

# Milieubalans 2001



# Milieubalans 2001

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)

Dienst Weg- en Waterbouwkunde (DWW)

Energie-onderzoek Centrum Nederland (ECN)

Hoofdingspectie Milieuhygiëne (HIMH)

Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI)

Landbouw-Economisch Instituut (LEI)

Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR)

Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ)

Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer  
en Afvalwaterbehandeling (RIZA)

Sociaal en Cultureel Planbureau (SCP)

***rivm***

Rijksinstituut  
voor Volksgezondheid  
en Milieu

**KLUWER** 

---

Vormgeving lay - out en productie : Studio RIVM  
Druk en afwerking : Wilco bv, Amersfoort

CIP-gegevens  
ISBN 90 14 08310 6  
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 Reprorecht (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: Kluwer, Postbus 4, 2400 MA Alphen aan den Rijn.

Bestelinformatie:  
Kluwer  
Postbus 4  
2400 MA Alphen aan den Rijn  
Telefoon: (0172) 46 68 33  
Fax: (0172) 46 67 69  
E-mail: klantenservice@kluwer.nl

---

## Voorwoord

De Milieubalans beschrijft de ontwikkeling in de toestand van het milieu en de effectiviteit van het gevoerde beleid. De Milieubalans evalueert tevens in welke mate de door het milieubeleid gestelde doelen zijn gehaald. In een aantal gevallen zijn ook de verwachte ontwikkelingen voor de komende vier jaar aangegeven om een betere beoordeling van de trends mogelijk te maken.

De eerste vier hoofdstukken beschrijven de milieukwaliteit op respectievelijk mondiale, continentale, regionale en lokale schaal. De laatste twee hoofdstukken gaan in op de risicoproblematiek en duurzaamheid.

De bijlagen geven de cijfermatige onderbouwing van de analyses in de tekst. Daarin wordt ook de kwaliteit van de cijfers aangegeven. De milieukwaliteitscijfers zijn, op een enkele uitzondering na, gebaseerd op metingen. Modellen worden gebruikt om de plaatselijke meetresultaten te vertalen naar een grotere ruimtelijke schaal, om trends in meetresultaten te analyseren en om relaties tussen emissies, milieukwaliteit en effecten te leggen. Emissies zijn meestal niet direct te meten. Het gaat hier om een combinatie van metingen en modelberekeningen. Metingen van milieukwaliteit bieden veelal de mogelijkheid om het berekende verloop van emissies op plausibiliteit te beoordelen.

Een gedetailleerd cijfermatig overzicht is te vinden in het Milieucompendium 2001 - Het milieu in cijfers - een gezamenlijke uitgave van RIVM en CBS. Dit naslagwerk wordt in 2001 in boekvorm uitgegeven en is te vinden op <http://www.rivm.nl/milieucompendium>.

Gelijktijdig met deze Milieubalans brengt het RIVM als aanvulling op de Nationale Milieuverkenning 5 de publicatie Bouwstenen voor het NMP4 uit. Dit rapport bevat de informatie die is gebruikt bij het formuleren van de nieuwe milieudoelstellingen zoals die zijn opgenomen in het vierde Nationaal Milieubeleidsplan.

De directeur Milieuplanbureau van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu



prof. ir. N.D. van Egmond



---

# Inhoudsopgave

Voorwoord 5

HET MILIEU IN PERSPECTIEF 9

- 1 KLIMAATVERANDERING EN OZONLAAG 19
  - 1.1 Beleidsrelevante ontwikkelingen 19
  - 1.2 Maatschappelijke ontwikkelingen en milieudruk 24
  - 1.3 Milieukwaliteit en effecten 38
    - 1.3.1 Versterkte broeikaswerking 38
    - 1.3.2 Aantasting ozonlaag 41
  
- 2 GRENSOVERSCHRIJDENDE LUCHTVERONTREINIGING 47
  - 2.1 Beleidsrelevante ontwikkelingen 47
    - 2.1.1 Europees beleid 49
    - 2.1.2 Nederlands beleid 51
  - 2.2 Milieudruk en milieukwaliteit 52
    - 2.2.1 Zwaveldioxide 52
    - 2.2.2 Stikstofoxiden 54
    - 2.2.3 Emissie van vluchtige organische stoffen 57
    - 2.2.4 Ozon 59
    - 2.2.5 Fijn stof 62
  
- 3 LAND EN WATER 67
  - 3.1 Beleidsrelevante ontwikkelingen 67
  - 3.2 Maatschappelijke ontwikkelingen in het landelijk gebied 70
    - 3.2.1 Land- en tuinbouw 70
    - 3.2.2 Drinkwaterbehoefte en afvalwaterverwijdering 71
  - 3.3 Milieudruk 71
    - 3.3.1 Mest 71
    - 3.3.2 Nutriënten in water 72
    - 3.3.3 Vermestende emissies naar de bodem 72
    - 3.3.4 Depositie vanuit de lucht; verzuring en vermessing 74
  - 3.4 Milieukwaliteit 77
    - 3.4.1 Bodemkwaliteit 77
    - 3.4.2 Grondwaterkwaliteit 79
    - 3.4.3 Oppervlaktewaterkwaliteit 79
  - 3.5 Effecten van natuur en risico's voor de mens 80
    - 3.5.1 Effecten natuur 80
    - 3.5.2 Aanwijzingen voor effecten 82
    - 3.5.3 Risico's voor de mens 83
  - 3.6 Bestrijdingsmiddelen 84
  - 3.7 De Nederlandse zoute wateren 86
    - 3.7.1 Gebruiksfuncties en milieudruk 86
    - 3.7.2 Waterkwaliteit 89
    - 3.7.3 Visserij 90

---

4	DE LEEFOMGEVING	93
4.1	Beleidsrelevante ontwikkelingen	93
4.2	Verdeling van milieudruk over de bevolking	96
4.3	Geluid	99
4.4	Luchtverontreiniging en geurhinder	104
4.5	Externe veiligheid	106
5	RISICO'S EN VEILIGHEID	115
5.1	Ontwikkelingen rond gezondheid en veiligheid	115
5.2	Risicobeleid in historisch perspectief	116
5.3	Risicobeleving	119
5.4	Risicovergelijking	120
5.5	Risicobeoordelingen in de beleidspraktijk	121
5.6	Conclusie	122
6	DUURZAME ONTWIKKELING	125
6.1	Indicatoren voor duurzame ontwikkeling	126
6.2	Nederland in internationale context	128
6.3	Afwegingen rond duurzaamheid	130
6.4	Wat dragen bedrijven bij aan duurzaamheid?	132
6.5	De bijdrage van de burger aan duurzaamheid	134
	Bijlage 1 Emissies per thema per doelgroep	139
	Bijlage 2 Milieukwaliteit	152
	Bijlage 3 Productie en verwerking van afval per doelgroep	156
	Bijlage 4 Ontwikkeling milieukosten	157
	Afkortingen	159
	Referenties	161
	Index	165



# HET MILIEU IN PERSPECTIEF

## Algemeen beeld

*Het eerste Nationaal Milieubeleidsplan (1989) beoogde de milieudruk vóór 2010 terug te brengen tot een risiconiveau dat verwaarloosbaar was voor zowel de gezondheid als voor ecosystemen. Naar verwachting was de bestaande milieutechnologie daarvoor ontoereikend, zodat ook structurele veranderingen in verkeer, landbouw en energiesystemen nodig zouden zijn.*

*Sindsdien zijn aanzienlijke successen geboekt: de meeste emissies zijn gedaald terwijl de economische groei aanhield. De milieudruk is echter nog niet gedaald tot een niveau waarop ze geen schade meer kan veroorzaken. Ondanks de bereikte ontkoppeling tussen economische groei en emissies ging de natuur in Nederland in de tussentijd verder achteruit. Gezondheidsrisico's en geluid- en geurhinder namen over het algemeen af, maar liggen nog boven het oorspronkelijk beoogde niveau. Ook wereldwijd neemt de invloed van de mens op natuurlijke kringloopprocessen nog steeds toe. Jaarlijks verdwijnen er natuurgebieden om plaats te maken voor landbouwgrond en stedelijk gebied, en sterven dier- en plantensoorten uit.*

*Het onlangs uitgebrachte Nationaal Milieubeleidsplan 4 (NMP4) verschuift een deel van de doelen uit het NMP1 naar 2030 en wil opnieuw komen tot systeemvernieuwingen. De overheid wil, om moeilijk oplosbare milieuproblemen op te lossen, initiatieven nemen om transitieprocessen op gang te brengen. De verwachting daarbij is dat vooral technologische doorbraken de benodigde vermindering van de milieudruk zullen bewerkstelligen. De belangrijkste oorzaken van de milieuproblematiek in Nederland blijven liggen op het gebied van de landbouw - met name de intensieve veehouderij -, het energiegebruik, de toenemende mobiliteit en de ruimtedruk door de verstedelijking. Inmiddels is stringent beleid ingezet om de milieudruk door de intensieve veehouderij te verminderen, waaronder ook maatregelen om de veestapel te verkleinen.*

*Er zijn voldoende technologische middelen voorhanden om de koolstofdioxide(CO<sub>2</sub>)-emissies door energiegebruik in Nederland op termijn met enkele tientallen procenten te verlagen. Het voor Nederland gestelde tussendoel voor 2008-2012 (6% reductie van de broeikasgasemissies ten opzichte van 1990) kan, als de economische groei beperkt blijft, met het huidige beleid gehaald worden. Daartoe dienen wel alle maatregelen uit de Uitvoeringsnota Klimaat tijdig en volledig te worden uitgevoerd. Een aantal maatregelen is echter sterk vertraagd, zoals het kolenconvenant en de realisatie van reducties in het buitenland.*

*De automobiliteit neemt jaarlijks toe. Doelstellingen voor beperking van het autoverkeer werden nooit gerealiseerd en in het nieuwe Nationaal verkeers- en vervoersplan (NVVP) is geen expliciet mobiliteitsdoel meer opgenomen. De sinds 1985 geboekte efficiencywinst van 15% á 20% is tenietgedaan door groei in vermogen en gewicht van het*

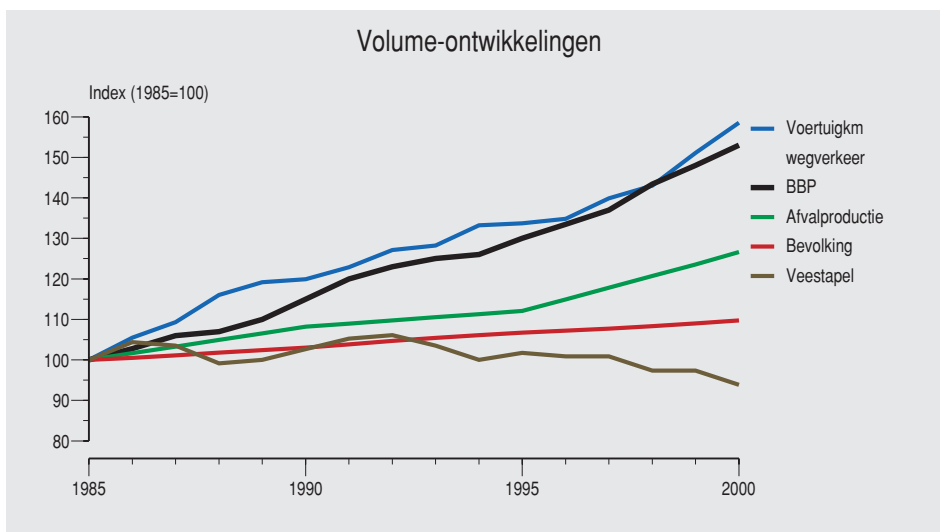
personenautopark. De invoering van rekeningrijden, zoals reeds aangekondigd in het NMPI, riep veel weerstand op. Daarom wordt nu ingezet op een kilometerheffing.

Doelstellingen op het gebied van natuur en landschap vergen naast een geschikte milieukwaliteit ook voldoende ruimte. De voortgaande vervlakking en versnippering van het landschap is nog niet tot staan gebracht. Met het in de Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening voorgestelde beleid wordt bijna 80% van de in Nederland gelegen internationaal gezien veelal unieke landschappen niet beschermd. Zij vallen niet binnen de zogeheten groene contouren. Ruim 20% van die waardevolle landschappen ondervindt een sterke verstedelijkingsdruk.

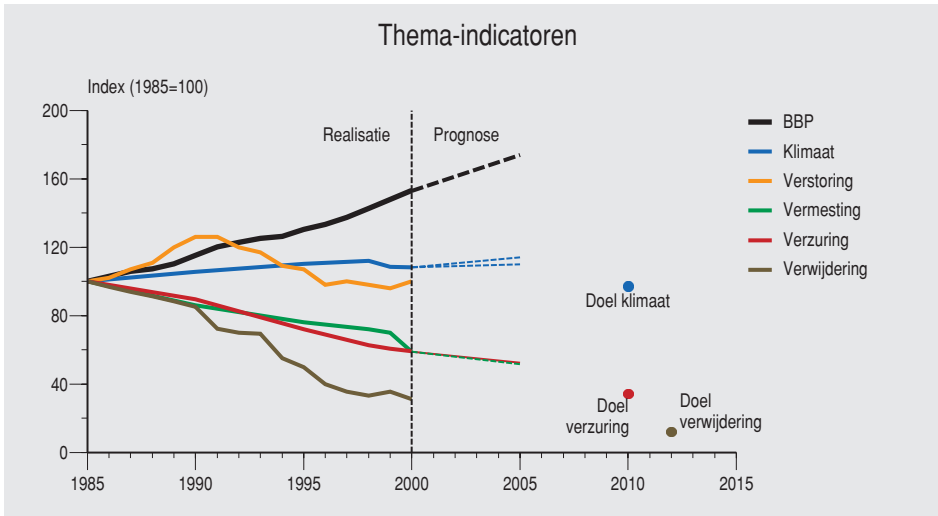
De sturingsmogelijkheden van nationale overheden nemen af door de internationalisering van het milieubeleid en door de globalisering en liberalisering van de economie. Inmiddels wordt zo'n driekwart van de Nederlandse milieuregels in Brussel bepaald. Tegelijkertijd wordt een aantal bevoegdheden naar de lagere overheden gedecentraliseerd. Formulering, implementatie en handhaving van beleid doorlopen een ingewikkeld en tijdrovend proces. Op een aantal punten is Nederland de afgelopen tijd in gebreke gesteld, zoals bij de uitvoering van de Nitraatrichtlijn. Het is voor Nederland relatief moeilijk gebleken om de overeengekomen Europese milieudoelstellingen te halen, gegeven de hoge bevolkingsdruk, de daarmee gepaard gaande mobiliteit, de energie-intensieve industrie en de mineralenintensieve veehouderij. Desondanks treedt Nederland wel vaak als voortrekker op bij internationale onderhandelingen.

