveer de helft van de vermindering in energiegebruik wisten de Perspectief-huishoudens te realiseren op het directe energiegebruik. Dit deden ze door betere isolatie van woningen, door energiezuinigere apparaten aan te schaffen en door zuiniger te zijn in gebruik van elektrische apparaten en in de verwarming van de woning. De andere helft van de reductie in energiegebruik werd gehaald door het consumptiepatroon daadwerkelijk te veranderen. De bestedingen aan de consumptie-categorieën voeding en wonen namen

toe. De bestedingen aan vakanties namen af. In het algemeen waren de huishoudens die deelnamen aan het Perspectiefproject tevreden over de bereikte veranderingen in het consumptiepatroon. Die veranderingen gingen gepaard met een verhoging van comfort, afwisseling en uitdaging. Dit gold niet voor de wijze waarop men zich verplaatste, zowel bij de dagelijkse mobiliteit als tijdens de vakanties. Uit een evaluatie van het gedrag van de Perspectief-huishoudens ná anderhalf jaar (Novem, 2000) bleek dat de huishoudens vooral moeite hebben met het volhouden van hun energiezuinige gedrag met betrekking tot woning-inrichting, mobiliteit en vakanties. Dit zijn overigens de bestedingscategorieën waaraan de uitgaven momenteel de hoogste groei hebben.

Als de veranderingen in het consumptiepatroon die door de 'Perspectief'-huishoudens werden gerealiseerd, worden vertaald naar de nationale schaal en gelijktijdig rekening wordt gehouden met allerlei technologische doorbraken die voor de komende decennia worden verwacht, kan voor de verschillende consumptiedomeinen het volgende beeld worden geschetst.

#### *Voeding*

Door een verbeterd en uitgebreid aanbod van biologisch geteelde producten (minder bestrijdingsmiddelen, kunstmest, water en energie) kan een aanzienlijke vermindering van de milieudruk optreden. Verbeterde vleesvervangers, al dan niet op basis van genetisch gemodificeerde gewassen, kunnen zorgen voor een afname van de consumptie van vlees en van het areaal landbouwgrond dat voor vleesproductie nodig is. Daarnaast maken ICT-ontwikkelingen het mogelijk om elektronisch een boodschappenlijst te versturen naar de voedseldistributeur. Dit kan bijvoorbeeld betekenen dat per huishouden minder producten gekoeld hoeven te worden. Toename van het besteedbare inkomen en het grote belang dat wordt toegekend aan comfort en gemak leiden er waarschijnlijk toe dat huishoudens meer gebruik maken van afhaalmaaltijden of vaker buiten de deur gaan eten. De manier waarop die maaltijden worden geproduceerd bepaalt dan het milieurendement.

#### *Kleding*

De technologische ontwikkelingen in de kledingbranche zullen leiden tot het beschikbaar komen van garens die langer meegaan en zorgen dat kleding minder vaak gewassen hoeft te worden (Ten Wolde, 2000; TNO, 1998). Bovendien zal kleding dan gewassen kunnen worden bij lagere temperaturen en met milieuvriendelijkere wasmiddelen.

#### *Gezondheid en zorg*

Bio-, materiaal-, nano- en informatietechnologie zullen de komende decennia ook tal van toepassingen in de (medische) zorg krijgen, zowel op het terrein van preventie, diagnose en ziektemanagement, als bij de behandeling van zieken (zie Ruwaard & Kramers, 1997; TNO, 1998; Kaku, 1998; Willems & Van den Wildenberg, 1999; Hopkin,

1999a; Mooney & Mikos, 1999; Voss, 1999; Idenburg & Nagelhout, 2000). Voeding kan de optimale hoeveelheden van gezondheidsbevorderende bestanddelen gaan bevatten; schadelijke stoffen kunnen grotendeels vermeden worden. Huishoudelijke technologie kan gaan meedenken over optimale voedings- en activiteitenpatronen, waarschuwen bij slechte en goede gewoonten, en de kwaliteit van het binnenmilieu gaan regelen. Nieuwe technologieën zullen leiden tot een verdere toename van de (gezonde) levensverwachting. Dit heeft invloed op de omvang en leeftijdsopbouw van de bevolking en daarmee indirect ook op de milieudruk.

#### *Woning en woonomgeving*

Bij nieuwe woningen kan in toenemende mate gebruik worden gemaakt van lichtere kunststoffen (APME & ESA, 1999). Dergelijke materialen ademen mee met de seizoenen (warmte vasthouden in winter, zorgen voor verkoeling in de zomer en de luchtvochtigheid reguleren) en zijn vrijwel volledig recyclebaar (Ten Wolde, 2000). Zonneboilers worden niet alleen in nieuwe woningen geïnstalleerd, maar ook in een groot deel van de bestaande woningen. Daarnaast kunnen nieuwe woningen uitgerust worden met zonnepanelen op daken en gevels. Verwarming van de woning en het gebruik van elektriciteit en licht worden geregeld via woningautomatisering, die onder andere rekening houdt met de aanwezigheid van personen in een vertrek en gebruik van apparaten. Door nieuwe materialen kan de gemiddelde levensduur van meubels in beginsel toenemen. Waarschijnlijk zal in toenemende mate gebruik worden gemaakt van diensten in en om de woning, bijvoorbeeld bij het schoonmaken en onderhouden van het huis en het bijhouden van de tuin.

#### *Ontwikkeling en ontspanning*

Binnen dit consumptiedomein kan het accent meer komen te liggen op persoonlijke ontwikkeling. Mensen kunnen meer cursussen voor eigen ontplooiing gaan volgen en een uitdagende, intensieve hobby hebben. Het maken van verre (vlieg-)reizen kan worden beperkt door interessante technologisch geavanceerde alternatieven dichterbij huis.

#### *Vervoer*

Door voorzieningen en werk dichterbij woningen en openbaar vervoer te situeren, kan de ontwikkeling van het autogebruik worden beïnvloed. Een andere mogelijkheid is te investeren in hoogwaardig openbaar vervoer (light rail), waardoor dit voor grote groepen reizigers een goed alternatief wordt voor de auto. Daarnaast zijn uiteenlopende technologische toepassingen denkbaar die positief uitwerken voor het milieu (ECN/RIVM, 2000):

- snelheidsbegrenzers in auto's, die automatisch worden afgesteld op de maximumsnelheid voor het betreffende wegvak;
- hoge snelheidstreinen, als alternatief voor vliegen, vooral voor continentale reizen;
- stillere vliegtuigen;
- toename van lichte materialen in vervoermiddelen.

Per saldo is de inschatting dat bij wijzigingen in consumptiepatronen in de richting van dat van een 'Perspectief'-huishouden, het directe en indirecte energiegebruik door con-

sumptie in 2030 ongeveer 35% minder kan zijn. Daarmee zou het totale energiegebruik lager komen te liggen dan het niveau in 1995. Het energiegebruik voor ontwikkeling en ontspanning kan daarbij het sterkst afnemen, vooral wanneer het vakantiegedrag verandert (minder vaak, minder ver en minder met het vliegtuig). Ook het energiegebruik voor verlichting, verwarming, wonen en voeding kan in die situatie relatief sterk afnemen. Bij deze inschatting is alleen rekening gehouden met conventionele technologie en niet met de hiervoor beschreven doorbraak technologieën.

Voorwaarde voor deze veranderingen is dat individuen in hun gedrag meer rekening gaan houden met milieu en natuur. Tot dusver is aangenomen dat gedragsverandering geen invloed heeft op de hoogte van het beschikbare inkomen of het aantal uren dat moet worden gewerkt. Het is echter aannemelijk dat individuen die bij hun beslissingen meer rekening houden met natuur en milieu ook een grotere bereidheid hebben om minder te werken (Bovenberg & Van der Ploeg, 1994). Dan neemt ook het besteedbaar inkomen af. In dat geval wordt er niet alleen anders, maar ook minder geconsumeerd. Dit zou tot een verdere vermindering van de milieudruk leiden.

## 6.4 Barrières voor een duurzame ontwikkeling

### 6.4.1 Inleiding

De implementatie van op duurzaamheid gerichte veranderingsprocessen en doorbraaktechnologieën vraagt om aanzienlijk grotere aanpassingen dan de optimalisatie van conventionele technologieën, niet alleen bij direct betrokken bedrijven en huishoudens, maar ook bij actoren in de omgeving, zoals toeleveranciers, klanten, bank- en verzekeringswezen en belangenorganisaties (Dieleman, 1999; Ligtiringen, 1999).

Het stimuleren van doorbraaktechnologieën zou meer dan voorheen vooral moeten plaatsvinden in het kader van een internationale maatschappelijke verandering en minder gericht moeten zijn op specifieke milieuthema's of sectoren. De overheid heeft in beperkte mate mogelijkheden om technologische ontwikkelingen te sturen, maar kan in de voorwaardenscheppende sfeer een belangrijke stimulerende rol spelen (Kemp, 1995). Het bestrijden van de hardnekkige milieuproblemen vergt een enorme maatschappelijke inspanning. Om voldoende maatschappelijk draagvlak voor deze inspanningen te krijgen zal een aantal sociale, economische en institutionele barrières moeten worden overwonnen (VROMraad, 2000).

### 6.4.2 Barrières in het sociale domein

#### *Sociale dilemma's*

Sociale dilemma's staan milieuvriendelijk consumentengedrag in de weg (RMNO, 1992; Vlek, 1999). Individuele, op de korte termijn gerichte belangen van consumenten zijn dominant ten opzichte van het collectieve lange-termijn belang van natuur en

milieu. Dit probleem werd eind jaren zestig al aangeduid als *The Tragedy of the Commons* (Hardin, 1968). Aangrijpingpunten om dit dilemma te doorbreken zijn: het inzicht verschaffen in de milieu-inspanningen van anderen, het beperken dan wel verruimen van gedragsalternatieven en het zichtbaar maken van de effecten van gedragsaanpassingen van consumenten.

### **Cultuurpatronen**

Consumptiepatronen hebben een nauwe relatie met cultuurpatronen (Thoenes, 1990; Vermeersch, 1990). In de Westerse culturen zijn vrijwel alle activiteiten gericht op het realiseren van een toename van de materiële bezittingen, met negatieve gevolgen voor natuur en milieu. De vraag is hoe het normen- en waardenpatroon in een meer immateriële - en dus milieuvriendelijkere - richting kan worden gestimuleerd. Een belangrijke factor is dat in de afgelopen eeuw elke volgende generatie is opgegroeid in een steeds rijkere en steeds meer energie gebruikende wereld. Daarbij is veelal sprake van het overnemen van gedragingen uit de sociale omgeving versterkt door media en reclame (Gatersleben, 2000; Jager, 2000).

#### **Geluk, groei en bezit**

Het inkomen van huishoudens is in de afgelopen dertig jaar meer dan verdubbeld. Er bestaat in de modern-westerse cultuur een sterke behoefte aan inkomensgroei en meer bezit. De wens om niet achter te blijven bij burens, vrienden, maar ook voorbeeldgezinnen op de TV, leidt tot een spiraal van steeds meer werken en consumeren (Schor, 1998; Gatersleben 2000). Volgens Schor is in de afgelopen 10 tot 20 jaar het inkomen van huishoudens in de VS met circa 3% per jaar toegenomen, maar steeg het gewenste inkomen (om in de materiële behoeften te voorzien) met 10% per jaar. Niet alleen werden Amerikanen rijker, maar tegelijkertijd minder tevreden: hun vrije tijd verminderde en er bleven steeds meer wensen on vervuld. Nieuwe bezittingen vormen al gauw een normaal onderdeel van het bestaan en dragen niet noemenswaardig meer bij aan het geluksgevoel. Gatersleben (2000) vindt soortgelijke resultaten voor Nederland: televisie, videorecorder en wasmachine worden al gauw normaal of noodzakelijk beschouwd. Alleen de auto verhoogt de kwaliteit van leven enigszins. Net als in de VS nam ook in Nederland, Engeland, Frankrijk en Japan de arbeidsduur toe: in Nederland volgens het SCP in de afgelopen 25 jaar met 2,5-3 uur per week. Steeds meer tweeverdieners klagen over tijdgebrek en stress. De vrije tijd moet steeds efficiënter en met behulp van meer technologie en energiegebruik worden ingevuld.