## Het jaar 2000

Economisch ging het Nederland in 2000 voor de wind. Daarmee nam ook de omvang van een groot aantal milieubelastende activiteiten toe (figuur 1). Wegverkeer en indu-



Figuur 1 Volume-ontwikkelingen in Nederland, 1985-2000 (Bron: CPB, CBS en RIVM).



*Figuur 2 De milieudruk per thema in relatie tot de ontwikkeling van het BBP, 1985-2005. Geef de mate van ontkoppeling voor economische ontwikkeling en milieudruk.*

striële productie namen de afgelopen tien jaar sneller toe dan het bruto binnenlands product (BBP). Energiegebruik en afvalproductie namen minder dan evenredig toe. In de periode 1990-2000 groeide het BBP gemiddeld met 3,5% per jaar en het energiegebruik met ruim 1% per jaar. Door allerlei technische maatregelen kon op een groot aantal terreinen de milieudruk ondanks de voortgaande economische groei worden verminderd, met uitzondering van CO<sub>2</sub>. De reductie van milieudruk was in veel gevallen onvoldoende om de voor 2000 geformuleerde milieudoelen te halen (zie ook *tabel 1*).

## Het klimaatbeleid

Mondiaal neemt de uitstoot van broeikasgassen nog steeds toe. Het IPCC heeft recent geconcludeerd dat het klimaat inderdaad verandert en dat deze verandering waarschijnlijk grotendeels het gevolg is van de antropogene uitstoot van broeikasgassen. Gezien de aard van het klimaatprobleem blijven onvermijdelijk wetenschappelijke onzekerheden bestaan.

In Bonn is onlangs een groot aantal industrielanden het eens geworden over de wijze waarop de Kyoto-afspraken (ruim 5% reductie van broeikasgasemissies ten opzichte van 1990) moet worden ingevuld. De effectiviteit van de afspraken is voornamelijk beperkt nu de Verenigde Staten afzien van uitvoering van het Protocol. De afspraken in Bonn geven ruimte voor het meetellen van de (tijdelijke) vastlegging van CO<sub>2</sub> in bossen en landbouwsystemen en voor emissiereductie in het buitenland. Vooral dat laatste zorgt voor een aanzienlijke besparing van de kosten. Het gevaar bestaat wel dat de effectiviteit van de reductieafspraken teniet wordt gedaan als Rusland en de Oekraïne emissierechten zouden gaan verkopen die zij vanwege de gekrompen economie zelf niet nodig hebben (de zogeheten handel in 'hot air'). Als deze mogelijkheid wordt beperkt zal de Kyoto-afspraken ertoe leiden dat de emissie wereldwijd met 1-2% minder stijgt.

Energie-efficiencydoelen vormen een belangrijk onderdeel van het Nederlandse energiebeleid. Het risico bestaat dat bij hoge economische groei wel deze efficiencydoelen worden gehaald, maar niet het absolute CO<sub>2</sub>-emissiedoel. De energie-efficiency van de economie nam in het afgelopen decennium met 1,3-1,5% per jaar toe. De doelstelling voor energiebesparing voor de periode 1990-2000 is 1,6% per jaar. Het is onzeker of het besparingstempo in de komende jaren zelfs op het huidige niveau blijft. In het convenant Benchmarking leggen de grote industriële energiegebruikers zich vast om qua energie-efficiency tot de wereldtop te gaan behoren. Deze besparingsnorm is nog niet uitgewerkt en de overheid heeft weinig harde instrumenten voor controle. Het aandeel duurzame energie bleef achter bij de doelstelling: in 2000 bedroeg het aandeel 1,3%, terwijl de doelstelling 3% was.

De prijseffecten van heffingen op brandstof en energie hebben in de afgelopen periode de effecten van inkomensgroei niet kunnen compenseren. Door de invoering van de regulerende energiebelasting is voor het eerst sinds de oliecrisis sprake geweest van een reële prijsstijging van gas en elektriciteit. Mede door de inkomensstijging neemt het elektriciteitsverbruik van huishoudens echter nog steeds toe.

De liberalisatie van de energiemarkt zorgde in 1999 voor een aanzienlijke toename van de import van stroom. Op zich was dat gunstig voor de vermindering van de CO<sub>2</sub>-emissie binnen Nederland, maar het leverde geen bijdrage aan de vermindering van de mondiale CO<sub>2</sub>-emissie. Doordat de importcapaciteit van het elektriciteitsnet nu maximaal benut is, bleef de stroomimport in 2000 constant. Door de relatief hoge prijs van aardgas ten opzichte van kolen is de concurrentiepositie van warmtekrachtkoppeling (WKK) op de energiemarkt verslechterd. Veel bedrijven beperken hun productie of zetten hun WKK-installaties in de daluren stil. In voorgaande jaren was juist door de toename van de gasgestookte WKK-capaciteit een positief milieueffect bereikt. Er is een budget van 300 miljoen gulden gereserveerd om de WKK-installaties financieel te ondersteunen.

De totale emissie van broeikasgassen in Nederland is in 2000 ongeveer gelijk gebleven met 1999. Dit is het gevolg van een stijging van de (temperatuurgecorrigeerde) CO<sub>2</sub>-emissie met circa 1% en een daling van de CO<sub>2</sub>-equivalente emissie van de overige broeikasgassen. De emissieontwikkeling van alle broeikasgassen tezamen, gemeten volgens de afspraken van Kyoto (geen temperatuurcorrectie, referentiejaar 1990/1995) staat nu op bijna +3% en er wordt in de komende jaren een lichte stijging verwacht. Het doel voor 2008-2012 is -6% inclusief reductie in het buitenland.

Maar als alle maatregelen uit de Uitvoeringsnota Klimaat worden gerealiseerd, als er tijdig contracten worden afgesloten voor emissiereductie in het buitenland en als de economische groei beperkt blijft, kan de Kyoto-doelstelling met bestaand beleid toch worden gerealiseerd. Een aantal belangrijke elementen uit de Uitvoeringsnota is echter nog niet gerealiseerd, zoals het kolenconvenant, en ook met reducties in het buitenland is nog niet of nauwelijks begonnen.

### Emissie monitoring nog niet op orde

Emissies van een aantal stoffen naar lucht, zoals  $\text{NO}_x$ , en de emissies van prioritair stoffen naar water worden zeker bij grote bedrijven voldoende nauwkeurig gemeten om de emissieontwikkelingen op nationale schaal te kunnen volgen. Bij de verwerking en registratie van emissies in de sinds 2000 verplichte jaarverslagen gaat echter veel mis. Een aantal fouten kan nog tijdig worden gecorrigeerd. Voor een aantal stoffen zijn de emissiereeksen echter noodgedwongen incompleet. Dit geldt onder andere voor fijn stof en

benzeen. Het brandstofgebruik waaruit de  $\text{CO}_2$ -emissie wordt berekend is bij de bedrijven precies bekend. Het systeem van milieujaarverslagen kan op termijn goed werken als heldere richtlijnen van de overheid over de meetmethoden en -programma's zijn geformuleerd en de registratie en controle wordt verbeterd. De controle wordt bemoeilijkt doordat concurrentiegevoelige informatie, zoals informatie over het brandstofgebruik, soms ontbreekt.

## Luchtverontreiniging

De doelen voor 2000 uit het NMP1 zijn voor zwaveldioxide ( $\text{SO}_2$ ) gehaald. Voor vluchtige organische stoffen (VOS) zijn de emissies in de periode 1980-2000 ongeveer gehalveerd. Het oorspronkelijke NMP-doel was een reductie met 60% in 2000. De emissiedoelen voor stikstofoxiden ( $\text{NO}_x$ ) en ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) bleven ver buiten bereik. Inmiddels heeft het NMP4 nieuwe, minder ambitieuze doelstellingen geformuleerd voor 2010. De minder vergaande doelen voor de depositie van stikstof en potentieel zuur hebben als gevolg dat de bescherming van de natuur in 2010 minder zal zijn dan eerder beoogd: op 20-30% van het areaal zal de bestaande natuur volledig beschermd worden in plaats van op 80%. In 2000 werd circa 10% van de natuur - in termen van behoud van de soortenrijkdom - beschermd tegen verzuring en vermisting.

In 2005 moeten alle landen van de Europese Unie voldoen aan enkele nieuwe EU-richtlijnen voor luchtkwaliteit. Op dit moment voldoet Nederland al aan de normen voor  $\text{SO}_2$  en lood en de norm voor fijn stof komt binnen bereik. Problemen lijken zich voor te doen bij de stikstofdioxide ( $\text{NO}_2$ )-norm en de voorlopige norm van fijn stof voor 2010. Deze normen worden momenteel door de Europese Commissie geëvalueerd. In 2000 werd over 1700 km in straten en wegen van steden in de Randstad de nieuwe EU-norm voor  $\text{NO}_2$  overschreden. Als het huidige beleid wordt voortgezet, is een aanzienlijke verbetering van de luchtkwaliteit in 2010 te verwachten. Dit betekent echter niet dat er dan geen overschrijding meer plaatsvindt: met name langs drukke snelwegen in stedelijk gebied met een totale weglengte van 450 km zal de norm voor  $\text{NO}_2$  overschreden worden. Afhankelijk van de weersgesteldheid kan dit een overschrijding betekenen bij ten minste 1500 tot meer dan 13.000 woningen. De meeste woningen staan langs snelwegen in Rotterdam (ruit van Rotterdam) en Amsterdam (A10 west). De kosten voor lokale aanpassingen (luifels, tunnels, sloop woningen) om in 2010 te voldoen aan de norm, bedragen circa 3-7 miljard gulden. Er is een aantal Vinex-locaties in aanbouw waar in de toekomst overschrijdingen kunnen optreden als in de stedenbouwkundige plannen onvoldoende rekening wordt gehouden met luchtkwaliteitsnormen.

## Het mestbeleid

De emissie van fosfaat is de afgelopen jaren gedaald. Inmiddels lijkt ook een daling in de stikstofemissies op gang te komen, vooral doordat er minder stikstof uit kunstmest gebruikt wordt. De komende jaren scherpt de overheid de normen voor het stikstof- en fosfaatverlies in het zogenaamde Mineralenaangiftesysteem (MINAS) verder aan, waardoor de emissies verder zullen dalen. Hierdoor kan niet alle geproduceerde mest meer worden afgezet en ontstaat er dus een mestoverschot. Uitgaande van de in 2003 geldende verliesnorm zou er nog circa 3-13 miljoen kg fosfaat (2-8% van de totale hoeveelheid) aan productierechten moeten worden opgekocht. De marge is afhankelijk van onzekerheden over mestexport en mestacceptatie door akkerbouwers. Er is in 2001 150 miljoen gulden beschikbaar gesteld om fosfaat op te kopen. Voor dat bedrag kan ongeveer 3 miljoen kg worden opgekocht. De toepassing van de oorspronkelijke EU-norm voor het gebruik van dierlijke mest zou een veel grotere inkrimping van de veestapel vergen. De EU heeft nog niet positief gereageerd op het Nederlandse voorstel om een hogere gebruiksnorm te hanteren in combinatie met de verliesnormen uit MINAS.

De belangrijkste milieueffecten van vermisting zijn: bedreiging van het drinkwater door nitraat, eutrofiëring van het oppervlaktewater door fosfaat en aantasting van ecosystemen door depositie van ammoniak. De gemiddelde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater in zandgebieden is de afgelopen jaren gedaald van circa 150 naar 125 mg/l, maar ligt nog ruim boven de norm van 50 mg/l. De gevolgen hiervan voor de drinkwatervoorziening zijn beperkt. De nitraatconcentratie in het diepe grondwater ligt in het algemeen onder de norm en deze neemt niet of nauwelijks toe. Wel is de afgelopen jaren vanwege te hoge nitraatconcentraties op een beperkt aantal locaties de winning stopgezet. Dit betrof met name locaties in het oosten van Nederland. In natuurgebieden is de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater in de afgelopen tien jaar gedaald van gemiddeld 30 naar 20 mg/l. Daarmee bevindt de concentratie zich nu onder de streefwaarde. De ophoping van fosfaat in de bodem zal nog verder doorgaan, zij het dankzij scherpere normen in een langzamer tempo. Door vermisting is de kwaliteit van de ecosystemen in de sloten van het landelijk gebied zeer matig. Deze kan echter wel verbeteren als de daling van de fosfaatemissie aanhoudt. Aanvullende maatregelen zijn dan nodig. Zo valt het gebruik van fosfaatkunstmest nog niet onder MINAS.

De ammoniakemissie uit de landbouw is sinds 1990 met ruim 30% gedaald. De nieuwe en minder stringente NMP4-doelstellingen voor het jaar 2010 kunnen met het huidige beleid waarschijnlijk worden gehaald. Generiek beleid kan worden aangevuld met gebiedsgericht beleid in de vorm van beperkingen aan agrarische bedrijvigheid in en rondom natuurgebieden. Regelingen zoals voor de opkoop van mest en de aankoop van grond zouden specifiek gericht kunnen worden op landbouwenclaves in natuurgebieden. Dit kan leiden tot een aanvullende verlaging van de stikstofdepositie in gevoelige gebieden. Gebieden als het Dwingelerveld in Drenthe en het gebied rond de Hierdense Beek op de Veluwe bieden hiervoor een goed perspectief.

### **Gebruik bestrijdingsmiddelen gedaald maar ecologische effecten blijven merkbaar**

De reductiedoelstelling uit het Meerjarenplan Gewasbescherming (50% minder gebruik van bestrijdingsmiddelen) is gehaald. Dit werd vrijwel geheel veroorzaakt doordat de toegepaste hoeveelheid grondontsmettingsmiddelen aanzienlijk is verminderd. Het gebruik van andere bestrijdingsmiddelen is niet gedaald. Uit metingen blijkt

dat de concentraties in het milieu afnemen en dat het aantal keren dat normoverschrijding wordt waargenomen afneemt. Het aantal locaties waar normoverschrijding wordt gemeten is nog niet gedaald. De ecologische risico's blijven dan ook aanwezig. Aanvullend beleid is aangekondigd in de nota Zicht op gezonde teelt.

## **De zee**

De meeste effecten op het ecosysteem van het zoute water wordt veroorzaakt door de visserij, de scheepvaart en de aanvoer van voedingsstoffen. De internationale afspraken over reductie van de belasting van de Noordzee tussen 1985 en 2000 zijn voor fosfaat wel gehaald (60% reductie), maar voor stikstof niet. In plaats van de afgesproken reductie met 50% realiseerde Nederland slechts 20%. De recente saneringsrondes in de vissersrijvloot hebben niet geleid tot een aantoonbare verlaging van de visvangst. Alleen het aantal haringen in de Noordzee is onder dit nieuwe regime toegenomen. Het huidige beleid is tot nu toe niet effectief gebleken voor kabeljauw en schol.

## **De leefomgeving**

Wijken en buurten met veel lagere inkomensgroepen hebben meer dan gemiddeld te maken met ernstige geluidhinder en lokale luchtverontreiniging en beschikken over minder groen.