Volgens Maslow (1962) zou de mens zich na bevrediging van de eerste levensbehoeften meer kunnen gaan toeleggen op immateriële zaken en

uiteindelijk zelfontplooiing. Het is de vraag of inmiddels niet steeds meer materiële bezittingen tot de eerste levensbehoeften zijn gaan behoren (magnetron, gsm, auto) en of zelfontplooiing niet eveneens een kostbare en energie-intensieve activiteit is geworden (reizen naar Patagonië). Een van de Maslow-theorie af te leiden 'Kuznetz-curve' van dalend energie- en materiaalgebruik nadat een bepaald inkomensniveau is gepasseerd kan noch in historische tijdreeksen, noch in de huidige Nederlandse inkomensverdeling worden aangetoond: tweemaal modaal gebruikt ruwweg 50% meer gas dan en 2 maal zoveel benzine als modaal (Vringer & Blok, 1995). Als gekeken wordt naar het totale energiegebruik is hooguit sprake van enige relatieve ontkoppeling. De kenniseconomie vervangt de materialeneconomie niet, maar komt daar bovenop. In alle inkomensgroepen is volgens Vringer en Blok sprake van een spreiding van het energiegebruik en ligt die voor de meest milieuvriendelijke leefstijl op ruwweg de helft van de minst milieuvriendelijke. Vooral van de rijkere met een milieuvriendelijke leefstijl kan een voorbeeldwerking uitgaan: als zij meer zichtbaar zouden zijn, kunnen ze mogelijk een trend in gang zetten en ook de behoeften van anderen beïnvloeden.

De ultieme stap in een duurzame richting is het erkennen dat men genoeg heeft en de spiraal van werken en consumeren wil doorbreken. Schor constateert dat in alle beroepsgroepen een bescheiden aantal 'downshifters' is ontstaan die inkomen inleveren voor een rustiger baan met



meer vrije tijd. De overheid kan volgens haar die beweging stimuleren door belastingmaatregelen (zoals belasting op luxe goederen en de op aankwakking van materiële behoeften gerichte recla-

me en marketing; en het fiscaal bevoordelen van spaarregelingen met het oog op arbeidsduurverkortung).

### **Sociale barrières in scenario-context**

In een individualistische wereld, waarin materiële waarden en concurrentie een belangrijke rol spelen, zoals in het A1-scenario (en GC-scenario, zie *hoofdstuk 2*), zullen de sociaal-culturele barrières groter zijn dan in een wereld waarin immateriële waarden en samenwerking meer aandacht krijgen, zoals in het B1/B2- en EC-scenario. In een individualistische wereld vinden individuen vergroting van economische kansen (inkomen, werk, winst, concurrentiepositie) belangrijker dan beperking van milieurisico's. In zo'n wereld kan hooguit maatschappelijk draagvlak bestaan voor heldere minimumeisen aan producten en productieprocessen of toepassing van marktconforme instrumenten die de vrijheid van handelen niet in gevaar brengen. In een wereld met meer aandacht voor samenwerking en immateriële waarden wordt gezocht naar een balans tussen economische en ecologische waarden. In die wereld zijn duidelijk meer aangrijpingspunten om draagvlak te creëren voor oplossingen voor de hardnekkige milieuproblemen en kunnen sociale processen en op samenwerking gerichte oplossingen meer tot ontwikkeling komen. In een individualistische wereld is de belangstelling voor technologische vernieuwingen groter, wat overigens niet wil zeggen dat doorbraken op het gebied van milieutechnologie in dit type wereld ook sneller zullen plaatsvinden.

## **6.4.3 Barrières in het economische domein**

### **Ontbrekende markten**

Schaarste en aantasting van milieu en natuur zijn maar beperkt in de prijzen van goederen en diensten verdisconteerd. De onlangs in gang gezette vergroening van het belastingstelsel is een stap in de goede richting. De milieuschade is echter niet volledig in geld uit te drukken. Kosten en baten van milieu-inspanningen zijn dan ook moeilijk tegen elkaar af te wegen. Winstgevende economische activiteiten zijn daardoor, ook al veroorzaken deze milieuproblemen, veelal in het voordeel ten opzichte van milieuvriendelijke alternatieven met een lagere winst.

### **Bestedingsgedrag van consumenten**

Milieu- en natuuroverwegingen spelen bij het bestedingsgedrag van consumenten nauwelijks een rol van betekenis, ondanks het feit dat consumenten in enquêtes aangeven wel degelijk grote waarde te hechten aan natuur en milieu (SCP, 1996; Gatersleben, 2000). Hun perceptie is dat aanpassingen in hun bestedingspatroon nauwelijks zullen bijdragen aan het oplossen van milieuproblemen (Hoevenagel *et al.*, 1999). Bovendien zien consumenten hun individuele bijdrage aan het milieuprobleem veelal onvoldoende beloond, waardoor zij de neiging hebben om te profiteren van de milieu-inspanningen van anderen zonder eigen milieu-inspanningen. Daarnaast wordt aanschaf van milieuvriendelijkere producten soms gezien als legitimering voor minder milieubewust

gedrag, bijvoorbeeld een spaarlamp laten branden waar eerst helemaal geen lamp brandde (Hofkes *et al.*, 1998; Gatersleben, 2000).

### ***Investeringsbeslissingen van producenten***

Bij investeringsbeslissingen van producenten zijn de belangrijkste drijfveren: kostenbesparing en winstperspectieven, verbetering van kwaliteit van producten, markttuitbreiding door vernieuwing van producten en beheersing van interne veiligheidsrisico's. Milieu speelt slechts bij uitzondering een rol van betekenis. Wel zijn er voorbeelden van bedrijven die hun concurrentiepositie (en dus hun marktpositie) hebben zien verbeteren door milieu-innovaties (RMNO, 1999). Ontwikkeling van nieuwe milieutechnologieën wordt belemmerd door gebrek aan milieu-expertise bij ontwikkelaars, gebrek aan synergie tussen ontwikkelaar en toepasser en gebrek aan draagvlak bij maatschappelijke organisaties (Weaver *et al.*, 1997; Cramer, 1994). Implementatie en diffusie van milieuvriendelijke technieken wordt soms belemmerd door de negatieve perceptie van consumenten en producenten van de kwaliteit van de daarmee gemaakte producten. Andere belemmeringen zijn de hoge kosten ten opzichte van minder milieuvriendelijke alternatieven en de moeilijke inpasbaarheid van deze technologieën in bestaande productieprocessen (Van Schijndel & Ros, 2000; Booij *et al.*, 1999).

### ***Economische barrières in scenario-context***

Het op nationale schaal verdisconteren van milieukosten in prijzen zal moeilijk zijn, zeker als sprake is van scherpe economische concurrentie. Door de milieukosten in prijzen te verdisconteren zal, als andere landen niet volgen, een verslechtering van de concurrentiepositie optreden en zal het besteedbare inkomen van huishoudens minder toenemen. In een marktgerichte wereld is in ieder geval vereist dat internationaal sterke instituties worden geaccepteerd om prijsafspraken te maken of emissie-eisen vast te leggen. In een individualistisch ingestelde wereld zal een integrale kosten-baten afweging minder gunstig uitpakken dan in een op samenwerking gerichte wereld, omdat de economische risico's zwaarder en de ecologische risico's minder zwaar zullen wegen.

In een individualistische en marktgerichte wereld lijkt het aanbieden van aantrekkelijke milieuvriendelijke alternatieven het meest perspectiefrijk op weg naar een duurzame consumptie. Technologisch hoogwaardige producten hebben in een dergelijke wereld grote belangstelling. Daarnaast kan de overheid inspelen op behoeften van consumenten aan comfort, gemak, uitdaging en afwisseling. Luxe goederen (luxe kleding, designmeubelen, moderne energiezuinige apparaten, woningautomatisering) en luxe diensten (restaurant-bezoek, huishoudelijke diensten en persoonlijke verzorging) passen in dit beeld. Per bestede gulden is de milieudruk van dit type producten en diensten gering. Dat neemt niet weg dat de totale milieudruk kan toenemen door sterkere groei van de besteedbare inkomens.

Als mensen zich risicomijdend opstellen zullen zij terughoudender staan tegenover sommige technologische alternatieven. Veel consumenten zullen bepaalde technologische opties afwijzen, zoals genetische modificatie en kernenergie. Daar staat tegenover dat deze consumenten vaak een hogere bereidheid hebben om voor het milieu de mate-

riële consumptie te verminderen. Desondanks zal de overheid de noodzaak van dergelijke offers gedegen moeten onderbouwen en zal zij producenten en consumenten moeten overtuigen met argumenten en adequate informatie.

Exporterende bedrijven zijn in een marktgerichte wereld meer onderworpen aan de tucht van de markt. De voortgeschreden globalisering heeft tot gevolg dat de overheid minder mogelijkheden heeft om investeringsbeslissingen van bedrijven te beïnvloeden. Wel hebben in een marktgerichte wereld technologische doorbraken een grotere kans van slagen dan in een op immateriële waarden gerichte wereld. De bereidheid van bedrijven om in langlopende technologische ontwikkelingen te investeren zal echter in een marktgerichte wereld niet erg groot zijn. Hier ligt een aangrijpingspunt voor de overheid, die enerzijds risico's bij bedrijven kan wegnemen (bijvoorbeeld door garantstelling of subsidies) en anderzijds zelf technologische ontwikkelingen kan stimuleren (door bijvoorbeeld het financieren van meerjarige onderzoekprogramma's). Ook in een marktgerichte wereld zijn bedrijven bereid tot het implementeren van milieuvriendelijke technologieën als ze daar marktvoordeel mee denken te halen. Als de consument kwaliteit belangrijk vindt, zullen producenten zich daar meer op gaan richten. Dit kan voor de overheid een aangrijpingspunt zijn om door informatieverschaffing en bijvoorbeeld het verminderen van de financiële risico's, producenten te overtuigen om innovatieve milieumaatregelen te nemen die bijdragen aan de kwaliteit van het eindproduct.

#### 6.4.4 Barrières in het institutionele domein

##### ***Verbreding milieubeleid***

In toenemende mate worden milieuvraagstukken, met name op mondiaal niveau, in verband gebracht met sociale en economische vraagstukken, zoals armoedebestrijding, sociale participatie, rechtvaardige welvaartsverdeling (noord-zuid tegenstellingen) en werkloosheidsbestrijding (IPCC, 2000). Duurzame ontwikkeling vergt verdere integratie van deze vraagstukken.

##### ***Institutionele barrières in scenario-context***

In een individualistische wereld is de markt het belangrijkste sturingsmechanisme. De rol van de overheid wordt hier verder teruggedrongen. In een op samenwerking gerichte wereld zijn meer kansen om op Europees niveau tot een goede afstemming van het milieubeleid te komen. Ook zal het in een dergelijke wereld eenvoudiger zijn om meerdere belanghebbenden bij de besluitvorming te betrekken, hetgeen nodig is voor het creëren van draagvlak voor het beleid. Daar staat tegenover dat de besluitvorming in zo'n wereld complex en tijdrovend zal zijn. Complexe compromissen zijn een risico voor de uitvoerbaarheid en handhaafbaarheid van het beleid. In een marktgerichte wereld is er weliswaar weerstand tegen overheidsbemoedenis maar zal strikte handhaving wel sneller worden geaccepteerd om *free riders* te straffen en rechtsgelijkheid te garanderen. De overheid kan hiermee rekening houden bij de keuze van de beleidsinstrumenten.

Naast een economische globalisering voltrekt zich in een vergelijkbaar tempo een ecologische globalisering, waarbij de menselijke beïnvloeding van het ecosysteem op alle schaalniveaus sterk toeneemt. Economische, sociale en ecologische verdelingsvraagstukken zullen steeds meer internationale coördinatie vereisen. Alleen dan kan de toenevende mondiale schaarste in ecologische randvoorwaarden worden vertaald en de maatschappelijke ontwikkelingsmogelijkheden daarbinnen worden geoptimaliseerd.