Verkeer en vervoer spelen een dominante rol bij lokale luchtverontreiniging en geluidbelasting en de gezondheidsklachten die daaruit voortvloeien. Met name in steden, in straten en langs snelwegen kunnen gezondheidseffecten optreden. Ruim een derde van de stedelijke bevolking wordt blootgesteld aan overschrijding van normen voor NO<sub>2</sub>. Ongeveer 75% hiervan heeft te maken met geluidsniveaus boven de streefwaarde van 50 dB(A). Bij ruim 1% van de woningen wordt zelfs de 70 dB(A)-grens overschreden.

In het NMP4 is als doelstelling opgenomen dat in 2010 de grenswaarde van 70 dB(A) bij woningen niet meer mag worden overschreden.

In het stedelijk gebied met een geluidbelasting tussen 50 en 70 dB(A) wordt gestreefd naar een forse verbetering van de akoestische kwaliteit. Het Rijk draagt hieraan bij door de rijksinfrastructuur aan te pakken en door in Europees verband te streven naar aanscherping van de eisen aan voertuigemissies. Nieuwe geluidswetgeving (MIG) biedt lokale overheden de mogelijkheid om eigen geluidsbeleid te ontwikkelen en geluid af te wegen tegen andere aspecten van de leefomgeving. Het gaat dan vooral om ruimtelijk ordeningsbeleid, aanleg van 'stil asfalt', het plaatsen van schermen en een andere verkeerscirculatie.

Het is nog onduidelijk of deze decentralisatie zal leiden tot de beoogde afname van de totale geluidbelasting. Bij een voortgaande groei van verkeer en vervoer zal zonder aanvullend beleid tussen nu en 2010 het percentage inwoners in Nederland dat is blootgesteld aan geluid (> 50 dB(A)) met bijna 10% toenemen. Er is echter ook een scenario mogelijk waarbij de blootstelling met ruim 10% afneemt, als de verschillende overheden gezamenlijk in staat blijken de geluidbelasting in bebouwde gebieden met enkele dB's te verlagen.

Voor fijn stof is nog onduidelijk welke fractie ervan precies tot negatieve gezondheidseffecten leidt. Meer kennis kan mogelijk leiden tot vergroting van de kosteneffectiviteit van het fijn stof beleid. Wellicht spelen koolstofhoudende en ultrafijne stofdeeltjes een grotere rol dan tot nu toe wordt gedacht.

Onder andere door het koolwaterstoffenbeleid dat de overheid in de afgelopen jaren heeft gevoerd, zijn de piekniveaus voor ozon afgenomen. De norm wordt echter nog regelmatig overschreden.

## Veiligheid

De gezondheidsrisico's door milieu-invloeden blijven in Nederland beperkt tot enkele procenten van het totaal aantal ziekte- en sterfgevallen. Op dit moment leeft de gemiddelde Nederlander langer en gezonder dan ooit. Medische zorg, verbeterde drinkwatervoorziening en rioolwaterzuivering en beleid voor gevaarlijke stoffen (zoals PCB's, dioxines en bestrijdingsmiddelen) hebben bewerkstelligd dat de milieugerelateerde gezondheidsrisico's in de afgelopen decennia sterk zijn verminderd. In het stoffenbeleid is in de regel anticiperend opgetreden onder meer door toepassing van veiligheidsmarges en toepassing van het voorzorgbeginsel. Milieugerelateerde gezondheidsproblemen worden op dit moment met name veroorzaakt door fijn stof, ozon, UV en hinder en slaapverstoring door geluid. Meer dan 90% van de binnenwateren en het kustwater voldoet aan de Europese richtlijn voor zwemwater.

Het afgelopen jaar stond in het teken van de nasleep van de rampen in Enschede en Volendam. De veiligheidscultuur die werd verondersteld bleek in de feitelijke taak- en verantwoordelijkheidsverdeling tussen overheden en bedrijfsleven niet te zijn waargemaakt. Om de externe veiligheid te verbeteren, lijkt een goede handhaving van de huidige wet- en regelgeving effectiever dan het aanscherpen van risiconormen. Tot nu toe zijn voor zover bekend noch aan de overschrijding van de verplichte rapportagertermijn (vijf jaar) door risicobedrijven, noch aan de overschrijding van risiconormen, behoudens in één enkel geval, consequenties verbonden door het bevoegd gezag.

Op dit moment worden in Nederland ten minste 23.000 inwoners blootgesteld aan een hogere jaarlijkse overlijdenskans door ongevallen met gevaarlijke stoffen dan de norm van één op miljoen mensen per jaar, waarvan 20.000 mensen als gevolg van de luchtvaart. Luchtvaart, spoorwegemplacementen en grote chemische bedrijven leveren de belangrijkste bijdrage aan de kans op ongevallen waarbij meer dan tien slachtoffers



(groepsrisico) vallen. De kans dat zich ergens in Nederland een ramp met meer dan tien slachtoffers voordoet, is eens in de 200 jaar. Als de regels niet volledig gehandhaafd worden, kan dat risico echter aanzienlijk hoger liggen.

Voor Schiphol wordt de ontwikkeling van de externe veiligheidsrisico's afgemeten aan de situatie van 1990. De risicosituatie heeft zich over de afgelopen tien jaar ongunstig ontwikkeld. Het groepsrisico (de kans op een ramp met meer dan tien doden) lag in 2000 bijna 50% hoger dan in 1990. Naar verwachting zal bij het gereedkomen van de vijfde baan de risicosituatie tijdelijk verbeteren, maar bij voortgaande groei van het aantal vliegbewegingen zullen alle risicoparameters, behalve het aantal woningen binnen de  $10^{-6}$  contour, weer boven het niveau van 1990 uitstijgen.

Uit de maatschappelijke reacties op de rampen in de Bijlmermeer, Enschede en Volendam blijkt dat een calamiteit waarbij meer dan tien doden vallen veel ernstiger wordt opgevat dan wanneer er sprake is van tien ongevallen met elk één dode. Achteraf wordt de vraag gesteld hoe de risicosituatie zich zo heeft kunnen ontwikkelen. Het groepsrisico is de enige maat die de kans weergeeft op een ongeluk met een groot aantal slachtoffers. Voor de beoordeling van de uiteindelijke effectiviteit van beleid dat is gericht op het voorkomen van een ramp, is het groepsrisico dan ook de meest relevante maat en is het dus nodig het groepsrisico te kennen. Echter, het groepsrisico dreigt als maat voor de kans op een *vliegramp* steeds meer uit het zicht en daarmee uit de beleidsafweging te verdwijnen.

Tabel 1 Kerngegevens Nederlandse Milieukwaliteit.

Jaar	Eenheid	1990	2000	2000 doel	2010 doel NMP3	2010 doel NMP4
<b>Emissies</b>						
<b>Klimaatverandering</b>						
CO <sub>2</sub>	miljard kg CO <sub>2</sub>	166	179	161	116-133	
CO <sub>2</sub> -equivalent	miljard kg CO <sub>2</sub> -eq	217	222			199 <sup>1)</sup>
<b>Verzuring</b>						
SO <sub>2</sub>	miljoen kg	202	91	92	56	46
NO <sub>x</sub>	miljoen kg	574	421	249 <sup>2)</sup>	120	231
VOS	miljoen kg	504	281	193	117	155 <sup>3)</sup>
<b>Vermesting</b>						
Fosfaat	miljoen kg	73	48			
Stikstof	miljoen kg	408	340			
NH <sub>3</sub>	miljoen kg	231	157	80 <sup>2)</sup>	54	100
<b>Milieukwaliteit</b>						
<b>Verzuring</b>						
Zure depositie	z-eq	4630	3140	2400	1400	2150
<b>Vermesting</b>						
N-depositie	mol N/ha	2900	2500	1600	1000	1550
P oppervlaktewater	mg P/l	0,2-0,5	0,1-0,3	0,15	0,15	0,15
N oppervlaktewater	mg N/l	4-5	4-5,5	2,2	2,2	2,2
<i>Bovenste grondwateren</i>						
Natuurgebieden	mg N/l	30	20	25		
Zandgronden	mg N/l	150	125	50		
<b>Luchtkwaliteit<sup>4)</sup></b>						
Fijn stof blootstelling	µg/m <sup>3</sup>	42 <sup>5)</sup>	31	40		20 <sup>6)</sup>
Benzeen	µg/m <sup>3</sup>	5 <sup>5)</sup>	2	10		5
NO <sub>2</sub> blootstelling	µg/m <sup>3</sup>	48-50	38-42	40		
Ozon blootstelling						
Dagen boven de norm		47	12			
Geluidgehinderden	%	50	43	40		
<b>Afval</b>						
Storten	miljard kg	14	5	4		2 <sup>7)</sup>
<b>Milieukosten</b>						
Milieukosten/BBP	%	2,0	2,6		2,6 <sup>4)</sup>	
<b>Natuur</b>						
Oppervlak beschermd tegen verzuring en vermisting	%		10		80	20-30

1) Kyoto-doel: -6% op basis van herberekende, niet-temperatuur gecorrigeerde emissies CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> en N<sub>2</sub>O in 1990, en F-gassen in 1995.

2) 2005.

3) Mits EU-richtlijnen tot stand komen voor VOS-houdende producten en gemotoriseerde tweewielers, anders geldt een doelstelling van 163 miljoen kg.

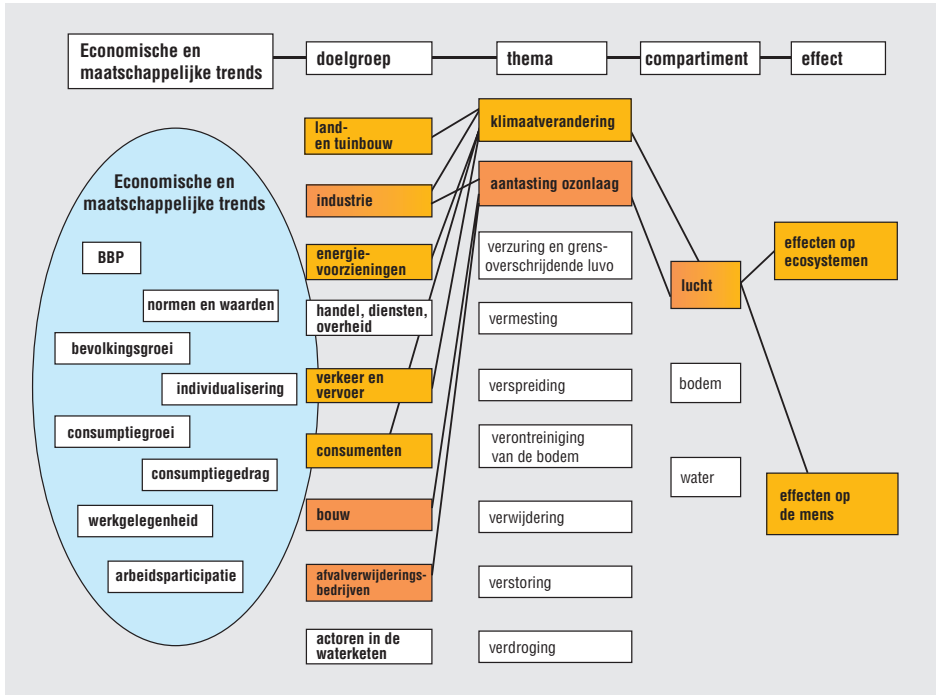
4) Gegevens luchtkwaliteit zijn een indicatie voor de landelijke gemiddelden. Lokaal kan sprake zijn van aanzienlijke normoverschrijding.

5) 1992.

6) Indicatief.

7) 2012.

# 1 KLIMAATVERANDERING EN OZONLAAG



Figuur 1.1 Bron-effectketen voor klimaatverandering en aantasting ozonlaag.

## 1.1 Beleidsrelevante ontwikkelingen

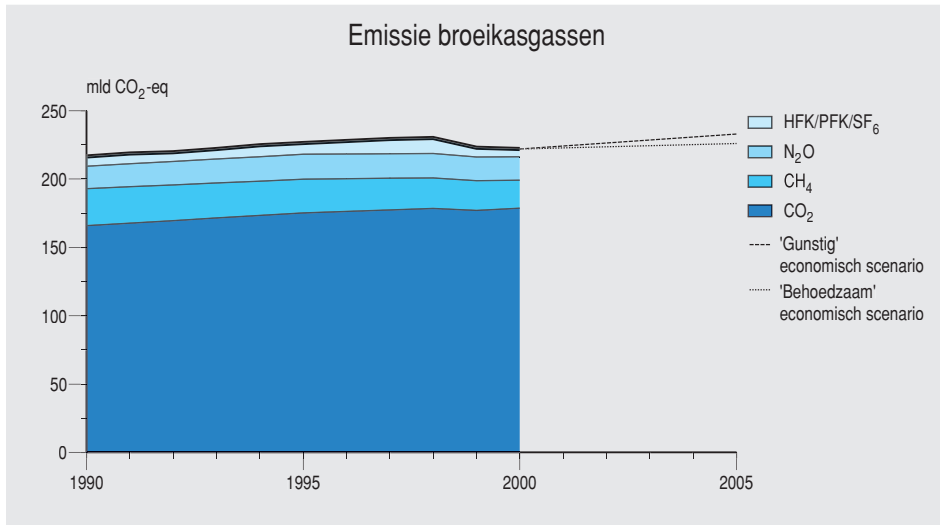
### Nederlandse emissies

De temperatuurgecorrigeerde CO<sub>2</sub>-emissie in Nederland steeg in 2000 tot circa 179 miljard kg. Vergeleken met 1999 (177 miljard kg) is dit een stijging van 1%. Deze toename is het gevolg van een grotere inzet van kolen bij de elektriciteitscentrales en van de groei van het energiegebruik bij industrie, huishoudens en verkeer en vervoer. De import van elektriciteit bleef constant ten opzichte van vorig jaar.

De totale temperatuurgecorrigeerde emissie van alle broeikasgassen (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O en fluorverbindingen) in Nederland lijkt in 2000 met 222 miljard CO<sub>2</sub>-equivalenten ongeveer gelijk gebleven ten opzichte van 1999 (figuur 1.1.1).

### Het Kyoto Protocol en het vervolg in Bonn

In 1997 zijn internationale afspraken gemaakt over de reductie van broeikasgassen. Deze afspraken zijn vastgelegd in het Kyoto Protocol. Over de nadere invulling van de spelregels voor de uitstootbeperking is pas in juli 2001 in Bonn een akkoord afgesloten, nadat eerder tijdens de klimaatconferentie (COP 6) in Den Haag (november 2000) hierover geen overeenstemming bereikt kon worden. Alle verdragspartners, met uitzonde-



Figuur 1.1.1 Nederlandse emissies van broeikasgassen, 1990-2000.

ring van de Verenigde Staten (VS), stemden hiermee in. Naar verwachting zal het Protocol na 2002 in werking treden, als een voldoende aantal landen het Protocol heeft uitgewerkt en geratificeerd.

Onder het oorspronkelijke Protocol gaven de geïndustrialiseerde landen (Annex-1-landen) aan de uitstoot van broeikasgassen in 2010 gemiddeld met 5,2% terug te brengen ten opzichte van 1990. Het feit dat het Protocol voorzag in de mogelijkheid van flexibele mechanismen om emissiereductie in het buitenland te realiseren (Joint Implementation, Clean Development Mechanism en Emission Trading) zorgde ervoor dat de kosten van emissie aanzienlijk beperkt werden.

De daadwerkelijke emissiereductie die op basis van de afspraken in Bonn zal worden bereikt, is beperkter dan de 5,2% die in Kyoto was afgesproken. Een belangrijke reden hiervoor is dat de VS afzien van uitvoering van het Protocol. Daarnaast is afgesproken dat emissies in ruimere mate mogen worden gecompenseerd door vastlegging van koolstof in bossen en landbouwsystemen. Een zeer belangrijke, maar nog onzekere factor is hoe wordt omgegaan met verkoop van zogenaamde 'hot air' uit Rusland en Oekraïne (het overschot tussen de nationale doelstelling en de veel lagere daadwerkelijke emissies). Dit overschot mag worden verkocht, waardoor andere partijen niet hoeven te reduceren. Daar staat tegenover dat volgens het Bonn-akkoord partijen ook een substantiële reductie in eigen land dienen te realiseren. Volgens een scenario waarin het gebruik van 'hot-air' aan banden gelegd is, zal de emissie van de totale groep Annex-1-landen (inclusief de niet-reducerende VS), afhankelijk van het economisch scenario, rond het niveau van 1990 uitkomen. Wereldwijd zal het in 2010 tot 1-2% minder emissies leiden dan zonder 'Bonn' het geval zou zijn geweest. Zonder beperkingen op 'hot air' zou nauwelijks van een reductie sprake zijn.

Het gesloten akkoord in Bonn is minder effectief dan het Kyoto Protocol doordat er mondiaal minder emissie gereduceerd wordt. Voor de landen die wel reduceren zijn de kosten per eenheid vermeden CO<sub>2</sub> lager dan onder het oorspronkelijke Kyoto-voorstel. Zonder deelname van de VS zal de vraag en daarmee de prijs van emissierechten op de internationale markt aanzienlijk dalen. Volgens berekeningen met het Worldscan-model zouden de kosten in West-Europa daarom zeker een derde lager kunnen zijn.

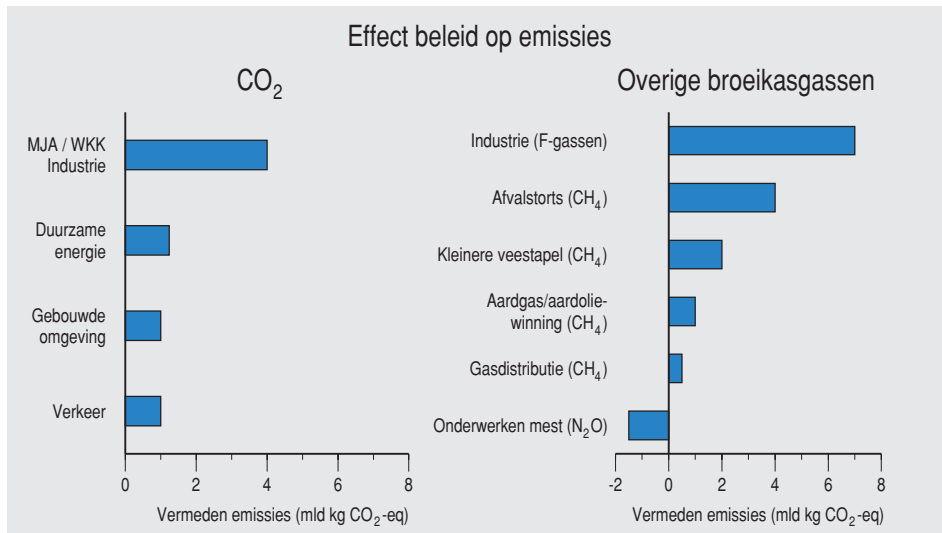
De belangrijkste bijdrage van het Bonn-akkoord aan het Kyoto Protocol is dat nu kan worden gestart met de uitvoering van een internationaal klimaatbeleid met duidelijke spelregels. In de praktijk kan nu ervaring worden opgebouwd met nationale implementatie en ook start hiermee het leerproces rond het gebruik van de flexibele mechanismen. Het verdrag geeft ook een duidelijk signaal aan andere partijen, zoals het bedrijfsleven. Met het verdrag tonen geïndustrialiseerde landen aan bereid te zijn de 'leiding te nemen' bij het proces van emissiereductie, wat op termijn de weg kan bereiden voor deelname van alle geïndustrialiseerde landen en de ontwikkelingslanden.

### *Nederlands beleid*

Als uitvloeisel van het oorspronkelijke Kyoto Protocol is in het kader van de Europese Unie (EU) overeengekomen dat de reductieverplichting voor alle broeikasgassen tezamen voor Nederland 6% bedraagt. Deze reductie ten opzichte van 1990 (1995 voor de F-gassen; exclusief temperatuurcorrectie zoals het Kyoto Protocol voorschrijft) moet in de periode 2008-2012 worden gerealiseerd. In 2000 lag de broeikasgasemissie bijna 3% boven het niveau van 1990 (1995 voor de F-gassen). Het additionele beleid voor binnenlandse reducties dat wordt ingezet om de Kyoto-doelstelling te realiseren, is vastgelegd in de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid deel 1 (UKI). De voorgestelde reducties bestaan voor 70% uit de reductie van CO<sub>2</sub> en voor circa 30% uit reductie van overige broeikasgassen. De CO<sub>2</sub>-reductie komt voornamelijk tot stand door energiebesparing bij alle belangrijke sectoren en door maatregelen die de koolstofintensiteit van de brandstofinzet verminderen, zoals de inzet van duurzame energie en maatregelen bij kolen centrales. Deze reducties worden bereikt door middel van afspraken met sectoren, ondersteund door regelgeving en investeringssteun via positieve fiscale prikkels.

Klimaatmaatregelen kunnen een aanzienlijke kostenbesparing opleveren voor de bestrijding van verzurende stoffen en stofdeeltjes. Uit onderzoek blijkt dat deze 'co-benefits' in Nederland de kosten van klimaatbeleid overtreffen (RIVM/EFTEC, 2001). Tot dezelfde bevindingen kwamen studies in Zweden, de VS en voor de EU (RIVM *et al.*, 2001).

Nederland voert al sinds 1990 een beleid gericht op energiebesparing, toename van het aandeel duurzame energie, het gebruik van koolstofarme energiebronnen en reductie van de niet-CO<sub>2</sub>-broeikasgassen. Zonder beleid zou de emissie van broeikasgassen in 2000 circa 10% hoger zijn geweest dan nu het geval is (*figuur 1.1.2*). Met name op het gebied van de fluorverbindingen (HFK's, PFK's en SF<sub>6</sub>) en door de Meerjarenaafspraken Energiebesparing zijn flinke reducties bereikt. De resultaten uit *figuur 1.1.2* weerspiegelen het grootste deel van de bereikte emissiereductie en moeten globaal geïnterpre-



Figuur 1.1.2 Effect van beleid op de emissie van broeikasgassen in Nederland, 1990-2000.

teerd worden. Bij de gebouwde omgeving is nadere analyse gaande over de door beleid bereikte emissiereductie.

De doelstelling voor energiebesparing is geformuleerd als verbetering van de energie-efficiency van gemiddeld 1,6% per jaar in de periode 1995-2020 (Derde Energienota). Deze doelstelling geldt ook voor de periode 1990-2000 (Reparatiebrief op de Vervolgnota Energiebesparing). De realisatie bedroeg 1,3-1,5%. De doelstelling voor het aandeel duurzame energie voor 2000 was 3%. Het aandeel bedraagt thans circa 1,3%. In de UKI wordt het verhogen van het aandeel duurzame energie gestimuleerd door vrijstelling van de Regulerende energiebelasting (REB) en andere fiscale regelingen zoals de Energie-investeringsaftrek, de VAMIL en Groen beleggen. De doelstelling voor 2010 en 2020 is een aandeel duurzame energie van 5% respectievelijk 10%.

### Industrie

Nieuwe reductiemaatregelen uit de UKI voor de industrie bestaan onder andere uit het Convenant Benchmarking (2000), waarin grote bedrijven zich vastleggen om qua energie-efficiency blijvend tot de wereldtop te gaan horen. Bijna alle grote energiegebruikers hebben het convenant ondertekend. De besparingsnorm (de wereldtop) blijkt echter nog veel interpretatieruimte te bieden waardoor de besparingslat nog niet is vastgelegd. Bovendien heeft de overheid weinig harde instrumenten voor controle. Voor kleinere energiegebruikers treedt een tweede generatie Meerjarenaafspraken (MJA's) in werking (2001). Warmtekrachtkoppeling (WKK) biedt een mogelijkheid om energie te besparen en speelt daarom een belangrijke rol in het Convenant Benchmarking en de nieuwe MJA's. Via fiscale stimulering, zoals verhoging van de Energie-investeringsaftrek, worden bedrijven gesteund om maatregelen te nemen.

## **Verkeer en vervoer**

De bijdrage aan de CO<sub>2</sub>-uitstoot door verkeer en vervoer wordt voornamelijk veroorzaakt door het wegverkeer. De in de UKI aangekondigde internationale afspraak om zuinigere auto's te bevorderen heeft inmiddels vorm gekregen in het Association des Constructeurs Européens d'Automobiles (ACEA) convenant (1998). Dit convenant beoogt om op vrijwillige basis de CO<sub>2</sub>-emissie te reduceren; voor 2008 is de norm van 140 g CO<sub>2</sub>/km (gemiddeld over de nieuwe verkopen) vastgesteld. Het probleem is echter dat de markt neigt naar zwaardere auto's die meer CO<sub>2</sub> uitstoten. Zo is de sinds 1985 geboekte efficiencywinst van 15-20% volledig tenietgedaan door groei in vermogen en gewicht van het wagenpark. In het Structuurschema Verkeer en Vervoer 2 (1990) zijn volumedoelstellingen voor 2010 voor personen- en vrachtverkeer geformuleerd. In de vervolgnota, het Nationaal verkeers- en vervoersplan (NVVP, 2000), zijn geen volumedoelstellingen meer opgenomen. Het NVVP beoogt met name via het prijsbeleid de mobiliteit te beïnvloeden. In de UKI wordt het effect van rekeningrijden meegenomen. De invoering hiervan riep veel politieke weerstand op. Er wordt nu ingezet op een kilometerheffing.

## **Consumenten**

De Energiebesparingsnota noemt een doelstelling voor een verbetering van de efficiency van apparaten met 25% in 2010 ten opzichte van 1995. Om dit te bereiken wordt de aanschaf van energiezuinige apparaten (A-label) fiscaal gestimuleerd door premies enerzijds en door verhoging van de REB anderzijds. Door het sterk gestegen inkomen wordt het prijseffect van de REB tenietgedaan door het inkomenseffect: het elektriciteitsverbruik van huishoudens neemt nog steeds toe.

## *Gevolgen liberalisatie*

De energiemarkt is de laatste jaren geliberaliseerd. Dit heeft invloed op het klimaatbeleid. Onder andere is de import van elektriciteit uit het buitenland in 1999 toegenomen, met als gevolg dat de Nederlandse CO<sub>2</sub>-emissie in dat jaar is gedaald. Inmiddels heeft de import van stroom voorlopig haar technisch maximum vrijwel bereikt. Ook wordt meer groene stroom in het buitenland aangekocht vanwege de beperkte mogelijkheden om in Nederland op korte termijn extra duurzame elektriciteitsopwekking te realiseren. Omdat deze import niet bijdraagt aan een uitbreiding van duurzame energie in Nederland, heeft de minister van Economische Zaken aangegeven de fiscale voordelen aan de geïmporteerde groene stroom te willen beperken.

De liberalisering in combinatie met de ongunstige prijsverhouding tussen aardgas en kolen leidt tot een slechte concurrentiepositie voor WKK-vermogen, een belangrijke maatregel voor energiebesparing. Er is een budget van 300 miljoen gulden beschikbaar om WKK-installaties financieel te ondersteunen.

## *Toekomst: beleid voldoende?*

Belangrijke onderdelen van het energie- en klimaatbeleid hebben energie-efficiencydoelen. Daardoor bestaat het risico dat bij hoge economische groei wel deze efficiencydoelen worden gehaald maar niet het absolute Kyoto-doel. Belangrijke binnenlandse maatregelen uit de UKI, zoals het kolenconvenant, zijn nog niet geïmplementeerd en de

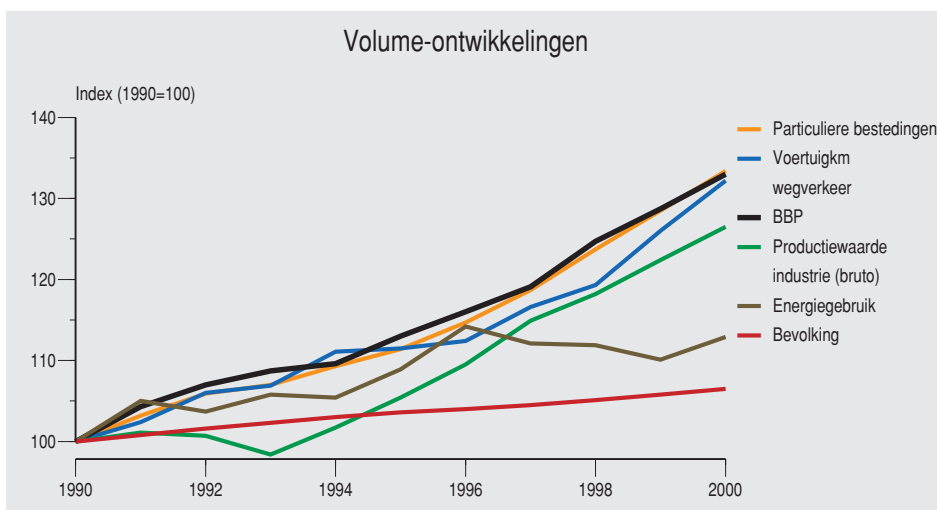
mogelijkheid om gebruik te maken van reducties in het buitenland (flexibele mechanismen) staat onder tijdsdruk. De Kyoto-doelstelling voor Nederland rond 2010 is alleen haalbaar als de economische ontwikkeling beperkt blijft en alle binnenlandse en buitenlandse voorgenomen maatregelen die worden genoemd in de UKI volledig worden geïmplementeerd (RIVM, 2000). Eind dit jaar maken het RIVM en ECN een nieuwe raming voor de Nederlandse emissie van broeikasgassen in 2010 ten behoeve van het komende ijkmoment van het klimaatbeleid zoals aangekondigd in de UKI voor januari 2002.