# Bijlagen

## Emissies in Nederland per thema

De hier gepresenteerde cijfers corresponderen met de cijfers in de Milieubalans 2000 voor wat betreft de jaren 1980, 1990 en 1995. Omwille van de overzichtelijkheid zijn de getallen afgerond op één cijfer achter de komma met een maximum van drie bepalende cijfers. De wijze van afronding representeert niet het aantal ‘zekere’ cijfers in de berekende emissieniveaus. Indien een indicatie van de onzekerheden van de emissiecijfers beschikbaar is, staan deze voor de historische jaren bij de tabellen vermeld (zie ook Milieubalans 2000; RIVM, 2000 en RIVM, 1999). Prognosecijfers kennen onzekerheden van diverse aard; het niveau van de jaarlijkse groei van economie en bevolking, de aard en effecten van nieuwe technologie, de houding van de burger ten aanzien van milieu en natuur en de invloed van beleidsmaatregelen liggen niet vast. Met diverse aannamen hiervoor zijn emissieprognoses opgesteld door het RIVM (zie de hoofdstekst en Van Wee *et al.*, 2000). Dit betekent dat de onzekerheden in deze cijfers veel groter zullen zijn dan voor de historische emissiecijfers. In deze bijlage is alleen het aandeel van de dominante doelgroepen opgenomen (aandeel in totale emissie groter dan 10% in 2030). Voor meer uitgebreide cijferreeksen per thema en doelgroep wordt verwezen naar Van Wee *et al.*, 2000.

## Emissies voor het thema klimaatverandering

Tabel A.1 Kooldioxide (CO<sub>2</sub>) emissie volgens het EC- en GC-scenario

	1980	1990	1995	2010		2020		2030	
				EC	GC	EC	GC	EC	GC
<i>miljard kg</i>									
Industrie (incl. Raffinaderijen)	55,0	54,0	55,4	58,9	64,6	64,0	77,1	.	.
Verkeer en vervoer	25,2	29,1	32,1	38,5	41,0	44,1	50,4	.	.
Energiesector	36,8	41,3	45,8	47,1	49,6	43,4	46,4	.	.
Consumenten	26,8	22,1	21,8	21,5	20,9	20,0	19,8	.	.
Overige doelgroepen*	16,0	20,7	23,9	29,8	30,0	32,2	33,2	.	.
TOTAAL	160	167	179	196	206	204	227	212	244

De onzekerheid (95%-betrouwbaarheidsinterval) in de historische emissiecijfers per doelgroep varieert van 3 tot 7%. De onzekerheid in het nationale totaal wordt geschat op 3%

\*Onzekerheden onbekend

Tabel A.2 Methaan ( $CH_4$ ) emissie volgens het EC- en GC-scenario

	1980	1990	1995	2010		2020		2030	
				EC	GC	EC	GC	EC	GC
<i>miljoen kg</i>									
Landbouw	510	510	480	390	360	360	340	.	.
Afvalverwijdering	340	560	480	220	220	100	100	.	.
Energiesector	202	181	174	73	74	38	43	.	.
Overige doelgroepen *	44,9	42,1	36,0	27,7	28,1	28,0	28,6	.	.
TOTAAL	1100	1290	1170	703	679	537	511	462	427

De onzekerheid (95%-betrouwbaarheidsinterval) van de historische emissiecijfers varieert per doelgroep van 25 tot 30%; de onzekerheid in het nationale totaal wordt geschat op ongeveer 20%

\*Onzekerheden onbekend

Tabel A.3 Distikstofoxide ( $N_2O$ ) emissie volgens het EC- en GC-scenario

	1980	1990	1995	2010		2020		2030	
				EC	GC	EC	GC	EC	GC
<i>miljoen kg</i>									
Industrie	23	32	32	33	36	34	39	.	.
Landbouw *	22,3	22,2	27,6	20,9	19,9	20,0	18,8	.	.
Overige doelgroepen *	9,3	11,0	12,3	7,8	8,2	7,3	8,2	.	.
TOTAAL	55	65	72	62	64	62	66	63	70

De onzekerheid van de historische emissiecijfers varieert per doelgroep van 35 tot 75%, de onzekerheid in het nationale totaal wordt geschat op ongeveer 35%

\*Onzekerheden onbekend

Tabel A.4  $CO_2$ -equivalenten ( $CO_2$ ,  $CH_4$  en  $N_2O$ , excl. overige broeikasgassen) per doelgroep volgens het EC- en GC-scenario

	1980	1990	1995	2010		2020		2030	
				EC	GC	EC	GC	EC	GC
<i>miljard <math>CO_2</math>-equivalenten</i>									
Industrie (incl. Raffinaderijen)	62,4	71,6	73,9	69,2	75,7	74,7	89,3	.	.
Verkeer en vervoer	26,6	31,0	34,4	39,3	42,0	44,8	51,4	.	.
Energiesector	41,2	45,3	49,7	48,7	51,3	44,2	47,4	.	.
Landbouw	24,9	26,1	28,0	25,0	24,4	24,9	24,2	.	.
Overige doelgroepen	44,9	48,0	49,0	47,5	46,5	45,3	45,6	.	.
TOTAAL	200	222	235	230	240	234	258	241	274

De onzekerheid (95%-betrouwbaarheidsinterval) in het nationale totaal van de historische emissiecijfers wordt geschat op ongeveer 5%

Tabel A.5 CO<sub>2</sub>-equivalenten per gas volgens het EC- en GC-scenario

	1980	1990	1995	2010		2020		2030	
				EC	GC	EC	GC	EC	GC
<i>miljard CO<sub>2</sub>-equivalenten</i>									
CO <sub>2</sub>	160	167	179	196	206	204	227	.	.
CH <sub>4</sub>	23	27	25	15	14	11	11	.	.
N <sub>2</sub> O	17	20	22	19,1	19,7	19,1	20,4	.	.
HFK's	2	5	7	4	5	7	7	.	.
PFK's	2,3	2,4	1,9	0,4	0,3	0,6	0,5	.	.
SF <sub>6</sub>	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	.	.
TOTAAL (incl. temp.corr.)	204	222	235	235	245	241	266	251	285

De onzekerheid in de historische emissiecijfers van HFK's, PFK's en SF<sub>6</sub> wordt voor elk van deze stofgroepen wordt geschat op respectievelijk 50, 100 en 50%

## Emissies voor het thema Verzuring

Tabel B.1 Ammoniak (NH<sub>3</sub>) emissie volgens het EC- en GC-scenario

	1980	1990	1995	2010		2020		2030	
				EC	GC	EC	GC	EC	GC
<i>miljoen kg</i>									
Landbouw	220	220	180	140 <sup>1)</sup>	130 <sup>1)</sup>	130	120	.	.
Overige doelgroepen *	17,4	11,7	11,5	12,2	12,2	12,9	12,9	.	.
TOTAAL	230	230	190	160	140	150	130	140	130

De onzekerheid in de historische emissiecijfers voor de doelgroep landbouw is geschat op circa 30%

\*Onzekerheden onbekend

<sup>1)</sup> Exclusief de doorwerking van de nota Integrale Aanpak Mestproblematiek (1999), de effecten van de voorgestelde zoning rond natuurgebieden, het reconstructiebeleid en de voorziene aanpassing van de AMvB Huisvesting. Indien akkerbouwers in het kader van de Integrale Aanpak Mestproblematiek maar in beperkte mate mestafzetcontracten afsluiten zal de NH<sub>3</sub>-emissie uit de landbouw in 2010 uitkomen op circa 115 miljoen kg

Tabel B.2 Stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>) emissie volgens het EC- en GC-scenario

	1980	1990	1995	2010		2020		2030	
				EC	GC	EC	GC	EC	GC
<i>miljoen kg</i>									
Verkeer en vervoer	360	350	310	160	180	150	200	.	.
Industrie (incl. Raffinaderijen) *	101	98	78	51	50	50	50	.	.
Energiesector	83	80	58	24	24	25	26	.	.
Overige doelgroepen *	53,3	46,4	44,2	36,4	36,2	31,5	30,0	.	.
TOTAAL	600	580	490	270	290	260	300	280	340

De onzekerheden in de historische emissiecijfers van de doelgroepen varieert tussen de 10 en 20%. De onzekerheid (95%-betrouwbaarheidsinterval) in de totale nationale emissie wordt geschat op ongeveer 10%

\*Onzekerheden onbekend

Tabel B.3 Zwaveldioxide (SO<sub>2</sub>) emissie volgens het EC- en GC-scenario

	1980	1990	1995	2010		2020		2030	
				EC	GC	EC	GC	EC	GC
<i>miljoen kg</i>									
Industrie (incl. Raffinaderijen) *	233	119	91	39	42	38	49	.	.
Verkeer en vervoer	32	29	30	14	15	15	18	.	.
Energiesector	197	45	16	10	13	9	6	.	.
Overige doelgroepen *	18,0	8,9	4,4	3,0	3,0	3,0	3,0	.	.
TOTAAL	481	202	142	65	72	65	75	60	77

De onzekerheden in de historische emissiecijfers van de doelgroepen varieert tussen de 10 en 20%. De onzekerheid (95%-betrouwbaarheidsinterval) in de totale nationale emissie wordt geschat op ongeveer 10%

\*Onzekerheden onbekend

Tabel B.4 Zuur-equivalenten per doelgroep volgens het EC- en GC-scenario

	1980	1990	1995	2010		2020		2030	
				EC	GC	EC	GC	EC	GC
<i>miljard zuur-equivalenten</i>									
Landbouw	13,0	13,1	10,6	8,7	8,0	8,1	7,3	.	.
Verkeer en vervoer	8,8	8,6	7,7	3,9	4,3	3,7	4,8	.	.
Industrie (incl. Raffinaderijen) *	10,0	6,1	4,8	2,5	2,6	2,5	2,9	.	.
Energiesector	8,0	3,1	1,8	0,8	0,9	0,8	0,7	.	.
Overige doelgroepen *	1,9	1,5	1,3	1,1	1,1	1,1	1,1	.	.
TOTAAL	41,7	32,5	26,1	17,1	17,0	16,2	16,9	16,2	17,7

\*Onzekerheden onbekend

Tabel B.5 Zuur-equivalenten per stof volgens het EC- en GC-scenario

	1980	1990	1995	2010		2020		2030	
				EC	GC	EC	GC	EC	GC
<i>miljard zuur-equivalenten</i>									
Ammoniak (NH <sub>3</sub> )	13,7	13,6	11,1	9,1	8,5	8,6	7,9	.	.
Stikstofoxiden (NO <sub>x</sub> )	13,0	12,6	10,6	5,9	6,3	5,6	6,6	.	.
Zwaveldioxide (SO <sub>2</sub> )	15,0	6,3	4,4	2,0	2,2	2,0	2,3	.	.
TOTAAL	41,7	32,5	26,1	17,1	17,0	16,2	16,9	16,2	17,7



## Emissies voor het thema Grootschalige luchtverontreiniging

Tabel C.1 Fijn stof (PM<sub>10</sub>) emissie volgens het EC- en GC-scenario

	1980	1990	1995	2010		2020		2030	
				EC	GC	EC	GC	EC	GC
<i>miljoen kg</i>									
Industrie (incl. Raffinaderijen) *	50,1	32,7	19,1	9,9	10,3	10,0	11,9	.	.
Verkeer en vervoer	25,7	22,3	19,8	9,9	10,2	9,8	10,6	.	.
Consumenten *	4,4	7,5	6,7	6,5	6,5	6,6	6,5	.	.
Energiesector *	11,0	1,5	0,6	0,4	0,6	0,3	0,3	.	.
Overige doelgroepen *	6,5	3,8	2,6	0,7	0,7	0,7	0,7	.	.
<b>TOTAAL</b>	<b>97,7</b>	<b>67,8</b>	<b>48,7</b>	<b>27,5</b>	<b>28,1</b>	<b>27,4</b>	<b>29,9</b>	<b>28,4</b>	<b>31,6</b>

De onzekerheid in de historische emissiecijfers voor de doelgroep verkeer is geschat op 20%

\*Onzekerheden onbekend

Tabel C.2 Vluchtige organische stoffen (VOS) emissie volgens het EC- en GC-scenario

	1980	1990	1995	2010		2020		2030	
				EC	GC	EC	GC	EC	GC
<i>miljoen kg</i>									
Industrie (incl. Raffinaderijen) *	155	148	96	64	74	68	81	.	.
Verkeer en vervoer	260	204	153	51	53	48	50	.	.
Consumenten *	43,3	43,2	37,0	31,1	37,8	33,7	42,1	.	.
Handel Diensten Overheid *	54,7	52,2	32,0	18,7	20,8	20,8	23,2	.	.
Bouw *	36,2	24,7	19,7	10,5	17,5	11,8	17,8	.	.
Overige doelgroepen *	21,0	27,9	29,9	13,6	13,7	8,9	9,5	.	.
<b>TOTAAL</b>	<b>569</b>	<b>500</b>	<b>368</b>	<b>189</b>	<b>216</b>	<b>192</b>	<b>224</b>	<b>206</b>	<b>245</b>