## 1.2 Maatschappelijke ontwikkelingen en milieudruk

### *Inleiding*

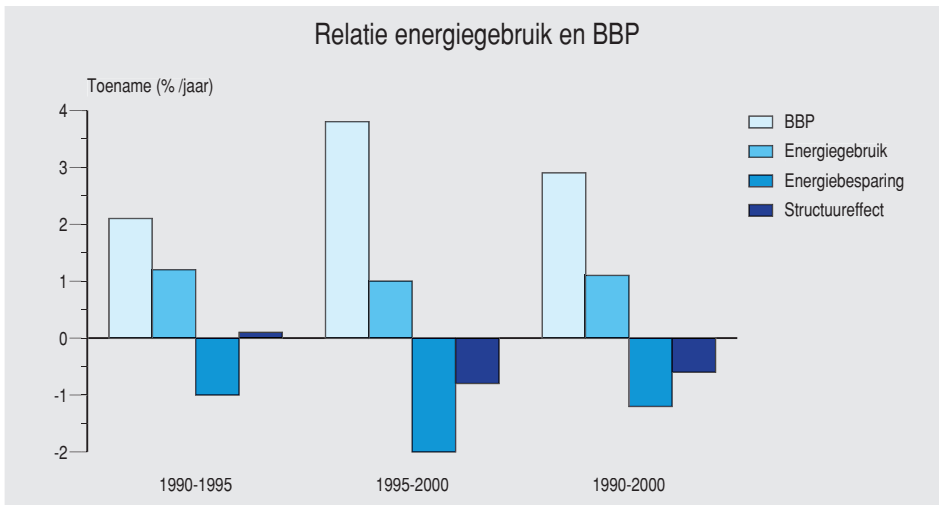
De Nederlandse economie groeide in 2000 voor het vierde achtereenvolgende jaar met ongeveer 3,5% à 4% (figuur 1.2.1). In de afgelopen 50 jaar is zo'n lange periode van hoogconjunctuur niet voorgekomen. In de VS is de economische groei inmiddels teruggelopen. Ook de vooruitzichten voor de economische groei in Nederland voor 2001 zijn naar beneden bijgesteld.

De Nederlandse (basis)industrie, die sterk gericht is op de EU-export, profiteerde van de welvaartsgroei. Daarnaast versterkt de gunstige koers van de euro ten opzichte van de dollar de concurrentiepositie van de Nederlandse industrie. Met name de chemie is in 2000 sterk gegroeid, maar ook de staalindustrie, de papierindustrie en de cementproductie profiteerden van de sterk toenemende vraag naar basismaterialen. De communicatiebedrijven kenden net als in voorgaande jaren een forse groei in 2000. De groei in deze sector leidde de afgelopen jaren tot een toename van 0,5% van het totale bruto binnenlands product (BBP).



Figuur 1.2.1 Volume-ontwikkelingen in Nederland, 1990-2000.





*Figuur 1.2.2 Relatie energie-intensiteit, energie-efficiency en structuureffect resulterend in energiebesparing, 1990-2000 (toepassing nieuwe methodiek i.o.m. CPB, CBS, ECN en NOVEM).*

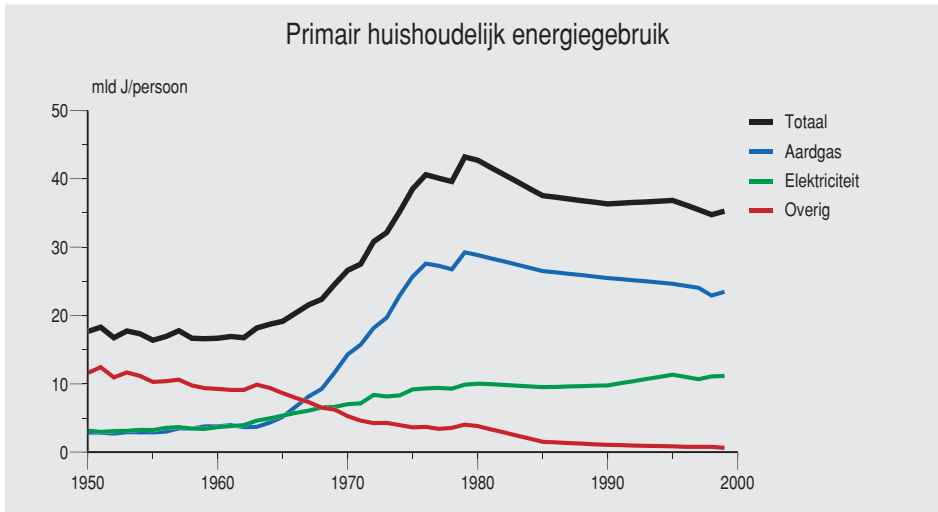
### ***Energiegebruik in de Nederlandse economie***

Het energiegebruik wordt voor een belangrijk deel bepaald door de economische groei. Een toename van het BBP impliceert immers een hogere productie van goederen en diensten en leidt daardoor tot een hoger energiegebruik. Daarnaast hebben energiebesparing en structuurveranderingen van de economie invloed op het energiegebruik (figuur 1.2.2). Voor energiebesparing heeft de overheid doelstellingen geformuleerd; structuurveranderingen en groei van het BBP zijn nauwelijks door de overheid te beïnvloeden.

De groei van het energiegebruik in de jaren negentig werd vooral gestuurd door een hoge groei van het BBP. Pas vanaf 1995 begint de verschuiving van de economische structuur zich af te tekenen waardoor de energie-intensiteit van de economie daalde. Over de periode 1990-2000 daalde de energie-intensiteit van de Nederlandse economie met gemiddeld 1,8% per jaar. Maximaal 0,5% per jaar hiervan komt voor rekening van een negatief structuureffect. Hierdoor bedroeg in de genoemde periode de bereikte energiebesparing in de Nederlandse economie circa 1,3-1,5% per jaar. De doelstelling voor energiebesparing uit de Reparatiebrief op de Vervolgnota Energiebesparing is 1,6% per jaar (1990-2000). Deze doelstelling is bevestigd in de Derde Energienota.

### ***Energiegebruik door consumenten***

Het totale directe primaire huishoudelijke energiegebruik per persoon is de laatste jaren vrijwel constant gebleven (figuur 1.2.3). Het huishoudelijk aardgasverbruik per persoon (temperatuurgecorrigeerd) is tussen 1965 en 1975 zeer snel toegenomen. Vanaf het begin van de jaren tachtig is dit verbruik echter weer aan het dalen door woningisolatie en efficiëntere verwarmingsketels.



Figuur 1.2.3 Primair huishoudelijk energiegebruik per persoon voor elektriciteit, gas en overige brandstoffen, 1950-1999 (Bron: RIVM/CBS).

Tussen 1950 en 1999 is het huishoudelijk elektriciteitsverbruik per persoon in Nederland meer dan vervijfvoudigd. In 1999 is het met 2% gestegen (ten opzichte van 1998). In de jaren negentig hebben vooral de energie-intensieve wasdroger en de vaatwasser bijgedragen tot extra elektriciteitsverbruik. Het aantal huishoudens dat deze apparaten

### Milieuschadelijke subsidies

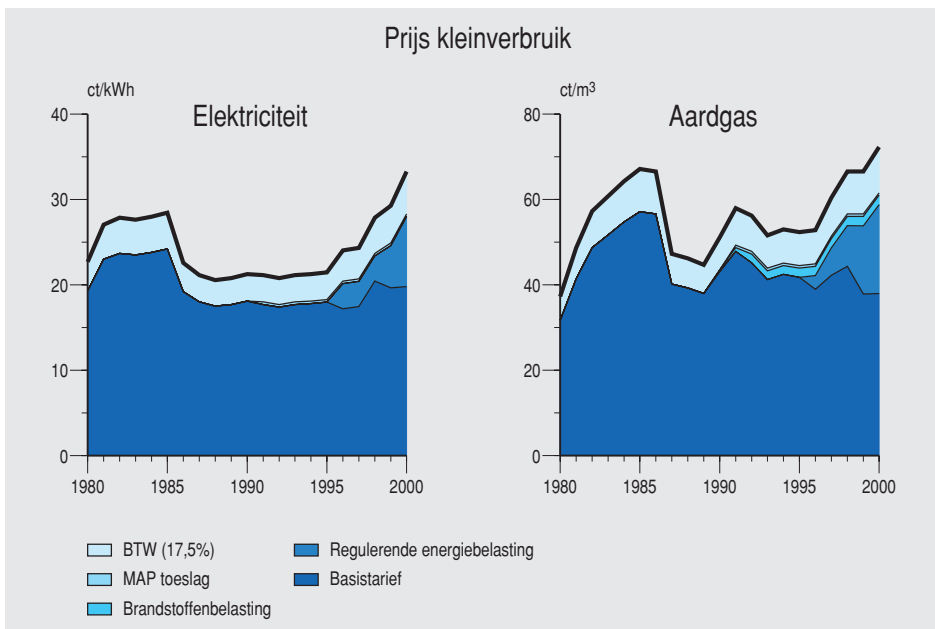
Jaarlijks worden wereldwijd honderden miljarden gulden aan overheidssubsidies verstrekt om sociale of economische redenen. In diverse onderzoeken worden de nadelige milieueffecten hiervan in kaart gebracht. Afhankelijk van de afbakening van het begrip subsidie leidt dit tot verschillende uitkomsten. Het is echter duidelijk dat een deel van de subsidies milieuschadelijk is. Na de landbouwsector, is de energiesector de zwaarst gesubsidieerde sector ter wereld. In de OESO-landen gaat het vooral om producentensubsidies, indirecte subsidies aan de afnemers van energie, belastingvoordelen en aankoopverplichtingen van bepaalde energiedragers door nutsbedrijven (bijvoorbeeld kolen in Duitsland). Het doel van deze energiesubsidies is tweeledig: (1) veiligstellen van de nationale energievoorziening en (2) stimulering en bescherming van economische groei en werkgelegenheid. Het afschaffen van energiesubsidies in de OESO-landen zou de CO<sub>2</sub>-uitstoot naar verwachting met 200 miljard kg verminderen.

In Nederland zijn van de 550 door het Rijk verstrekte directe subsidies, er mogelijk 35 milieuschadelijk.

Naast de directe subsidies, die duidelijk aan de uitgavenkant van de begroting zichtbaar zijn, veroorzaken juist de indirecte subsidies (verborgen via belastingen, prijzen en regulering) de meeste milieuschade. Hier gaan nog veel grotere bedragen in om. Er zijn tal van voorbeelden van indirecte subsidies aan te wijzen: verlaagde tarieven en vrijstellingen van belasting, waaronder de vrijstelling van het grootverbruik voor de REB. Ook de accijnsteruggave op dieselolie voor transportondernemers naar aanleiding van de sterk gestegen dieselprijzen eind vorig jaar, is een indirecte milieuschadelijke subsidie. Volgens onderzoek bedragen deze indirecte subsidies minimaal 12 miljard gulden in Nederland. Het hervormen van deze subsidies is een lastig proces. Met name de indirecte subsidies hebben veelal geleid tot structurele aanpassingen in productie- en consumptieprocessen die moeilijk of tegen hoge individuele inspanningen zijn te veranderen. Afschaffing van deze subsidies leidt tot dalende winsten en mogelijk afnemende werkgelegenheid.

bezit is in de jaren negentig toegenomen met ruim 3% per jaar. Verreweg de belangrijkste oorzaak van het toegenomen bezit van elektrische apparaten is de toename van het besteedbare inkomen. In mindere mate spelen sociaal-culturele ontwikkelingen een rol. Door de verdergaande individualisering neemt het aantal alleenstaanden toe. Hierdoor is in de jaren negentig het gemiddelde aantal personen per huishouden afgenomen van 2,42 personen per huishouden naar 2,28. Het directe energiegebruik per persoon is voor een alleenstaande ongeveer een derde hoger dan voor een tweepersoonshuishouden. Een andere relevante sociaal-culturele ontwikkeling is de toename van het aantal huishoudens waarin beide partners (voltijds of deeltijds) werken. Deze huishoudens bezitten meer dan gemiddeld tijdsbesparende apparaten zoals een wasdroger, vaatwasser, (combi-)magnetron en warmwaterkoker.

Om het energiegebruik door huishoudens en andere kleinverbruikers te ontmoedigen is in 1996 de REB ingevoerd. Het grootste deel van de opbrengsten van de REB is gebruikt om de loon- en inkomstenbelasting te verlagen, waardoor de belasting verder is verschoven van arbeid naar milieu (vergroening). De introductie van de REB heeft ertoe geleid dat de reële prijs van aardgas en elektriciteit voor huishoudens vanaf 1996 duidelijk is toegenomen en sneller is gestegen dan het BBP per hoofd (*figuur 1.2.4*). In 2000 bestond ongeveer 40% van de elektriciteitsprijs en 45% van de aardgasprijs voor kleinverbruikers uit heffingen (naast de REB zijn dat de MAP-toeslag, BTW en voor aardgas de brandstoffenbelasting). De totale opbrengsten van de REB bedroegen in 2000 circa 4 miljard gulden. Daarvan kwam ongeveer 60% voor rekening van de huishoudens.



*Figuur 1.2.4 Prijsontwikkeling en prijsopbouw van elektriciteit en aardgas voor kleinverbruikers 1980-2000.*

### Energiegebruik in relatie tot inkomen

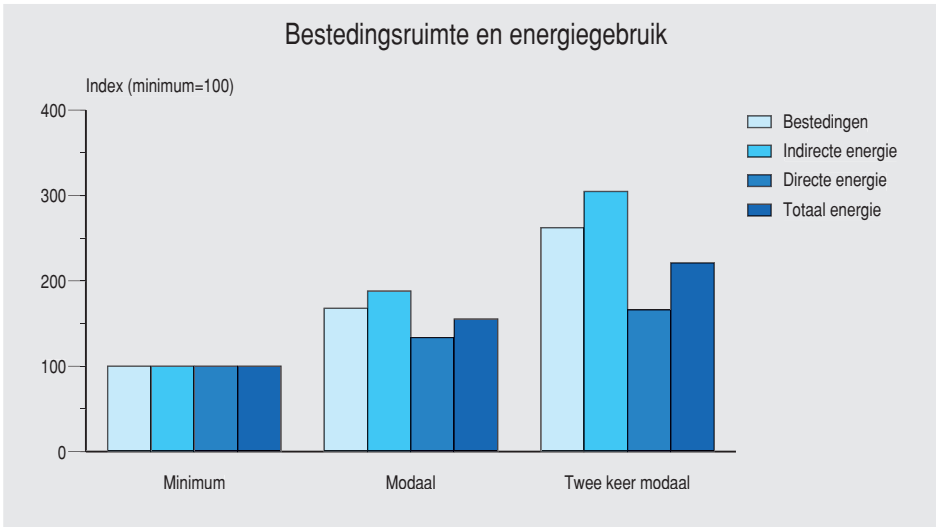
Huishoudens met een minimuminkomen gebruiken ruwweg de energie die overeenkomt met het minimum uitgavenpakket dat NIBUD (1995) als verantwoord ziet. Dit uitgavenpakket bestaat uit onvermijdbare bestedingen voor het levensonderhoud (zoals voeding, verwarming) en voor een klein gedeelte uit vrij te kiezen uitgaven. Voor alle Nederlandse huishoudens tezamen wordt circa 50% van het inkomen aan dit basispakket besteed. Hiermee is circa 60% van het totale energiegebruik van consumenten gemoeid. Het overige deel heeft betrekking op de 'luxere' bestedingen.

Als het inkomen toeneemt, stijgt vooral het indirecte energiegebruik. Huishoudens met een tweemaal modaal inkomen geven bijvoorbeeld meer dan driemaal zo veel uit aan ontspanning (onder andere vliegreizen), kleding en woninginrichting. De stijging in het directe energiegebruik door hogere inkomens wordt voor een belangrijk deel verklaard door extra gebruik van motorbrandstoffen: modaal en tweemaal modaal gebruiken bijna vier- respectievelijk zevenmaal zo veel motorbrandstoffen als de huishoudens met een minimuminkomen.

Van de REB wordt vooral een effect op langere termijn verwacht (CPB, 1993) en met name op de (versnelde) keuze voor energiezuinigere typen apparaten (zoals A-merken witgoed, HR-ketel), op woningisolatie en in mindere mate op een verandering in gebruiksgedrag. Het ministerie van VROM heeft een studie laten doen naar het effect van de REB op gedragingen van Nederlandse huishoudens wat betreft gas- en elektriciteitsverbruik (Daamen en Bos, 2000). Deze studie lijkt de bovenstaande verwachting over de REB te ondersteunen. Wat betreft de prijsgevoeligheid van elektriciteitsverbruik, vindt SEO (2001) een prijselasticiteit van -0,4. Dit betekent dat bij een prijsstijging van 1%, het elektriciteitsverbruik met 0,4% daalt. Linderhof (2001) vindt een lagere prijselasticiteit, die varieert van nul (bij een enkeltariefmeter) tot -0,3 (bij een dubbeltariefmeter). Doordat de inkomens zijn gestegen en er per huishouden meer elektrische apparaten zijn, is het (mogelijke) prijseffect overtroffen waardoor het elektriciteitsverbruik per saldo toch toenam.

Op de langere termijn heeft de REB mogelijk ook een aantal indirecte effecten. De REB lokt namelijk technologische innovaties uit die apparaten nog energiezuiniger maken (PricewaterhouseCoopers, 2000). Daarnaast maakt de REB een verdere aanscherping van de Energieprestatienorm mogelijk. Bovendien wordt de inzet van duurzame energiebronnen (groene stroom) vergroot doordat het kostenverschil tussen fossiele en duurzame energiebronnen kleiner wordt. De keerzijde hiervan is dat efficiëntere apparaten leiden tot lagere energiekosten, waardoor de apparaten meer worden gebruikt (rebound-effect). Ook worden huishoudelijke apparaten in de tijd goedkoper, wat de aanschaf van deze apparaten stimuleert (Van Swighem *et al.*, 2000).

Behalve voor het directe huishoudelijke energiegebruik (gas, elektriciteit, motorbrandstoffen), is er ook energie nodig voor de productie en het transport van goederen en diensten die door huishoudens worden geconsumeerd. Vooral dit indirecte energiegebruik is sterk inkomensafhankelijk (*figuur 1.2.5*).



Figuur 1.2.5 Besteding en energiegebruik voor minimuminkomens, modaal en tweemaal modaal.

### Verkeer

Het goederenvervoer maakte de afgelopen decennia een flinke groei door (tabel 1.2.1). De economische groei is daarvoor een belangrijke verklaring. Bovendien vinden productie en consumptie wereldwijd op steeds grotere afstand van elkaar plaats. Omdat transportkosten een relatief klein deel van de totale kosten uitmaken, zijn bijvoorbeeld loonkosten doorslaggevend voor de locatiekeuze van de productie. Ter illustratie: een paar schoenen uit Italië kost in de winkel 200 gulden; de kosten voor het transport van die schoenen van Italië naar Nederland bedragen slechts 30 cent. Omdat het wegtransport efficiënter is geworden, worden in hedendaagse logistieke systemen de voorraadkosten zoveel mogelijk beperkt. Dit heeft een complexere distributie en meer transport tot gevolg. De sterke groei van de vervoersprestatie van bestelauto's is een indicatie voor het complexer worden van de distributiesystemen.

In tegenstelling tot het goederenvervoer is de ontwikkeling van het personenvervoer (tabel 1.2.1) veel minder afhankelijk van economische groei. De groei van het personenvervoer kan voor de helft worden toegeschreven aan sociaal-demografische factoren als bevolkingstoename, de toegenomen arbeidsparticipatie en gezinsverdunding. De gestegen welvaart, en daarmee het toegenomen autobezit, dragen voor een kwart bij aan de groei. Tot slot is een verbeterde infrastructuur, met als gevolg verkorting van de reistijden, en het ruimtelijk beleid (spreiding, groeikernen) verantwoordelijk voor het resterende deel van de groei.

In het Structuurschema Verkeer en Vervoer 2 (1990) zijn volumedoelstellingen voor 2010 voor wegverkeer opgenomen. In het in 2000 verschenen NVVP zijn geen volumedoelstellingen voor wegverkeer meer opgenomen.

Tabel 1.2.1 Het personen- en goederenvervoer in Nederland, 1980-2000.

	1980	2000
miljard tonkm		
<b>Goederenvervoer</b>	62	90
weg	25,1	45
spoor	3,4	3,5
binnenvaart	33,5	40,7
ondergrondse pijpleidingen	4 <sup>1)</sup>	6 <sup>2)</sup>
miljard reizigerskm		
<b>Personenvervoer</b>	148,4	200
auto	107,1	150
trein	8,9	14,9
overig OV	5,9	6,3
overig	26,5	29

1) 1987 (1980 is niet beschikbaar).

2) Betreft uitsluitend aardolie en aardolieproducten, vooral vanuit Rijnmond naar Antwerpen en het Roergebied.

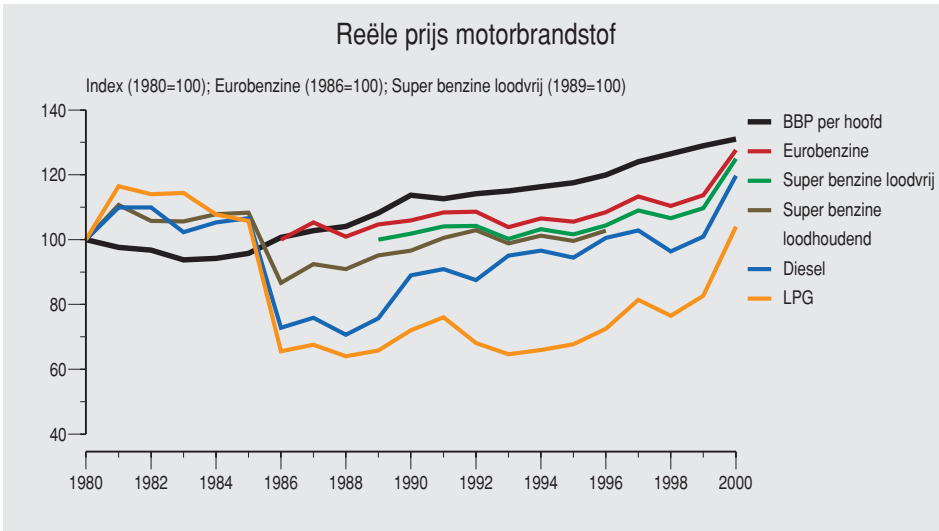
De reële prijzen van motorbrandstoffen zijn tussen 1986 en 1999 niet noemenswaardig gestegen. De stijging in de reële prijs blijft achter bij de toename van het BBP (*figuur 1.2.6*). De prijs van diesel en (na 1993) LPG steeg sneller dan de andere brandstoffen door een toenemende accijns, maar tot 1999 bleef de stijging lager dan de relatieve toename van het BBP. Alleen in 2000 trad een sterke stijging op in de prijzen van alle brandstoffen, als gevolg van een stijging in de ‘kale’ prijs (dat wil zeggen de prijs zonder accijns, heffingen en BTW).

De brandstofkosten van autorijden zijn in het afgelopen decennium niet toegenomen. Door inflatie, verbetering van efficiëntie en een verschuiving in brandstofsoorten, leidde de prijsstijging niet tot een stijging van brandstofkosten per kilometer.

### *CO<sub>2</sub>-emissie door verkeer en vervoer*

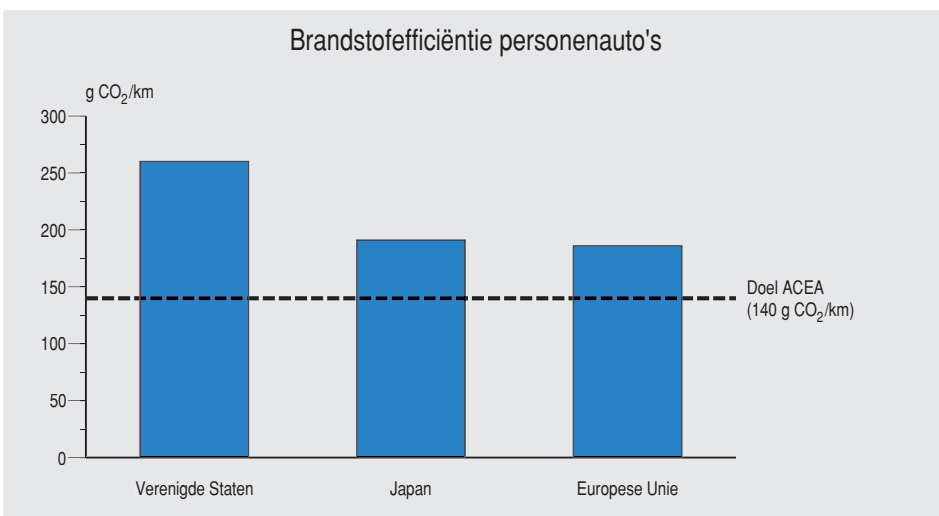
Personenauto's zijn in de EU verantwoordelijk voor circa 12% van de totale CO<sub>2</sub>-uitstoot. Als uitvloeisel van het Kyoto Protocol heeft de EU in 1998 een convenant gesloten met de Europese personenauto-industrie, verenigd in de ACEA. Het convenant is bedoeld om op vrijwillige basis CO<sub>2</sub>-emissies te reduceren waarbij een aantal doelstellingen en tussendoelen zijn geformuleerd voor de CO<sub>2</sub>-uitstoot per verreden kilometer (*figuur 1.2.7*).

Aan dit convenant heeft ACEA indertijd wel een aantal randvoorwaarden verbonden. De belangrijkste is dat soortgelijke verplichtingen worden aangegaan door de Japanse, Koreaanse en Amerikaanse auto-industrie (voor de Japanse en Koreaanse auto-industrie is dat inmiddels gebeurd). Daarnaast moet het zwavelgehalte van diesel en benzine verder worden verlaagd dan de EU-norm 2005, om technologische vernieuwingen aan de motor (onder andere directe inspuiting) mogelijk te maken. Tenslotte heeft ACEA als voorwaarde gesteld dat de betrokken Europese overheden geen ‘dieselonvriendelijke’ politiek



Figuur 1.2.6 Reële prijzen motorbrandstoffen (benzine, diesel, LPG), 1980-2000 (Bron: AVV).

mogen voeren. Door een verschuiving binnen het wagenpark naar een groter aandeel dieselauto's zou de reductiedoelstelling eenvoudiger binnen bereik kunnen komen. Dieselauto's stoten immers per kilometer minder CO<sub>2</sub> uit dan vergelijkbare benzineauto's. Diesel als brandstof is echter in veel opzichten schadelijker voor het milieu dan benzine. Zo stoot een nieuwe dieselauto per kilometer gemiddeld circa vijfmaal zoveel NO<sub>x</sub> uit, ruim viermaal zoveel SO<sub>2</sub> en circa 40 keer zoveel fijn stof als een nieuwe benzineauto met katalysator. In 2000 heeft de Nederlandse overheid daarom besloten de Belasting personenauto's en motorrijwielen voor dieselauto's te verhogen met 2000 gulden.



Figuur 1.2.7 Brandstofefficiëntie personenauto's in verschillende werelddelen.

Tabel 1.2.2 CO<sub>2</sub>-emissie per kilometer 1980-2000.

	1980	1985	1990	1995	2000
g CO <sub>2</sub> /km					
Parkemissie	214	203	189	191	190

Technisch gezien is de norm voor 2008 van 140 g CO<sub>2</sub>/km gemiddeld over de nieuwe verkopen haalbaar en zijn er zelfs nog veel verdergaande emissiereducties mogelijk (tabel 1.2.2, Lovins *et al.*, 1996). Het probleem is echter dat de markt neigt naar grotere, zwaardere en duurdere auto's met meer motorvermogen die (dus) meer CO<sub>2</sub> uitstoten. Auto's zijn nu 20% efficiënter dan vergelijkbare, even zware auto's enkele jaren geleden, maar die winst is volledig tenietgedaan door de groei in vermogen en gewicht van het wagenpark (Van den Brink en Van Wee, 1999).

De fabrikant, de importeur en de dealer verdienen relatief meer aan de duurdere, zwaardere auto's, die daarmee een relatief hoge bijdrage leveren aan het economisch succes van de auto-industrie. Er is geen prikkel vanuit de verkopers om de verkoop van kleine auto's te bevorderen. Kageson (2000) concludeert dan ook dat de doelen uit het convenant niet gehaald zullen worden zonder aanvullende financiële overheidsmaatregelen die de vraag naar energiezuinige auto's stimuleren. Als het hele personenwagenpark nu al aan het ACEA-doel zou voldoen, zou de emissie voor de hele verkeerssector 13% lager zijn.