De onzekerheid in de historische emissiecijfers voor de doelgroep verkeer is geschat op circa 15%

\*Onzekerheden onbekend

## Emissies voor het thema Vermesting (bodem)

Tabel D.1 Stikstof (N-totaal) emissie

	1980	1990	1995	2003		2020		2030	
				VAC	WAC	VAC	WAC	VAC	WAC
Landbouw <sup>1) 2)</sup>	480	430	510	250	250	150	150	145	145

Tabel D.2 Fosfor (P-totaal) emissie

	1980	1990	1995	2003		2020		2030	
				VAC	WAC	VAC	WAC	VAC	WAC
Landbouw <sup>1) 2)</sup>	79	71	63	50	40	30	20	30	20

De onzekerheid in N- en P-emissie van de doelgroep landbouw is geschat op circa 10%

<sup>1)</sup> Andere doelgroepen (o.a. Consumenten) leveren geen bijdrage van betekenis

<sup>2)</sup> De emissies uit de landbouw zijn berekend bij 2 nieuwe scenario's, beide gebaseerd op het EC-scenario en het nieuwe, voorgenomen mestbeleid van september 1999. In het VAC-scenario is verondersteld dat akkerbouwers bereid zijn *veel* mestafzet-contracten af te sluiten met veehouders. In het WAC-scenario worden *weinig* mestafzet-contracten afgesloten en is de veestapel overeenkomstig kleiner. Bij stikstof wordt het effect van een kleinere mestproductie in WAC gecompenseerd door een hoger kunstmestgebruik. De N-emissie is dus (afgerond) in beide scenario's gelijk. Bij fosfor treedt die compensatie niet op omdat fosfaat-kunstmest niet door MINAS wordt gereguleerd

# Lijst van afkortingen, begrippen en verklaring van tekens

## Afkortingen van wereldregio's:

Azië	Azië; exclusief Japan, Midden-Oosten en Aziatische deel van de voormalige USSR
EU15	België, Denemarken, Duitsland, Finland, Frankrijk, Griekenland, Ierland, Italië, Luxemburg, Nederland, Oostenrijk, Portugal, Spanje, Verenigd Koninkrijk, Zweden
OESO: OESO-Europa:	Australië, Japan, Canada, Nieuw-Zeeland, OESO-Europa, Verenigde Staten Andorra, België, Denemarken, Duitsland, Faroer eilanden, Finland, Frankrijk, Gibraltar, Griekenland, Ierland, IJsland, Italië, Liechtenstein, Luxemburg, Malta, Monaco, Nederland, Noorwegen, Oostenrijk, Portugal, San Marino, Spanje, Verenigd Koninkrijk, Zweden, Zwitserland
Oost-Azië	China, Hongkong, Macau, Mongolië, Noord-Korea, Taiwan, Zuid-Korea
Rest-OESO:	Australië, Canada, Japan, Nieuw-Zeeland, Verenigde Staten
Zuid-Azië	Afghanistan, Bangladesh, Bhutan, India, Malediven, Nepal, Pakistan, Sri Lanka
Zuidoost-Azië	Brunei, Cambodja, Filippijnen, Indonesië, Laos, Maleisië, Myanmar, Oost-Timor, Singapore, Thailand, Vietnam
Toetredingslanden	Hongarije, Tsjechië, Polen, Estland, Slovenië, Letland, Litouwen, Slowakije, Bulgarije, Roemenië

## Overige afkortingen:

10 <sup>-3</sup>	1 per duizend (1/1000)
10 <sup>-6</sup>	1 per miljoen (1/1.000.000)
A1	Mondiale Markt scenario
A2	Regionale Markt scenario
ACEA	European Automobile Manufacturers Association
AMOEBE	Algemene Methode voor Ecologische Beschrijving
AMvB	Algemene Maatregel van Bestuur
AOT40	Accumulated Ozone exposure over a Threshold of 40 ppb
B1	Regionale Samenwerking scenario
B2	Mondiale Samenwerking scenario
BBP	Bruto Binnenlands Product
Bq	Becquerel (maat voor radioactieve straling)
BWP	Bruto Wereld Product
CAP	Common Agricultural Policy - Europees Gemeenschappelijk Landbouwbeleid
CBS	Centraal Bureau voor de Statistiek
CDM	Clean Development Mechanism
CFG	Common Fisheries Policy – Europees Gemeenschappelijk Visserij Beleid
CH <sub>4</sub>	Methaan
CIW	Commissie Integraal Waterbeheer
CLM	Centrum voor Landbouw en Milieu
CO	Koolstofmonoxide
CO <sub>2</sub>	Kooldioxide
CoP6	6th. Conference of Parties - Zesde Wereld Klimaat Conferentie
CPB	Centraal Planbureau
DALY	Disability Adjusted Life Years - verlies aan, voor gezondheid gewogen, levensjaren
dB(A)	decibel (A-gewogen geluidniveau)
DE	Divided Europa scenario van het Centraal Planbureau
EC	European Coordination scenario van het Centraal Planbureau
EEA	European Environment Agency
EHS	Ecologische Hoofdstructuur

EIA	Energie Investerings Aftrek
EJ	Exa Joule ( $10^{18}$ J)
EKI	Ecologisch Kapitaal Index
EROP	Europees Ruimtelijk Ontwikkelingsperspectief
EU	Europese Unie
EU/DGXI	Europese Commissie, Directoraat-Generaal Milieu
FAO	Food and Agriculture Organization - Voedsel- en Landbouworganisatie van de Verenigde Naties
GC	Global Competition scenario van het Centraal Planbureau
GGO	Genetisch gemodificeerde organismen
GJ	Giga Joule ( $10^9$ J)
GOS	Gemenebest van onafhankelijk staten
Gt, Gton	Gigaton ( $10^{12}$ kg)
H <sub>2</sub>	Waterstof
ha	Hectare; 10.000 m <sup>2</sup>
HDO	Handel, diensten en overheid
HFK's	Fluorkoolwaterstoffen
HSL	Hogesnelheidslijn
IAM	Integrale Aanpak Mestproblematiek
ICES (paragraaf 5.10)	Interdepartementale Commissie inzake het Economisch Structuurbeleid
ICES	International Council for the Exploration of the Sea
ICT	Informatie- en Communicatie-Technologie
IIASA	International Institute for Applied Systems Analysis
IKC	Informatie en Kenniscentrum
IPCC	Intergovernmental Panel for Climate Change - Intergouvernementele Groep van Experts voor de Studie van Klimaatverandering
ISV	Investeren in Stedelijke Vernieuwing
I-teq	Toxiciteits-equivalenten
JI	Joint Implementation
Ke	Kosteenheden (geluidsmaat)
KLM	Koninklijke Luchtvaartmaatschappij
kton	kiloton ( $10^6$ kg)
kW	KiloWatt
KWS	Koolwaterstoffen (zie ook VOS)
Lden	equivalent dag-avond-nacht niveau (geluidsmaat)
LNV	Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij
MIG	Modernisering Instrumentarium Geluidbeleid
Minas	Mineralen Aangifte Systeem
MJ	Mega Joule ( $10^6$ J)
Mton	megaton ( $10^9$ kg)
MTR	Maximaal Toelaatbaar Risico
MV5	Vijfde Milieuverkenning
N	Stikstof
N <sub>2</sub> O	Distikstofoxide (lachgas)
NAP	Nieuw Amsterdams Peil
NH <sub>3</sub>	Ammoniak
NLR	Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium
NMP4	Vierde Nationaal Milieubeleidsplan
NO <sub>2</sub>	Stikstofdioxide
NO <sub>3</sub>	Nitraat
NO <sub>x</sub>	Stikstofoxiden
O <sub>2</sub>	Zuurstof
O <sub>3</sub>	Ozon
OESO	Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling
P	Fosfor
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fosfaat
PAK	Polycyclische aromatische koolwaterstoffen
PCB	Polychloorbifenyyl

PFK's	Perfluorkoolwaterstoffen
pH	Zuurgraad
PJ	Peta Joule (10 <sup>15</sup> J)
PKB	Planologische Kernbeslissing
PLL	Potential Loss of Life
PM <sub>10</sub>	Fijn stof (deeltjes kleiner dan 10 µm)
ppb	parts per billion - deeltjes per miljard volumedelen
ppm	parts per million - deeltjes per miljoen volumedelen
PV	Photo-Voltaïsch
REB	Regulerende Energiebelasting
RIKZ	Rijks Instituut voor Kust en Zee
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
RLD	Rijksluchtvaartdienst
RWZI	Rioolwaterzuiveringsinstallatie
SF <sub>6</sub>	Zwavelhexafluoride
SO <sub>2</sub>	Zwaveldioxide
SRES	Special Report on Emissions Scenarios van het IPCC (zie A1, A2, B1, B2)
TDI	Toelaatbare dagelijkse inname
TENS	Trans Europese Netwerken
TEQ	Toxiciteitsequivalenten
ton	1000 kilogram
UK	Uitvoeringsnota Klimaatbeleid
UNEP	United Nations Environmental Programme – Milieuprogramma van de Verenigde Naties
UN-FCCC	UN Framework Convention on Climate Change – Raamverdrag van de Verenigde Naties inzake Klimaatverandering en het Kyoto Protocol
UV(-B)	Ultraviolette straling(-B)
V&W	Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Vinex	Vierde Nota Ruimtelijke Ordening Extra
VN	Verenigde Naties
VOS	vluchtige organische koolwaterstoffen (zie ook KWS)
VR	Veiligheidsrapportage
VROM	Ministerie van Volksgezondheid Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
WHO	World Health Organization – Wereld Gezondheid Organisatie
WRR	Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid
z-eq	zuur-equivalenten
ZOAB	Zeer Open Asfalt Beton

### **Begrippen:**

Agenda 21	Agenda 21 is opgesteld tijdens de VN-Conferentie inzake Milieu & Ontwikkeling, Rio de Janeiro, juni 1992 en behandelt de huidige, dringende problemen en wil tevens trachten de wereld voor te bereiden op de uitdagingen van de volgende eeuw. Het vormt de neerslag van een mondiale consensus en politieke stellingnamen op het hoogste niveau met betrekking tot samenwerking op het gebied van ontwikkeling en milieu.
Aquatisch	In watermilieu levend
Demografie	Beschrijving van bevolkingsontwikkelingen
Demografische transitie	De overgang van een situatie met hoge sterfte en hoge vruchtbaarheid naar een situatie met lage sterfte en lage vruchtbaarheid
Terrestrisch	Op het land levend
Tertiaire sector	Commerciële dienstverlenende bedrijven als banken en warenhuizen
Milieudruk	De door menselijke activiteiten veroorzaakte druk op het milieu (o.a. emissies, ruimtebeslag)
Milieukwaliteit	De toestand van het milieu (o.a. gehalten van stoffen in bodem, water en lucht) als resultante van milieudruk
Natuurkwaliteit	De toestand van de natuur, uitgedrukt in het voorkomen van soorten ten opzichte van een referentie