### **Energiegebruik door industrie en raffinaderijen**

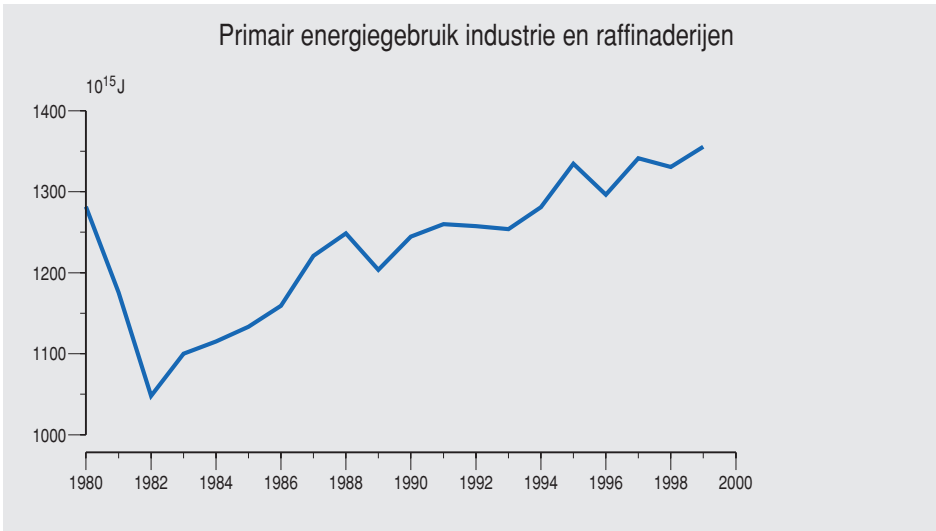
Mede door de Meerjarenaafpraak Energiebesparing hebben de industrie en de raffinaderijen in de periode 1989-1999 19% energie bespaard. Deze besparing heeft betrekking op ongeveer de helft van het primaire energiegebruik van de industrie. De besparing over het totale primaire energiegebruik in de industrie wordt in die periode geschat op circa 1% per jaar. Dit besparingstempo is niet voldoende om de industriële groei te compenseren. Nadat het primaire energiegebruik over de periode 1995-1998 stagneerde, is het verbruik in 1999 (en indicatief in 2000), onder invloed van de sterk gegroeide industriële productie weer toegenomen (figuur 1.2.8).

### **Warmtekrachtkoppeling**

Een van de mogelijkheden om in de industrie energie te besparen is de inzet van warmtekrachtkoppeling (WKK), een energieconversietechniek waarbij zowel elektriciteit (kracht) als stoom (warmte) worden opgewekt en beide nuttig worden toegepast. Een WKK-installatie bij de industrie vervangt in feite de inkoop van elektriciteit opgewekt in een centrale en de opwekking van stoom in een stoomketel.

In de Milieubalans 2000 werd gemeld dat, ondanks een forse groei van het industriële WKK-vermogen in de periode 1989-1998, de brandstofbesparing in die periode slechts beperkt was toegenomen. Deze conclusie was gebaseerd op gegevens uit de Nederland-





Figuur 1.2.8 Primair energiegebruik door de industrie en raffinaderijen, 1980-1999.

### Het Convenant Benchmarking draagt bij aan de energiebesparing maar lijkt onvoldoende sterk om het huidige besparingstempo te handhaven

Onder invloed van de vrijwillige Meerjarenaafspraken in de jaren negentig is de motivatie om rendabele (kostenbesparende) energiebesparingsmaatregelen te nemen sterk toegenomen (RIVM, 2000). Na 2000 hebben overheid en bedrijfsleven opnieuw het convenantenspoor gekozen. Bijna alle grote energiegebruikers (> 0,5 PJ) hebben het convenant ondertekend, waarmee circa 65% van het totale primaire energiegebruik van industrie, raffinaderijen en de energiesector wordt gedekt. De bedrijven vergelijken hun energie-efficiency met die van de wereldtop. Het convenant vraagt een wereldwijde oriëntatie op energie-efficiency van processen, waardoor de kennis daarover sterk toeneemt. De vaststelling van de besparingsnorm (de wereldtop) blijkt echter nog veel interpretatieruimte te bieden. Mede daardoor is de besparingslat nog niet vastgesteld. Eind 2001, één jaar later dan gepland, zal de voorgenomen besparing tot en met 2004 bekend zijn. De besparing voor de periode(s) daarna wordt pas in 2004 vastgesteld. De provinciale vergunningverlener is sterker dan voorheen betrokken bij het opstellen van de energiebesparingsplannen. Hij kan daarbij steunen op de deskundigheid van het Verificatiebureau Benchmarking Energie-efficiency en zo vormgeven aan de energieparagraaf in de vergunning. De invoering van energiebesparingsmaatregelen vraagt een

investeringsbeslissing van bedrijven. Net als bij andere milieumaatregelen is het vaststellen van het tijdstip van investeren en implementeren, een kwestie van onderhandelen tussen overheid en bedrijven. Wel is de onderhandelingspositie van de vergunningverlener en de overheid bij energiebesparingsmaatregelen in het algemeen minder sterk dan bij andere milieumaatregelen. In tegenstelling tot andere milieuthema's (verzuuring, vermisting, verspreiding) wordt de vergunningverlener niet gesteund door eenduidige sectorale doelstellingen en wetenschappelijk vastgestelde risiconormen, en krijgt ze geen directe toegang tot primaire meetgegevens. Wel wordt de toegang tot afgeleide monitoringsgegevens, zoals energie-efficiency-indexen, steeds beter. In het algemeen kan gesteld worden dat de kennis rond de besparingsnorm, de maatregelen en de monitoring in sterke mate bij het bedrijfsleven ligt en dat de kennisopbouw bij de vergunningverlener nog gaande is.

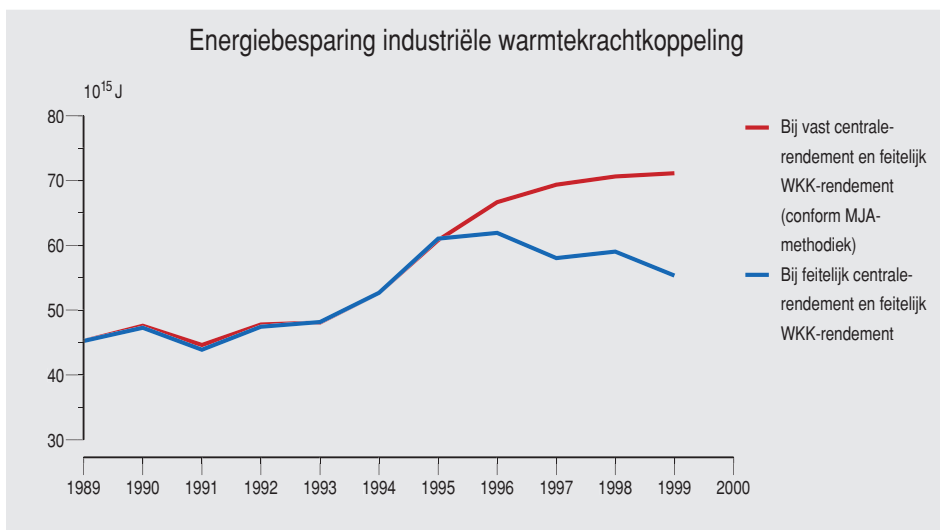
Samengevat: de druk om te investeren in energiebesparende maatregelen neemt toe, maar in beperkte mate. Het besparingspotentieel lijkt, op basis van de beperkte beschikbare informatie, kleiner dan in de achterliggende periode. De inschatting is daarom dat het besparingstempo de komende jaren zal dalen (RIVM, 2000).

se Energiehuishouding van het CBS. Deze gegevens hebben echter betrekking op alle industriële installaties die elektriciteit produceren, inclusief bijvoorbeeld installaties die met een laag rendement reststoom in elektriciteit omzetten. Onlangs heeft het CBS voor de periode 1985 tot en met 1999 gegevens aangeleverd die wél alleen betrekking hebben op echte WKK-installaties. Analyse hiervan geeft een ontwikkeling in de energiebesparing te zien die enigszins gunstiger is.

De energiebesparing die ten opzichte van gescheiden opwekking wordt berekend, hangt sterk af van de keuze van het referentierendement van de energiecentrales. Als uitgegaan wordt van de denkbeeldige situatie dat het gemiddelde centralerendement ten opzichte van 1989 niet zou zijn veranderd (conform de methodiek die in de monitoring van de Meerjarenaafspraken Energiebesparing wordt gehanteerd), dan zou de besparing in de periode 1989-1999 zijn toegenomen van 45 naar 71 PJ. Als echter in aanmerking wordt genomen dat het gemiddelde centralerendement in de periode 1995-1999 feitelijk wel is verbeterd met 10%, dan bedraagt de besparing ten opzichte van gescheiden opwekking geen 71 maar 55 PJ.

Een kanttekening bij deze berekening is dat de besparing in 1999 negatief beïnvloed wordt, doordat een aantal nieuw in gebruik genomen installaties voornamelijk elektriciteit en nauwelijks stoom hebben geleverd. Als voor deze installaties - die feitelijk nog niet als WKK draaiden - wordt gecorrigeerd dan komt de besparing in beide berekeningen circa 4 PJ hoger uit dan in figuur 1.2.9 is weergegeven.

De brandstofmix van het WKK-park is koolstofarmer dan die van centrales, waardoor het effect op de CO<sub>2</sub>-emissie groter is. Het industriële WKK-park emitteert jaarlijks circa 6 à 7 miljard kg minder CO<sub>2</sub> dan met gescheiden opwekking het geval zou zijn.



Figuur 1.2.9 De energiebesparing van industriële WKK (inclusief raffinaderijen) 1989-1999.

De rentabiliteit van WKK staat momenteel onder druk vanwege een combinatie van import van goedkope stroom (als gevolg van de liberaliserende energiemarkt) en een hoge gasprijs. Verschillende bedrijven hebben er daarom voor gekozen hun installaties in de daluren stil te zetten of terug te regelen. Er is een budget van 300 miljoen gulden beschikbaar om bestaande en nieuwe WKK-installaties financieel te ondersteunen door een afdrachtkorting op de REB. Om voor deze afdrachtkorting in aanmerking te komen, moeten installaties aan een energetisch rendementscriterium voldoen. Het is nog onzeker of dit budget toereikend is om het WKK-park volledig in stand te houden.

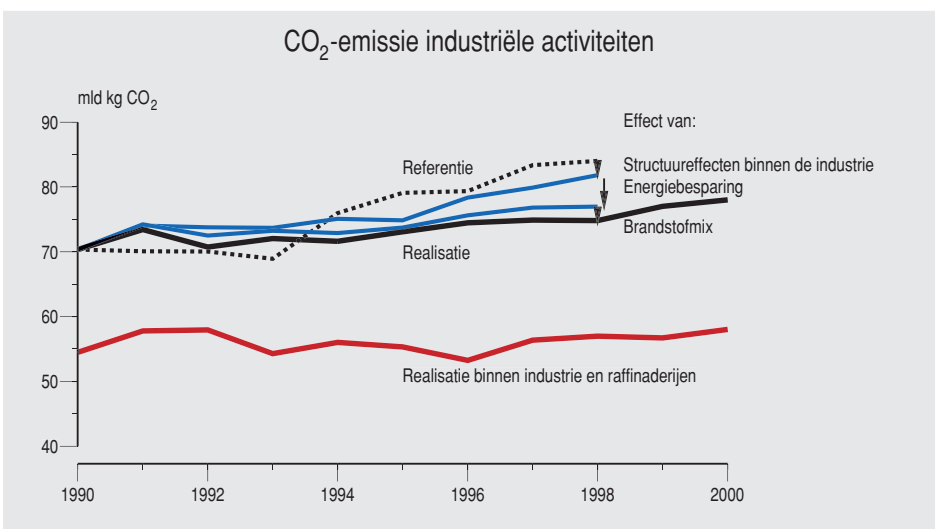
### *CO<sub>2</sub>-emissie door industrie en raffinaderijen*

De CO<sub>2</sub>-emissie als gevolg van industriële activiteiten nam sinds 1990 gestaag toe (figuur 1.2.10). Een deel van deze emissies vindt plaats bij de elektriciteitsbedrijven. De uitstoot van F-gassen is de afgelopen jaren substantieel gedaald.

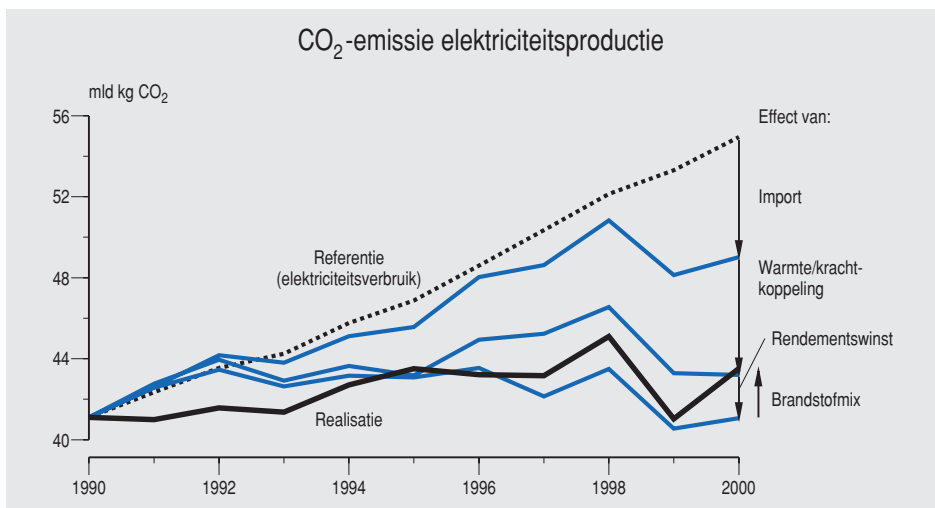
### *CO<sub>2</sub>-emissie door elektriciteitsproducenten*

Als gevolg van de liberalisering van de energiemarkten is de import van elektriciteit in Nederland in 1999 sterk toegenomen. In 2000 heeft deze ontwikkeling niet doorgezet: de import is gestabiliseerd op het niveau van 1999 (figuur 1.2.11). In 2000 zijn de capaciteitsgrenzen van het koppelnet met het buitenland bereikt. Voor het jaar 2004 hanteert de beheerder van het hoogspanningsnet (TenneT) twee scenario's: één scenario waarbij de import stijgt tot 5000 MW en een scenario waarbij deze daalt tot 1500 MW. Dit geeft voor de komende jaren de bandbreedte weer waarbinnen de import zich zal bewegen.

Wanneer er meer elektriciteit geïmporteerd wordt, daalt de binnenlandse emissie van CO<sub>2</sub> uit elektriciteitscentrales omdat deze minder worden ingezet. De grootte van deze daling is afhankelijk van welk vermogen stilgelegd wordt: kolen of aardgas. In het jaar



Figuur 1.2.10 CO<sub>2</sub>-emissie als gevolg van industriële activiteiten, 1990-2000.



Figuur 1.2.11 CO<sub>2</sub>-emissie door centrale en decentrale elektriciteitsproductie, inclusief warmtekracht, 1990-2000.

1999 is de import van elektriciteit met 50% gestegen en is voornamelijk kolenvermogen stilgelegd. Dit scheelde relatief veel binnenlandse CO<sub>2</sub>-emissies: circa 5 miljard kg.