Protectionisme	Afschermen van de markt tegen concurrenten ten voordele van eigen producten
Quartaire sector	Niet-commerciële dienstverlenende sector, zoals de verzorgende sector, ziekenhuizen
Ecosysteem	Het samenleven van planten- en diersoorten in een bepaalde omgeving.
Kosteneffectief	Het gestelde doel met de laagste kosten bereiken
Milieu-effectrapportage	Onderzoek naar de gevolgen voor het milieu van, meestal grootschalige, projecten zoals weganaanleg, uitbreiding militaire terreinen, stadsuitbreiding. De resultaten spelen mee in de besluitvorming over de voorgenomen projecten
Milieustress	Het gedeelte van de stress op ecosystemen dat is terug te voeren op verandering van de milieukwaliteit (uitgedrukt in vermindering van potentiële vindplaatsen t.o.v. 1950 (procent))
Dematerialisatie	Minder materialen nodig bij eenzelfde omzet
Duurzame ontwikkeling	Een ontwikkeling die voorziet in de behoeften van de huidige generatie zonder daarmee voor toekomstige generaties de mogelijkheden in gevaar te brengen om ook in hun behoeften te voorzien.
Brandstofmix	De verhouding van het gebruik van diverse brandstoffen
Biologische diversiteit	De verscheidenheid van de flora en fauna op aarde.
Biotechnologie	Het genetisch aanpassen - om wetenschappelijke en commerciële redenen - van dieren, gewassen en bacteriën en/of het inzetten van bacteriën in de productie of reinigingsprocessen.
Broeikaseneffect	Een aantal gassen in de atmosfeer laten het invallende licht van de zon door, maar absorberen de door de aarde teruggekaatste infrarode (warmte)straling en kaatsen deze warmte gedeeltelijk weer terug naar het aardoppervlak. Dit natuurlijke proces bepaalt onder andere de gemiddelde temperatuur op aarde. Wanneer dit proces door menselijke beïnvloeding verstoort wordt en de temperatuur op aarde als gevolg van teveel broeikasgassen in de atmosfeer oploopt, spreekt men van het (versterkt) broeikaseneffect.
Broeikasgassen	Koolstofdioxide (CO <sub>2</sub> ), methaan (CH <sub>4</sub> ), lachgas (N <sub>2</sub> O) en fluorverbindingen (HFK's, PFK's en SF <sub>6</sub> )
Vastgesteld beleid	Het pakket beleidsinstrumenten en maatregelen dat vóór 1 januari 2000 door de Tweede Kamer is vastgesteld
Technologie-overdracht	Is een brede term die o.a. omvat: het leveren van kennis, deskundigheid, training, voorlichting en informatie, maar ook goederen, diensten, installaties, en instrumenten evenals organisatorische, planmatige en managementprocedures
Overgangseconomieën	Landen in de overgang van een planeconomie naar een sociale markteconomie
Indicator	Weergave van een voor het beleid relevant getal ten opzichte van een gewenste situatie (referentie)

### **Verklaring van tekens in tabellen**

w.o.	Waaronder (belangrijkste bijdragen)
w.v.	Waarvan (alle bijdragen)
> , <	Groter dan, kleiner dan
≥ , ≤	Groter of gelijk aan, kleiner of gelijk aan
(blank)	een cijfer kan op logische gronden niet voorkomen
.	Gegevens ontbreken

# Referenties

## RIVM achtergrondrapporten

- Beugeling GP, MJH Pastoors, JHC Mülschlegel (2000) *Verdroging in de Vijfde Milieuverkenning*. RIVM (rapportnr. 408129022), Bilthoven. In voorbereiding.
- Brandes LJ, AH Bakema, K Buurman, HARM van den Heiligenberg en D Onderdelinden (2000). *Factsheets, modellen en productielogistiek MV5*. RIVM (rapportnr. 408129007), Bilthoven. In voorbereiding.
- Dassen AGM, J Jabben, JHJ Dolmans, NAR Hamminga, WH Hoffmans en HA Nijland (2000). *Geluid in de vijfde Milieuverkenning; Achtergronden*. RIVM (rapportnr. 408129009), Bilthoven. In voorbereiding.
- Drissen E, LC Braat en MCH Witmer (2000). *Scenario's voor de Vijfde Nationale Milieuverkenning*. RIVM (rapportnr. 408129012), Bilthoven. In voorbereiding.
- Eerens HC, JD van Dam (eds.) (2000). *Grootschalige luchtverontreiniging en depositie in de Nationale Milieuverkenning 5*. RIVM (rapportnr. 408129016), Bilthoven. In voorbereiding.
- Elzenga JG en JPM Ros (2000). *Het ruimtebeslag van Nederlanders; Achtergronddocument bij de MV5*. RIVM (rapportnr. 408129010), Bilthoven. In voorbereiding.
- Feimann PFL, KT Geurts, RMM van den Brink, JA Annema en GP van Wee (2000). *Verkeer en vervoer in de Nationale Milieuverkenning 5*. RIVM (rapportnr. 408129014), Bilthoven. In voorbereiding.
- Harms, LWJ (2000) *Verkeer verdeeld. Een onderzoek naar de ruimtelijke verdeling van personen- en goederenverkeersstromen*. RIVM (rapportnr. 773002 015), Bilthoven.
- Hollander AEM de, AA Bouwman, H Kruijze, et al. (2000) *Achtergronddocument Dagelijkse leefomgeving in Milieuverkenning 5*. RIVM (rapportnr. 408129019), Bilthoven. In voorbereiding.
- Idenburg AM en D Nagelhout (2000). *Doorbraaktechnologieën en het milieu; achtergrondinformatie bij de Vijfde Milieuverkenning*. RIVM (rapportnr. 408129008), Bilthoven. In voorbereiding.
- Kempen EEMM van, en CB Ameling (2000). *De invloed van blootstelling aan geluid op de gezondheid in Nederland*. RIVM (rapportnr 408129021), Bilthoven. In voorbereiding.
- Overbeek GBJ, JJM van Grinsven, PM van Egmond, AHW Beusen (2000). Toepassing STONE 1.3 voor de Milieuverkenning 5. RIVM (rapportnummer 408129020), Bilthoven. In voorbereiding.
- Ros JPM en HC Wilting (2000). *Milieubelasting van Nederlanders binnen en buiten onze grenzen. Achtergronddocument bij de MV5*. RIVM (rapportnr. 408129011), Bilthoven. In voorbereiding.
- Veen MP van, LEM Crommentuyn, MPM Janssen, AEM de Hollander (2000). *Ventilatie en vochtigheid als bepalers van binnenmilieu-kwaliteit. Een studie voor Milieuverkenning 5*. RIVM (rapportnr. 408129018), Bilthoven. In voorbereiding.
- Vonk M, JRM Alkemade, M Bakkenes, DJ van der Hoek, FGR Wortelboer, S van Dijk, CJ Roghair en D van de Meent (2000). *Berekening van effecten van milieu op natuur ten behoeve van de 5e Nationale milieuverkenning*. RIVM (rapportnr. 408129017), Bilthoven. In voorbereiding.
- Vringer K, ThG Aalbers, R Hoevenagel (EIM), CAW Bertens (EIM), T Rood, J Ros en JA Annema (2000). *Nederlandse consumptie en energiegebruik in 2030; Een verkenning op basis van twee lange termijn scenario's*. RIVM (rapportnr. 408129015), Bilthoven. In voorbereiding.
- Wee GP van, MAJ Kuijpers-Linde en OJ van Gerwen (2000). *Emissies en kosten tot 2030 bij het vastgesteld milieubeleid. Achtergronddocument bij de Nationale Milieuverkenning 5*. RIVM, (rapportnr. 408129013), Bilthoven. In voorbereiding.

## Overige literatuurverwijzingen

- ABF (2000) Brouwer J, R Gras, H Heida, A Oskamp, P Poulos, J Willems. *Beleidsverkenning Volkshuisvesting 2000-2010*. Delft: ABF onderzoek en informatie.
- Amann M, I Bertok, F Gyarmas, C Heyes, Z Klimont, S Syri en W Schöpp (1999). *Further Analysis of Scenario Results obtained with the RAINS model. Interim report to the Ministere de l'a-menagement du territoire et de l'environnement*. IIASA, Wenen.
- APME en ESA (1999). *Coming of age: plastics and space meeting the challenges to mankind*. Association of Plastics Manufacturers in Europe and European Space Agency. Noordwijk.
- Asselt, van MBA (2000). *Perspectives on Uncertainty and Risk: The PRIMA approach to decision-support*. Kluwer, Dordrecht.
- AVV (in voorbereiding). *Verkeer en vervoer: Uitgangssituaties voor het NVVP en mogelijk nieuw beleid*. Werkdocument. AVV, Rotterdam.

- Bakkes JA en DP van Vuuren (1997). *Agenda 21 Interim Balance, 1997*. RIVM (rapportnr. 402001008), Bilthoven.
- Bakkes JA en JW van Woerden (1997). *The Future of the Global Environment. A Model-based Analysis Supporting UNEP's First Global Environment Outlook*. UNEP/DEIA/TR.97-1, UNEP, Nairobi, Kenia en RIVM (rapportnr. 402001007), Bilthoven.
- Bakkes JA, DP van Vuuren en E Smeets (2000). *Abstracts of Selected Environmental Outlook Reports and Assessments*. RIVM, Bilthoven en OESO, Parijs. In druk.
- Batenburg RS en WP Knulst (1993). *Sociaal-culturele beweegredenen: onderzoek naar de invloed van veranderende leefpatronen op de mobiliteitsgroei sinds de jaren zeventig*. SCP/VUGA (Cahier 96), Rijswijk/Den Haag.
- Beers CP van en APG de Moor (1998). *Perverse subsidies, International Trade and the Environment*, in: *Planejamento E Politicas Publicas*, Instituto Pesquisa Economica Aplicada, 1998, p. 49-68, Rio de Janeiro.
- Beers CP van en APG de Moor (1999). *Addicted to subsidies; how governments use your money to destroy the Earth and pamper the rich*. Instituut voor Onderzoek van Overheidsuitgaven. IOO Research report nr. 95, Den Haag.
- Belfroid HC et al. (1999). *Hormoonontregelaars in water*. RIZA rapport 99.007, Lelystad.
- Berenschot (1999) in NIPO (1999).
- Berg Jeths A van den (eds.) (1997). *Volksgezondheid Toekomst Verkenning 1997. VII Gezondheid en zorg in de toekomst*. Bilthoven/Maarssen: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en het Milieu, Elsevier/de Tijdstroom.
- Berk M, B Metz en M den Elzen (2000). *Notitie Differentiatie van Toekomstige Inspanningen in het kader van het Klimaatverdrag - Enkele verkennende analyses met het FAIR model ten behoeve van het Vierde Nationaal Milieubeleids Plan (NMP4)*. RIVM, Bilthoven.
- Beukers A en E van Hinte (2000). *Fuzzy Future*. (In: Idenburg en Nagelhout, 2000).
- Booij H, JPM Ros, MW van Schijndel en J Slootweg (1999). *Beschrijving Modeeffectiviteit Instrumenten versie 1.0 (MEI 1.0)*. RIVM (rapportnr. 778011001), Bilthoven.
- Boomkens R, B van Delden, L de Klerk, S Musterd, Y Hong Seng, R van der Wouden. (eds) (1997). *Stad zonder horizon; stadspolitiek en stedelijke ontwikkeling in Nederland*. Amsterdam: Van Gennep.
- Bouwman, AF en DP van Vuuren (1999). *Global assessment of acidification and Eutrophication of natural ecosystems*. UNEP/DEIA&EW/TR.99-6, UNEP, Nairobi, Kenia en RIVM (rapportnr. 402001012), Bilthoven.
- Bovenberg en Van der Ploeg (1994). *Environmental policy, public finance and the labour market in a second-best world*. Journal of Public Economics, vol 55, pp. 349-390.
- Bresser AHM, PM van Egmond, B Fraters, NJP Hoogervorst, L van Liere, JHC Mülschlegel, WJ Willems en PCM Boers (1999). *Milieugevolgen van het aanvullend Stikstofbeleid*. RIVM (rapportnr. 718201001), Bilthoven.
- Brink BJE ten (2000). *Biodiversity indicators for the OECD Environmental Outlook and Strategy. A Feasibility study*. RIVM (rapportnr. 402001014), Bilthoven.
- Brink R van den, GP van Wee (2000, in prep.). *Why has car-fleet specific fuel consumption not shown any decrease since 1990?*, Transportation Research Part D.
- Broekmeijer MEA, RPB Foppen, LWG Higler, FJJ Niewold, ATC Bosveld, RPH Snep, RJF Bugter en CC Vos (2000). *Semi-kwantitatieve beoordeling van effecten van milieu op natuur*. Reeks "Werkdocumenten Natuurplanbureau-onderzoek" no. 2000/04, Alterra, Wageningen.
- Brouwer HHA, GM Dassen en RAA Wijnen (2000) *Het vliegtuig als geluidsbron*. (In: Van den Brink RMM en JA Annema (red. 2000). Bijdragen aan Colloquium Verkeer, Milieu en Techniek, 29 juni 2000. RIVM, Bilthoven).
- Brunekreef B (1999a). *Air pollution kills babies...*[editorial; comment]. *Epidemiology* 1999; 10: 661-2.
- Brunekreef B (1999b). *All but quiet on the particulate front* [editorial; comment]. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159: 354-6.
- Brunekreef B en G Hoek. (2000) *Beyond the body count: air pollution and death* [comment]. *Am-J-Epidemiol.* 2000; 151: 449-51.
- Buijs PHL & RJ Feis (2001). *Grensoverschrijdende belasting van nutriënten via Rijn en Maas 1995-2030*. *International Centre of Water Studies*, ICWS rapport 00-01, februari 2000.
- CBS (1981). *Statistisch Zakboek*. Centraal Bureau voor de Statistiek. Sdu Uitgeverij, Den Haag.
- CBS (1986). *Statistisch Zakboek*. Centraal Bureau voor de Statistiek. Sdu Uitgeverij, Den Haag.
- CBS (1996). *Bodemstatistiek*. CBS, Voorburg/Heerlen.
- CBS (1999). *Woningbehoefte Onderzoek 1998, kernpublicatie*. Centraal Bureau voor de Statistiek, Ministerie van VROM, Voorburg/Den Haag.
- CBS (2000). *Jaarboek Wonen 2000; feiten en cijfers over wonen in Nederland*. CBS, Voorburg
- CBS (t/m 1998). *Milieukosten van bedrijven (t/m 1996)*, Voorburg.
- CBS/CPB (1997). *Bevolking en arbeidsaanbod: drie scenario's tot 2020*. Sdu Uitgeverij, Den Haag.



- CEA (1999). *Minder energiegebruik door een andere leefstijl?*; eindrapportage project Perspectief, CEA, Rotterdam.
- CPB (1997). *Economie en fysieke omgeving*. Sdu Uitgevers, Den Haag.
- Cramer J (1994). *Technologische ontwikkeling en milieu*. In: Dietz F, W Hafkamp en J van der Straaten (red.). Basisboek Milieu-economie. Boom, Meppel.
- De Heer M, R Alkemade, M Bakkenes, M Van Esbroek, A Van Hinsberg, D De Zwart (2000) *MOVE, nationaal model voor de vegetatie, versie 3. De kans op voorkomen van ca. 900 plantensoorten als functie van 9 omgevingsvariabelen*. RIVM, Bilthoven. In voorbereiding.
- De Vries W. and DJ Bakker (1998). *Manual for calculating critical loads of heavy metals for terrestrial ecosystems. Guidelines for environmental quality criteria, calculation methods and input data*. DLO Winand Staring Centre, report 166, Wageningen, The Netherlands.
- Dieleman H (1999). *De arena van schonere productie; mens en organisatie tussen behoud en verandering*. Uitgeverij Eburon, Delft.
- Drecht G van en JM Knoop (2000, in prep.) *Water Stress Assessment and Forecast at the global Scale; Development of a computer program for simulation of water demand and water availability for global scale analysis of water stress, WARi-BaS 1.07*. RIVM (rapportnr. 402001016), Bilthoven.
- DTO (1997a) *Sleutel Voeden, spectrum van een duurzame voedselvoorziening*. Interdepartementaal Onderzoeksprogramma Duurzame Technologische Ontwikkeling, Ten Hagen & Stam, Den Haag.
- DTO (1997b). *Sleutel Chemie, zon en biomassa: bronnen voor de toekomst*. Interdepartementaal Onderzoeksprogramma Duurzame Technologische Ontwikkeling, Ten Hagen & Stam, Den Haag.
- DTO (1997c). *Visie 2040-1998; technologie, sleutel tot een duurzame welvaart*. Interdepartementaal Onderzoeksprogramma Duurzame Technologische Ontwikkeling, Ten Hagen & Stam, Den Haag.
- EC (1992). *Towards sustainability. A European Community Programme of Policy and Action in relation to the Environment and Sustainable Development*. COM(92)23 – Vol. II. (5<sup>th</sup> EAP)
- EC (1999). *Europees Ruimtelijk Ontwikkelingsperspectief. Op weg naar een evenwichtige en duurzame ontwikkeling van het grondgebied van de EU*. Bureau voor officiële publikaties Europese gemeenschappen, Luxemburg.
- ECN, RIVM & CPB (1999). *De uitvoeringsnota klimaatbeleid doorgelicht. Een analyse op basis van het Optiedocument*. ECN/RIVM, Petten, september 1999.
- ECN/RIVM (1999). *De uitvoeringsnota klimaatbeleid doorgelicht Een analyse op basis van het Optiedocument*, Petten.
- ECN/RIVM (2000). *Synergie in de aanpak van klimaatverandering en verzuring. Oplossingsrichtingen voor energie en mobiliteit in 2030*. Energieonderzoek Centrum Nederland en het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Petten/Bilthoven.
- EEA (1999) *Environment in the European Union at the turn of the century*; Environmental assessment report nr. 2. European Environment Agency. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- EEA (2000a). *Environmental Signals 2000; European Environment Agency regular indicator report*. Environmental Assessment Report No. 6.
- EEA (2000b). *Are we moving in the right direction? Indicators on transport and environment integration in the EU*. Environmental issues series No. 12.
- EFTEC/RIVM (2000). *Valuing the benefits of environmental policy: The Netherlands*. Economics For the Environment Consultancy and Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, 23 June, 2000
- Egmond PM van, NJP Hoogervorst, GJ van den Born, B Hagel, S van Tol (2000, in voorbereiding). *De milieu-effecten van de Integrale Aanpak Mestproblematiek (IAM)*. RIVM (rapportnr. 773004009), Bilthoven.
- Europese Gemeenschappen (1995-2000) *Beleid van de Unie; Milieu*. <http://europa.eu.int/scadplus/leg/nl/s15000.htm>, Europese Gemeenschappen, 1995-2000.
- Faij et al. (1999). *Climate Options for the Long Term. Deelproject Beelden van de toekomst; twee visies op de Nederlandse energievoorziening ten behoeve van de Nationale Dialoog*. Universiteit Utrecht, Energie-onderzoek Centrum Nederland, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Ecofys, Utrecht/Petten/Bilthoven.
- FAO (1997). *Review of the State of World Fishery Resources: Marine Fisheries*. Food and Agriculture Organization, Rome.
- FAO (1999). *The state of the world fisheries and aquaculture 1998*. Food and Agriculture Organization, Rome.
- Gatersleben B (2000). *Duurzaam huishoudmetabolisme en kwaliteit van leven. Een onderzoek naar de waargenomen sociale duurzaamheid van milieukundig duurzame huishoudelijke consumptie*. Rijks-universiteit Groningen, Groningen.
- Geurts B, A van Hien, A de Jong en A den Ouden (1996). *Externe data LT'97-scenario*. Memo CPB, Den Haag.
- Gezondheidsraad (1999). *Public health impact of large airports. Gezondheidsraad, advies no. 1999/14E* Den Haag.

- Goetgeluk RW, PJ Louter, JAM Borsboom-van Beurden, MAJ Kuijpers-Linde, JFM van der Waals en KT Geurs (2000). *Wonen en werken ruimtelijk verkend. Waar wonen en werken we in 2020 volgens een compacte inrichtingsvariant voor Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening?*. RIVM (rapportnr. 711931001), Bilthoven.
- Goossen, CM & F Langers (1999). *Monitoring Kwaliteit Groene Ruimte (MKGR); Indicator Recreatie*. Alterra, Wageningen.
- Goossen, CM (1997b). *Analyse van de mate van geluidshinder op verblijfsaccommodaties* (SC-rapport 525) DLO-Staring Centrum, Wageningen.
- Goossen, CM, F Langers en JFA Lous (1997a). *Indicatoren voor recreatieve kwaliteiten in het landelijk gebied*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 584.
- Groot W, CC Koopmans en MWAM Vromans. *Effecten van de uitvoeringsnota klimaatbeleid*. CPB, Den Haag, september 1999.
- Hardin G (1968). *The Tragedy of the Commons*. Science, vol. 162, pp. 1243-1248.
- Hees en Hin (2000). *Akkerbouwers en mestafzetcontracten. Uitslag van een enquête onder akkerbouwers*. Centrum voor Landbouw en Milieu, CLM 457-2000, Utrecht, maart 2000.
- Hilderink HBM (2000). *World Population in Transition: an integrated regional modelling framework*. Proefschrift, Universiteit Groningen.
- Hoek G, A Verhooff en P Fischer (1997). *Daily mortality and air pollution in the Netherlands, 1986-1994*. Rapportnr. 1997-481. Landbouwuniversiteit Wageningen, Wageningen.
- Hoevenagel, R, CAW Bertens, K Vringer en Th Aalbers (2000). *Consumptieve bestedingen in 2030, een verkenning met behulp van vier groepssessies*. Economisch instituut voor het Midden en Kleinbedrijf (ELM), Zoetermeer.
- Hofkes MW, AM Idenburg en H Verbruggen (1998). *Ontkoppeling Milieu en Economie; de noodzaak van een toename van de eco-efficiëntie?* RIVM (rapportnr. 778001002) Bilthoven.
- Hollander AEM de, Melse JM, Lebret E, Kramers PGN (1999). *An aggregate public health indicator to represent the impact of multiple environmental exposures*. Epidemiology 1999; 10: 606-17.
- Hoop DW de, en HJJ Stolwijk (1999). *Economische effecten van milieubeleidsvoornemens voor de landbouw voor 2002 en 2003. Beleidsvoornemen 10 september 1999*. Landbouw-Economisch Instituut/Centraal Planbureau, rapport 2.99.12, september 1999.
- Hootsmans RM, AF Bouwman, R Leemans, GJJ Kreileman en GJ van den Born (2000, in bewerking). *Modelling land degradation in IMAGE 2*. RIVM (rapportnr. 481508009), Bilthoven.
- Hopkin K (1999) *Couture cures: this drug's for you*. Scientific American, vol. 10, no. 3.
- Hughes L (2000). *Biological consequences of global warming: Is the signal already apparent?* Trends in Ecology and Evolution, 15: 56-61.
- ICES (1999a). *Effects of different types of fisheries on North Sea and Irish Sea bentic ecosystems*. Extract from the 2000 Report of the Advisory Committee on the Marine Environment. International Council for the Exploration of the Sea, Denemarken.
- ICES (1999b). *Ecosystem Effects of Fishing*. ICES/SCOR Symposium, Montpellier, France 15-19 March 1999. Book of Abstracts. International Council for the Exploration of the Sea (ICES) and Scientific Committee on Oceanic Research (SCOR).
- ICES (2000). *Effects of different types of fisheries on North Sea and Irish Sea bentic ecosystems*. Extract from the 2000 Report of the Advisory Committee on the Marine Environment. International Council for Exploration of the Sea, Denmark. 19pp.
- IKC Natuurbeheer (1997) *Expertvisie Milieu ten behoeve van de Natuurverkenning 1997*. Rapport IKC Natuurbeheer, Wageningen.
- In 't Veld RJ (2000). *Willens en wetens*. RMNO.
- IPCC (1995). *Second Assessment Report of Working Group I*. Cambridge University Press; Cambridge.
- IPCC (2000). *Special Report on Emission Scenarios; A Special Report of Working Group III*. Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- IPO (2000). *IPO kanskaart waterberging*. Inter Provinciaal Overleg, IPO-publicatienummer 129, Den Haag.
- Jager W (2000). *Modelling Consumer Behaviour*. Rijksuniversiteit Groningen. Publicatiereeks Kurt Lewin Instituut 2000-7.
- Janse P, WJ Dijkstra, JMW Dings, GP van Wee, RMM van den Brink, CJ Ruijgrok, H Uitenboogaart, DH Henstra, CE Cornelissen (2000) *Milieuwinst op het spoor. Synthese van onderzoeken naar milieu-effecten van het goederenvervoer per spoor*. CE/RIVM/TNO Inro, Delft/Bilthoven.
- Janse, JH en L van Liere (1995). *PCLake: a modelling tool for the evaluation of lake restoration scenarios*. Wat. Sci. Tech. 31, 371-374.
- Jeurink N en EJM Deliege (1998). *Milieu-evolgen van recreatie*. Tauw Milieu, Deventer.
- Kaku M (1998). *Visions- How science will revolutionize the Twenty-First Century*. Oxford University Press, UK.
- Kemp RPM (1995). *Environmental policy and technical change. A comparison of the technological impact of policy instruments*. University Maastricht, Pers Maastricht, Maastricht.

- Keuning S (2000). *De rol van biotechnologie in de duurzame samenleving van 2050*. (In Idenburg en Nagelhout, 2000).
- KNMI (1999). *De toestand van het klimaat in Nederland 1999*. KNMI, De Bilt.
- Leemans R (1999). *Applying Global Change Scenarios to Assess Changes in Biodiversity*. RIVM (rapportnr. 481508012), Bilthoven.
- LEI (2000). Kelholt HJ en B. Koole. *N-footprint 1980-1997, doorkijk 2030*. Reeks 'Planbureau-werk in uitvoering' Werkdocument 2000/03, LEI, Den Haag.
- LEI-DLO (1999). *Milieukosten gewasbescherming voor de land- en tuinbouw*. Reeks Milieuplanbureau, Den Haag.
- Ligteringen J (1999). *The feasibility of dutch environmental policy instruments: decreasing the environmental impact of households*. Twente University Press, Enschede.
- Lipfert FW (1997). *Air pollution and human health: perspectives for the '90s and beyond*. Risk Analysis 1997; 17: 137-46.
- Maas IAM, R Gijzen, IE Lobbezoo en MJJC Poos (1997). *Volksgezondheid Toekomst Verkenning 1997. I De gezondheidstoestand, een actualisatie*. Bilthoven/Maarssen: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en het Milieu, Elsevier/de Tijdstroom.
- Mackenbach JP, Verkleij (eds.) (1997). *Volksgezondheid Toekomst Verkenning 1997. II Gezondheidsverschillen*. Bilthoven/Maarssen: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en het Milieu, Elsevier/de Tijdstroom.
- Maslow (1962). *Toward a Psychology of Being*.
- Mees MM, CEJ Cuijpers en AH Piersma (1997). *Is sperm quality declining? A literature survey*. RIVM (rapportnr. 650030001), Bilthoven.
- Mickwitz P (1998). *Positive measures - panacea or placebo in international environmental agreements*. Nordic Council of Ministers, Kopenhagen.
- Ministerie van LNV (1990) *Regeringsbeslissing natuurbeleidsplan*. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij Tweede Kamer der Staten-Generaal. Vergaderjaar 1989-1990. SDU, 's-Gravenhage.
- Ministerie van LNV (1993) *Ontwerp-Nota Ecosystemen EHS : kwaliteiten en prioriteiten in de ecologische hoofdstructuur van Nederland*. IKC-NBLF.
- Ministerie van LNV (1995). *Integrale notitie Mest- en Ammoniakbeleid*. Tweede Kamer, vergaderjaar 1995-1996, 24 445, nr.1., Den Haag.
- Ministerie van LNV (1999a). *Notitie Gemeenschappelijk Visserijbeleid 2002*. Correspondentie met het Parlement, 19-07-1999. Directie Visserij. 20pp.
- Ministerie van LNV (1999b). *Integrale Aanpak Mestproblematiek*. Brief aan de voorzitter van de Tweede Kamer der Staten-Generaal d.d. 10 september 1999, Tweede Kamer, vergaderjaar 1998-1999, 26729, nr. 1., Den Haag.
- Ministerie van V&W (1994). *Aanvullend Milieueffectrapport Schiphol en omgeving*. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Projectbureau Mainport & Milieu Schiphol, Den Haag.
- Ministerie van V&W (1995). *PKB Schiphol en omgeving*. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Ministerie van Economische Zaken. Sdu-DOP, Leiden.
- Ministerie van V&W (1996). *Toekomst voor water. Nota watersysteemverkenningen*. Serie Watersysteemverkenningen. Serie Nota / RIZA, Rijksinstituut voor integraal zoetwaterbeheer en afvalwaterbehandeling ; 96.071. Serie Rapport / RIKZ ; 96.030.
- Ministerie van V&W (1997). *Klimaatverandering en bodemdaling; gevolgen voor de waterhuishouding van Nederland*. NW4-document, Den Haag.
- Ministerie van V&W (2000a). *Bereikbaarheids-offensief Randstad*. [www.bereikbaarheidsoffensief.nl/docs/BORDef.doc](http://www.bereikbaarheidsoffensief.nl/docs/BORDef.doc)
- Ministerie van V&W (2000b). *Ruimte voor de Rivier, een perspectief voor duurzame hoogwaterbescherming langs de bedijkte rivieren*. Discussienotitie, februari 2000, Den Haag.
- Ministerie van V&W (2000c). *Structuurschema Regionale en Kleine Luchthavens, Brief van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat aan de tweede Kamer*, nr. 26893, 30 maart 2000.
- Ministerie van V&W (2000c). *Water aan zet: de rol van water in de Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening*. Juni 2000, Den Haag.
- Ministerie van VROM (1993) *Beleidsplan drink- en industriewatervoorziening, Deel. 1: Ontwerp planologische kernbeslissing*. VROM, Den Haag.
- Ministerie van VROM (1995). *Beleidsplan Drink- en Industriewatervoorziening, Deel 2: reacties op de ontwerp pkb*. VROM, Den Haag.
- Ministerie van VROM (1996). *Vervolgnota Klimaatverandering*. VROM. Sdu Uitgeverij, Den Haag.
- Ministerie van VROM (1997). *Woonverkenningen, wonen in 2030*. Ministerie van VROM, dg Volkshuisvesting, Den Haag.
- Ministerie van VROM (1998a). *De regulerende energiebelasting – Evaluaties en reacties van Nederlandse huishoudens*. Publicatiereeks lucht & energie nr. 129. VROM, Den Haag.
- Ministerie van VROM (1998b). *Kosten en baten in het milieubeleid, definities en berekeningsmethoden*; nr 1998/6, Publicatiereeks milieustrategie, Den Haag.

- Ministerie van VROM (1999a). *Ruimtelijke Verkenningen 1999. Ruimtelijke Perspectieven in Europa*. VROM, Den Haag
- Ministerie van VROM (1999b). *Uitvoeringsnota klimaatbeleid: deel 1: binnenlandse maatregelen*. VROM, Den Haag.
- Ministerie van VROM (1999c). *Notitie Agenda vierde Nationaal Milieubeleidsplan*. Projectgroep NMP4, VROM, Den Haag.
- Ministerie van VROM (1999d). *Startnota 'De ruimte van Nederland'*. VROM, Sdu Uitgevers, Den Haag
- Ministerie van VROM (2000a). *Uitvoeringsnota klimaatbeleid: deel 2*. VROM, Den Haag, maart 2000.
- Ministerie van VROM (2000b). *Mensen, Wensen, Wonen. Nota Wonen*. VROM, Den Haag.
- Mooney DJ en AG Mikos (1999). *Growing new organs*. Scientific American, vol. 10, no. 3.
- Moor André de en Peter Calamai (1997). *Subsiding unsustainable development. Undermining the Earth with public funds*. Instituut voor Onderzoek van Overheidsuitgaven, Den Haag. Earth Council, San José, Costa Rica.
- Mulders R (1997). *The State of EIA in developing countries; EIA procedures in The Netherlands' Development Assistance Programme'*. Intern rapport, Ministerie van Buitenlandse zaken DGIS DML/MI, Den Haag.
- Mülschlegel, J (2000). *Toepassing WAPRO; versie 1999. Tevens achtergronddocument Nationale Milieuverkenning 2000-2030*. RIVM (rapportnr. 703717007), september 2000.
- NIPO (1999). Berenschot in: *Voedselveiligheid: waarborgen en waarborgen. Onderzoek naar het waarborgen van voedselveiligheid*. NIPO, nr. C8213, Utrecht.
- NLR (1970-2000). *Jaarberekening van de geluidbelasting rond Schiphol*. NLR, Amsterdam.
- NLR (2000). *Externe veiligheidsberekeningen aan de luchthaven Schiphol voor de Milieubalans 2000 en Milieuverkenning 5; Incl. herberekeningen MB98 en MB99*. NLR-CR-2000-315. NLR, Amsterdam.
- NOVEM (2000). *Het Perspectief project 11/2 jaar later; de stand van zaken bij 11 huishoudens*. NOVEM, Utrecht.
- OECD (1998). *Integrating distressed urban areas*. OECD, Parijs.
- Oers JAM van, H van de Mheen, Swart WAJM (1998). *Sociaal-economische verschillen in gezondheid, persoonsgebonden of plaatsgebonden*. Tijdschrift voor Gezondheidswetenschappen 1998; 76: 366-73.
- OESO (1997). *Reforming energy and transport subsidies*. OESO, Parijs.
- OESO (1998). *Improving the environment through reducing subsidies, Part I: summary and policy conclusions*. OESO, Parijs.
- Olivier JGJ, JAHW Peters (1999). *Internationale scheepvaart- en luchtvaartbunkerbrandstoffen: trends, rangorde van landen en vergelijking met nationale CO2-emissies*. RIVM (rapportnr. 773301002), Bilthoven.
- Oostermeijer JBG en CAM van Swaaij (1996) *De gevoeligheid van dagvlinders voor vermist, verdroging en verzuring. Een kwantificering van de relaties tussen dagvlinders en de milieufactoren stikstof, vocht en zuurgraad*. De Vlinderstichting, rapportnummer VS 96.03, Wageningen.
- Pauly D en V Christensen (1995). *Primary production required to sustain global fisheries*. *Nature* 374 pp. 255-257.
- Pauly D et al. (1998). *Fishing Down Marine Food Webs*. *Science* 279, 860-863.
- Pearce D en D Finck von Finckenstein (1999). *Advancing Subsidy Reforms: Towards a Viable Policy Package*. Paper Prepared for Fifth Expert Group Meeting on Financial Issues of Agenda 21, Nairobi, December 1999.
- Piersma AH, MQI Spanjersberg en MEW Beekhuizen (1999). *Lifestyle and cancer of the reproductive organs*. RIVM (rapportnr. 650030003), Bilthoven.
- Pikaar AJ en CJM de Jong (2000). *An enhanced method for the calculation of third party risk around large airports, with application to Schiphol*. NLR CR 2000-147, april 2000. NLR, Amsterdam
- Post D, Stokx LJ (eds.) (1997). *Volksgezondheid Toekomst Verkenning 1997. VI Zorgbehoefte en zorggebruik*. Bilthoven/Maarssen: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en het Milieu, Elsevier/de Tijdstroom.
- Projectbureau Stad en Milieu, ministerie van VROM. *Expert Meeting Stad & Milieu, najaar 1999*. Den Haag: Ministerie van VROM, 1999.
- Raskin P, P Gleick, P Kirschen, G Pontius en K Strzepek (1997). *Water futures: assessment of long-range patterns and problems*. Stockholm Environment Institute, Stockholm, Sweden.
- Raustiala, K (2000). *Review Processes in Multilateral Environmental Agreements: Institutions for the Review of Implementation, Compliance & Effectiveness in Ten Treaties*. Draft. In preparation for the United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.
- Reinders AHME, K Vringer en K Blok (1999) *The direct and indirect energy requirement of households in the European union in 1994*. Uitgave: Utrecht : Department of Science, Technology and Society, Utrecht University, Report: 99019.
- RIKZ (2000). Dillingh JG, PF de Ronde en Heinen. intern rapport RIKZ, Lelystad.
- RIVM (1988). *Zorgen voor morgen: nationale milieuverkenning 1985-2010*. Samson H.D. Tjeenk Willink, Alpen aan den Rijn.

- RIVM (1995) *Milieubalans 95. Het Nederlandse milieu verklaard*. RIVM, Bilthoven.
- RIVM (1995-1999) *Milieubalans (1995-1998)*. Samson H.D. Tjeenk Willink, Alphen aan de Rijn.
- RIVM (1997a). *Nationale Milieuverkenning 1997-2020*. Samson H.D. Tjeenk Willink bv, Alphen aan den Rijn.
- RIVM (1997b) *Natuurverkenning 1997*, Samson HD Tjeenk Willink, Alphen a/d Rijn.
- RIVM (1998a). *Leefomgevingsbalans, voorzet voor vorm en inhoud*. RIVM, Bilthoven
- RIVM (1998b). *Milieubalans 98*, Samson H.D. Tjeenk Willink, Alphen aan de Rijn.
- RIVM (1998c) *Schiphol binnen milieugrenzen, Beoordeling van de groeimogelijkheden op Schiphol binnen de PKB-randvoorwaarden voor geluid en externe veiligheid voor de periode tot 2020*. RIVM (rapportnr. 408130004), Bilthoven.
- RIVM (1999) *Milieubalans 1999*. Samson H.D. Tjeenk Willink, Alphen aan de Rijn.
- RIVM (2000a) *Natuurbalans 2000*. Samson H.D. Tjeenk Willink, Alphen aan de Rijn.
- RIVM (2000b) *Milieubalans 2000*. Samson H.D. Tjeenk Willink, Alphen aan de Rijn.
- RIVM, EFTEC, NTUA and IIASA (2000). *European Environmental Priorities: an Integrated Economic and Environmental Assessment*. RIVM (rapportnr. 481505010), Bilthoven.
- RIZA (1999). *Impacts of climate change and land subsidence on the water systems in the Netherlands: terrestrial areas*. RIZA rapport 99.049. NOP project 952210.
- RMNO (1992). *Meerjarenvisie 1992*. Raad voor het Milieu- en Natuuronderzoek. Rapportnr. 70, Rijswijk
- RMNO (1998). *'Factor 4', meer doen met minder*. Raad voor het Milieu- en Natuuronderzoek. Rapportnr. 134, Rijswijk.
- Rotmans en De Vries eds. (1997). *Perspectives on Global Change. The TARGETS Approach*. Cambridge University Press, UK.
- Ruwaard D, Kramers PGN (eds.) (1997). *Volksgezondheid Toekomst Verkenning 1997. De som der delen*. Bilthoven/Maarssen: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en het Milieu, Elsevier/de Tijdstroom.
- RWS (1998). *Jaarboek Rijkswateren 1998*. CDrom Monitoring rijkswateren.
- Schafer A en D Victor (1997). *The past and future of global mobility*. *Scientific American*, pp 36-39, October 1997.
- Schaminée JHJ en EJ Weeda (2000) *Waterplanten in beken en sloten: veranderingen in de laatste halve eeuw*. Interne rapportage Alterra, april. Aangevuld met persoonlijke mededelingen JHJ Schaminée en EJ Weeda.
- Schijndel MW van, en JPM Ros (2000) *Drijvende krachten achter technologieontwikkeling in productiesectoren. Schets van een expert ondersteunende methodiek voor prognoses*. RIVM (rapportnr. 778011002), Bilthoven.
- Schobben JHM (1997) *Ecosysteemontwikkeling zoute wateren : de mogelijkheden geanalyseerd*. Rijksinstituut voor Kust en Zee, RIKZ rapport 97.028, Den Haag.
- Schor JB (1998). *The overspend American*, 1998
- SCP (1996). *Publieke opinie en milieu; een verkenning van het sociale draagvlak voor het milieubeleid op grond van survey-gegevens*. Sociaal en Cultureel Planbureau, Den Haag.
- SCP (1998). *Van hoog naar laag; van laag naar hoog. De sociaal-ruimtelijke ontwikkeling van wijken tussen 1971 en 1995*. Den Haag: Elsevier bedrijfsinformatie, Cahier Sociaal en Cultureel Planbureau, nr. 152.
- Slaper H, GJM Velders, JS Daniel, FR de Gruijl, and JC van der Leun (1996). *Estimates of ozone depletion and skin cancer incidence to examine the Vienna Convention achievements*. *Nature* vol. 384, 256-258.
- Sluis T van der (2000). *Natuur over de grens –functionele relaties tussen natuur in Nederland en natuurgebieden in grensregio's*. Werkdocument natuurplanbureau 2000/1, RIVM, Bilthoven en Alterra, Wageningen.
- Smith KR, Corvalán CF en Kjellström T (1999). *How much global ill health is attributable to environmental factors*. *Epidemiology* 1999, vol.10, pp. 573-84.
- Thoenes P (1990). *Milieu en Consumptie; blijft meer steeds beter? In: Het milieu: denkbeelden voor de 21ste eeuw*. Commissie Lange Termijn Milieubeleid. Kerckebosch, Zeist.
- TNO (1998) *Nanotechnologie, quick scan*. TNO-STB. NRLO-rapportnr. 98/37, Den Haag.
- TNO (2000) *Hinder en andere zelf-gerapporteerde effecten van milieuverontreiniging in Nederland*, TNO, PG/VGZ/2000.012, februari 2000.
- Uffink, GJM (2000) *Toepassing LGMCAD voor berekening nitraat-concentraties in ruwwater op pompstations in Twente en Achterhoek. Tevens achtergronddocument voor Nationale Milieuverkenning 2000-2030*. RIVM (rapportnr. 703717010). In voorbereiding.
- UN (1993). *Agenda 21; Bossenverklaring, Biodiversiteitsverdrag en Klimaatverdrag*. Publicatie van Ministerie van VROM en BuZa, Den Haag, juni 1993
- UN (1997). *World urbanization prospects: The 1996 Revision*. New York.

- UN/ECE (1999a). *Report of the thirty-first session of the working group on strategies under the UNECE Executive body for the Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution, 20 september 1999*, document no. EB.AIR/WG.5/64. UN/ECE, Genève.
- UN/ECE (1999b). *Trends in Impacts of Long-range Transboundary Air Pollution*. Technical Report prepared by the Bureau, the International Co-operative Programmes (ICP) of the Working Group on Effects.
- UNDP (1999). *Human Development Report 1999*. United Nations Development Programme, New York, Verenigde Staten.
- UNEP (1997). *Recommendations for a core set of indicators of biological diversity*. Convention on Biological Diversity, UNEP/CBD/SBSTTA/5/12, and inf. 13, Montreal. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.
- UNEP (1998a). *Global Environmental Conventions and Agreements. Final amalgamated draft* (Interne achtergrondnotitie voor Global Environment Outlook 2000) United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.
- UNEP (1998b). *Scanning Subsidies and Policy Trends in Europe and Central Asia*. UNEP/DEIA/TR.98.2. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.
- UNEP (1999). *Global Environment Outlook 2000*. United Nations Environment Programme. Earthscan publications, London, Verenigd Koninkrijk.
- UN-FCCC (1998). *The Kyoto Protocol, to the Convention on Climate Change*. Published by the Climate Change Secretariat with the support of UNEP's Information Unit for Conventions. Ge98-01 185, June 1998-4,000. UNEP/IUC/98/2.
- Van der Eerden, LJ, J Franzang en HF van Dobben (2000). *Beoordeling van luchtkwaliteitscriteria voor bescherming van natuur*. Nota PRI/Alterra.
- Van der Maas PJ en PGN Kramers (eds.) (1997). *Volksgezondheid Toekomst Verkenning 1997. III Gezondheid en levensverwachting gewogen*. Bithoven/Maarssen: RIVM, Elsevier/De Tijdstroom.
- Van Holten Th (1998). *Kan vliegtuiglawaaï minder?* Voordracht op nationaal congres over geluid en trillingen bij weg-, rail-, en luchtverkeer. 9 november 1998.
- Van Swaay CAM (1999). *EKI-Dagvlinderindexen op basis van het referentiejaar 1950*. De Vlinderstichting, rapportnr. VS9912, Wageningen..
- Vedal S (1997). *Ambient particles and health: lines that divide*. J-Air-Waste-Manag-Assoc. 1997; 47: 551-81.
- Veen, MP van, F Fortezza, HJT Bloemen, JJ Kliest. (1999). *Indoor air exposure to volatile compounds emitted by paints: experiment and model*. Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology 9: 569-574.
- Vermeersch E (1990). *Weg van het WTK-complex: onze toekomstige samenleving*. In: *Het milieu: denkbeelden voor de 21ste eeuw*. Commissie Lange Termijn Milieubeleid. Kerckebosch, Zeist.
- Vitousek (1999). *Human Appropriation of the Products of Photosynthesis*. *BioScience* 36, No. 6, 368-373.
- Vlek C, A Rooijers en E Steg (1999). *Duurzamer Consumeren: meer kwaliteit van leven met minder materiaal?* Centrum voor Omgevings- en Verkeerspsychologie, Groningen.
- Vliet van AJH, C Heunks, BJE ten Brink (1999). *Natural Areas in Europe and the Change of Some Pressures*. A contribution to: economic assessment of priorities for a European Environmental Policy Plan (PEEP). Draft Internal Report, RIVM, Bilthoven.
- Vonk JM en JP Schouten (1998). *Daily emergency hospital admissions and air pollution in the Netherlands, 1982-1986 and 1986-1995*. Rapportnr. VROM regnr. 96.140072. Rijksuniversiteit Groningen.
- Voss D (1999) *A small world*. Scientific American, vol. 10 , no. 4.
- Vries, G.J. de (1999). *Milieukosten en technologische ontwikkeling*, Landbouw Universiteit Wageningen, Wageningen.
- Vringer K en K Blok (1995). *The direct and indirect energy requirements of households in The Netherlands*. Energy Policy, vol. 23, no. 10, p893-910.
- VROMraad (1999). *Nederland en het Europese milieu*, p. 57, Den Haag.
- VROMraad (2000). *Op weg naar het NMP4; advies over De agenda van het NMP4*. Adviesnr. 21, Den Haag.
- Wal J van der en KJ Noorman (1996). *Analysis of household metabolic flows in the Netherlands*. In: KJ Noorman en AJ Schoot Uiterkamp (eds.). Household metabolism effectively sustainable. IVEM, Groningen, 63-68.
- WCED (Commissie Brundlandt) (1987). *Our Common Future*. World Commission on Environment and Development, Oxford, University Press, Oxford, UK.
- WCMC (1998). *Freshwater Biodiversity: a preliminary global assessment*. Brian Groombridge and Martin Jenkins. Biodiversity Series No. 8. World Conservation Monitoring Centre - World Conservation Press, Cambridge, Verenigd Koninkrijk.
- WCMC (2000). *Natural capital indicators for OECD countries*. World Conservation
- Weaver P, Jansen L, G Van Grootveld, E Van Spiegel en P Vergragt (1997). *Sustainable Technology Development*. Greenleaf Publishing, Sheffield, UK.

- Wee B van, P Feimann en A Hanemaaijer (1999). *Het prijskaartje van milieumaatregelen voor verkeer. Discussiestuk over kosten en kosteneffectiviteit van verkeersmaatregelen*. In: Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk (CVS), "Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 1999: Nederland is afl!" CVS, Delft, 18 en 19 november.
- Weijnen M van (1998). In: RMNO, 1998.
- Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid (1992). *Grond voor Keuzen. Vier perspectieven voor de landelijke gebieden in de Europese Gemeenschap*. Rapporten aan de regering no. 2. Sdu Uitgeverij, Den Haag.
- Weterings R, J Kuijper en E Smeets (1997). *81 mogelijkheden Technologie voor duurzame ontwikkeling*. TNO/Studiecentrum voor Technologie en Beleid, Apeldoorn.
- WHO (1999a). *Overview of the environment and health in Europe in the 1990s*. Background document Third Ministerial Conference on Environment and Health. London 16-18 June 1999. WHO, Regional office for Europe. EUR/ICP/EPHCO 020205.
- WHO (1999b). *The world health report 1999, making a difference*. World Health Organisation, Geneve
- WHO (2000). *Noise guidelines 2000*. WHO.
- Wijnstekers W (2000). *The Evolution of CITES. Pre-COP II abridged electronic edition March 2000*. CITES secretariaat, Châtelaine-Genève, Zwitserland.
- Willems en Van den Wildenberg (1999). *Het arbeidsperspectief van de biomedische ingenieur*. Willems en Van der Wildenberg BV, Den Haag.
- Willems WJ, TV Vellinga, O Oenema, JJ Schröder, HG van der Meer, B Fraters en HFM Aarts (2000) *Onderbouwing van het Nederlandse derogatieverzoek in het kader van de Europese Nitraatrichtlijn*. RIVM (rapportnr. 718201002), Bilthoven
- Wolde A ten (1998). *Nanotechnologie, op weg naar een moleculaire bouwdoos*. Stichting Toekomst der Techniek. Rapportnummer SST-60.
- Wolde A ten (2000). *Essay Nanotechnologie* (In: Idenburg en Nagelhout, 2000).
- WRI (1996). *World Resources Report 1996-1997*. World Resources Institute, Washington, DC, Verenigde Staten.
- Zonneveld W en A Faludi (1998). *Europese integratie en de Nederlandse ruimtelijke ordening. Voorstudies en achtergronden V102*. Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid, Den Haag.