Het aandeel van duurzame energieopwekking is het afgelopen jaar met 0,1% toegenomen tot circa 1,3% van de totale energievoorziening. De belangrijkste oorzaken voor de toename van duurzame energie zijn groei van het windvermogen en de biomassacentrale in Cuijk die in 2000 voor het eerst een volledig productiejaar heeft gedraaid. De vermeden hoeveelheid primaire energie door duurzame energie is daarmee in 2000 met ongeveer 4 PJ toegenomen tot 39 PJ.

### *Emissies van overige broeikasgassen*

Circa 20% van de CO<sub>2</sub>-equivalente emissies komt voor rekening van de niet-CO<sub>2</sub>-broeikasgassen: distikstofoxide (N<sub>2</sub>O), methaan (CH<sub>4</sub>) en drie klassen fluorverbindingen HFK's, PFK's en SF<sub>6</sub>.

De N<sub>2</sub>O-emissie wordt veroorzaakt door de industrie, landbouw en het verkeer.

Methaan (CH<sub>4</sub>) komt voornamelijk vrij bij afvalstortplaatsen, in de landbouw en bij de olie- en gaswinning en -distributie. De totale Nederlandse emissie van methaan is in de periode 1990-2000 met bijna 25% afgenomen.

Van de drie fluorverbindingen is in de periode 1995-2000 de HFK-emissie bij de productie van HCFK22 met circa 3,5 miljard kg CO<sub>2</sub>-equivalenten gedaald. Bij de productie van aluminium is in dezelfde periode de emissie van PFK's met circa 0,5 miljard kg CO<sub>2</sub>-equivalenten gedaald. De emissie van SF<sub>6</sub> is nagenoeg onveranderd gebleven. Het gecombineerde effect is dat de totale broeikasgasemissie van de industrie is gedaald.

### Milieugevolgen van liberalisatie van de energiemarkt

De energiemarkt voor elektriciteit en gas in de EU, en dus in Nederland, liberaliseert. Hierdoor vindt er in Europa steeds meer concurrentie plaats op de elektriciteitsmarkt waardoor in 1999 de import van buitenlandse stroom in Nederland is toegenomen. Centrales in het buitenland kunnen goedkoper produceren, met name vanwege de hoge gasprijs in Nederland ten opzichte van de concurrerende brandstof steenkool. Nederland is nu het land met de relatief hoogste netto import van stroom in West-Europa. Gegeven de capaciteit van grensoverschrijdende verbindingen heeft de import in Nederland op dit moment zijn maximum vrijwel bereikt. Een eenduidige uitspraak over de herkomst (bruin-/steenkool, kern-energie) van deze elektriciteit is niet mogelijk vanwege vertrouwelijkheid van contracten en anonimiteit van verhandelde stroom op de elektriciteitsbeurs.

De snelle opening van de Nederlandse elektriciteitsmarkt in combinatie met de ongunstige prijs-verhouding tussen aardgas en kolen, leidt tot een slechte concurrentiepositie voor warmtekrachtvermogen. In de afgelopen jaren is juist door de groei van gasgestookte warmtekrachtinstallaties een positief milieueffect bereikt. De speelruimte van de Nederlandse overheid om nationaal een schone energievoorziening te realiseren wordt zoveel mogelijk benut, maar is beperkt. De overheid kan hoge emissie-eisen stellen aan de Nederlandse centrales, maar als die stroom daarvoor duurder is dan in het buitenland zal er eerder worden geïmporteerd. De strenge emissie-

eisen werken dan averechts. Financiële compensatie van schonere productie is de enige mogelijkheid om productie daarvan in Nederland te ondersteunen. Daarnaast heeft de liberalisatie gevolgen voor de import van zogenaamde 'groene stroom'. Vanwege de beperkte mogelijkheden om in Nederland op korte termijn extra duurzame energiebronnen te realiseren, zal meer groene stroom in het buitenland worden aangekocht. Meestal zal dit elektriciteit zijn uit al bestaande installaties die op hernieuwbare energie draaien (met name waterkrachtcentrales). Omdat deze import niet bijdraagt aan 'extra' duurzame energie in Europa, niet aan de realisatie van meer duurzame energie in Nederland en daarmee ook niet aan extra CO<sub>2</sub>-reductie voor Nederland, zijn er plannen om de voordelen die Nederland biedt voor groene stroom slechts open te stellen voor stroom uit landen die een met Nederland vergelijkbaar systeem van groencertificaten hebben.

De vormgeving van het klimaatbeleid van de EU loopt achter op de vormgeving en implementatie van de marktliberalisatie van de energiesector. Daarmee wordt een kans gemist om op het niveau van de EU effectief en efficiënt toe te werken naar een schonere energievoorziening als bijdrage aan het realiseren van de reductie van broeikasgasemissies. Hoewel handel in elektriciteit op zich een vorm is van emissiehandel binnen EU-landen, leidt de huidige invulling met name tot extra inzet van al bestaand goedkoop en vaak niet het meest efficiënte productievermogen.

### *Relevante emissies voor ozon: CFK's/halonen/HCFK's/methylbromide*

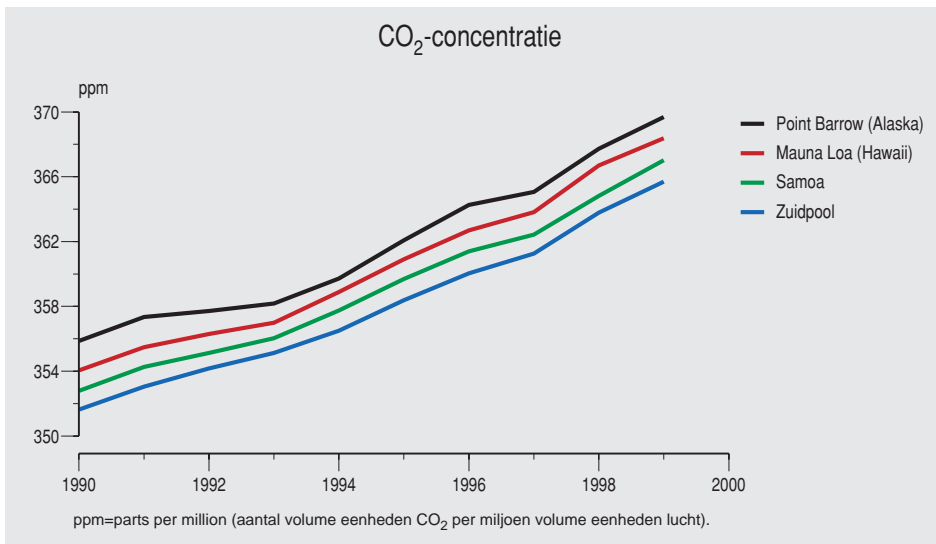
In 1987 is het Montreal Protocol getekend. Het doel van dit protocol is de beperking of stopzetting van de uitstoot van stoffen die de ozonlaag aantasten. Vanaf 1995 worden CFK's en halonen niet meer voor binnenlands gebruik verkocht in Nederland. Hiermee is het beleidsdoel gehaald. Uit materialen en apparaten komen echter nog jaren na verkoop CFK's en halonen vrij. Hierdoor daalt vanaf 1994 de geschatte werkelijke emissie in Nederland slechts traag. Wereldwijd is de productie en het gebruik van CFK's en halonen de laatste tien jaar sterk gedaald. Het succes van het internationale beleid wordt nu vooral bepaald door de handhaving van de afspraken en de ontwikkeling in de emissie van de CFK-ervangende HCFK's.

## 1.3 Milieukwaliteit en effecten

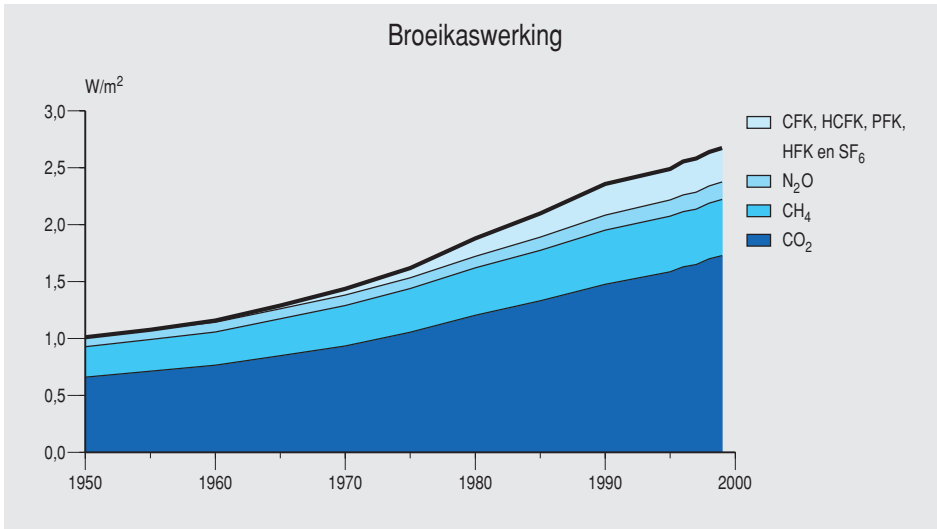
### 1.3.1 Versterkte broeikaswerking

Doordat de (mondiale) emissies stijgen, nemen de concentraties van broeikasgassen op mondiale schaal eveneens toe. De concentraties van kooldioxide ( $\text{CO}_2$ ) (figuur 1.3.1), methaan ( $\text{CH}_4$ ) en distikstofoxide ( $\text{N}_2\text{O}$ ) zijn nu respectievelijk circa 30, 150 en 13% hoger dan aan het begin van de industriële revolutie (IPCC, 2001). Hierdoor wordt de broeikaswerking van de atmosfeer versterkt.

In brede wetenschappelijke kringen (IPCC, 2001) wordt de versterkte broeikaswerking toegeschreven aan menselijke activiteiten. De versterkte broeikaswerking bedraagt momenteel  $2,43 \pm 0,25 \text{ W/m}^2$  ten opzichte van 1750. De concentratieverhoging van  $\text{CO}_2$  ten opzichte van de preïndustriële periode draagt voor 60% bij aan de totale versterkte broeikaswerking, methaan voor 20% en  $\text{N}_2\text{O}$  voor 6% in de atmosfeer gevormd. De CFK's waarvan de concentratie in de atmosfeer stabiliseert, dragen 10% bij en de PFK's, HFK's en  $\text{SF}_6$  tezamen minder dan 1% (figuur 1.3.2). Naast deze bijdragen van langlevende gassen zijn er nog andere bijdragen van voornamelijk antropogene oorsprong. Een bijdrage aan de broeikaswerking is er verder van in de atmosfeer gevormd troposferisch ozon van  $0,2\text{-}0,5 \text{ W/m}^2$  ten opzichte van de preïndustriële tijd (IPCC, 2001). De aantasting van de ozonlaag (afname van stratosferisch ozon) levert een negatieve (koelende) bijdrage aan de broeikaswerking van  $0,15 \text{ W/m}^2$ . Stofdeeltjes van verschillende samenstelling en oorsprong kunnen een bijdrage aan de versterkte broeikaswerking leveren van dezelfde orde of groter dan die van  $\text{CO}_2$ . Deze bijdrage is echter koelend, voornamelijk regionaal en vrij onzeker.



Figuur 1.3.1 Gemeten  $\text{CO}_2$ -concentraties in de atmosfeer op achtergrondlocaties op verschillende breedtegraden op het noordelijk en zuidelijk halfrond, 1990-1999 (Keeling and Whorf, 1999).



Figuur 1.3.2 Broeikaswerking van de belangrijkste broeikasgassen berekend op basis van concentratiemetingen, 1950-1999 (IPCC, 1990).

### Effecten van klimaatverandering

Het intergouvernementele panel voor klimaatverandering (IPCC) van de Verenigde Naties concludeert in zijn laatste rapport (IPCC, 2001) dat er de laatste honderd jaar sprake is van een ongebruikelijke opwarming van de aarde en dat het onwaarschijnlijk is dat die opwarming geheel kan worden toegeschreven aan natuurlijke oorzaken. ‘Natuurlijke fluctuaties zoals vulkanen en zonneactiviteit kunnen de opwarming in de tweede helft van de 20ste eeuw niet verklaren. De bijdrage van antropogene broeikasgasemissies kan worden vastgesteld, ondanks onzekerheden in de bijdrage van antropogene zwavelemisssies en natuurlijke oorzaken zoals vulkanen en zonneactiviteit.’

Er zijn veel indicaties die het beeld versterken dat het klimaat aan het veranderen is: temperatuurstijging aan het oppervlak, temperatuurdaling in de stratosfeer, afname van sneeuwbedekking en zeeijs op het noordelijk halfrond, afname van het oppervlak van gletsjers, toename in neerslag buiten de tropen, stijging van de zeespiegel, dooien van de permanent bevroren bodem in polaire gebieden (IPCC-II, 2001; Harvey, 2000). Deze veranderingen zijn consistent met de theorie van de versterkte broeikaswerking. Tot dusver stijgen de mondiale emissies van broeikasgassen, de concentraties daarvan, en de temperatuur. Omdat de klimaatverandering niet gezien kan worden als een ondergecontroleerde omstandigheden herhaalbaar experiment, blijven onvermijdelijk onzekerheden bestaan over de relatieve bijdrage van antropogene oorzaken (broeikasgassen, stofdeeltjes) en natuurlijke factoren (vulkanen, zonneactiviteit) aan de geconstateerde en toekomstige opwarming van de aarde. Nader onderzoek naar de relatieve bijdrage van deze factoren aan klimaatverandering kan de onzekerheden verkleinen in de verwachtingen over de snelheid waarmee het klimaat gaat veranderen, en de potentiële effectiviteit van beleidsmaatregelen.

### Klimaatverandering en rivierafvoeren

De gevolgen van een geleidelijke klimaatverandering op aarde kunnen op de lange duur zo ingrijpend zijn, dat daarmee bij de inrichting van het riviereengebied nu al vast rekening moet worden gehouden. Klimaatverandering heeft gevolgen voor de kringloop van het water en dus ook voor de hoeveelheid water in de rivieren.

Hydrologische modellen laten zien dat het karakter van de Rijn de komende decennia zal veranderen van een gecombineerde sneeuwsmelt/regenrivier in de richting van een regenrivier (Middelkoop, 2000). De waterstanden in de Rijn zullen 's zomers lager zijn door meer verdamping als gevolg van de hogere zomertemperaturen en door de kleinere voorraad sneeuw. 's Winters daarentegen zal er juist vaker hoogwater op de Rijn zijn, omdat het dan volgens het klimaatscenario (KNMI, 1999; Können *et al.*, 1996, 1999) vaker zal regenen dan nu het geval is en er dan juist meer smeltwater uit de Alpen komt. Door de grotere hoeveelheid regen zal ook de Maas in de

winter meer water te verwerken krijgen. Ook lage zomerafvoeren zullen vaker voorkomen op de Maas.

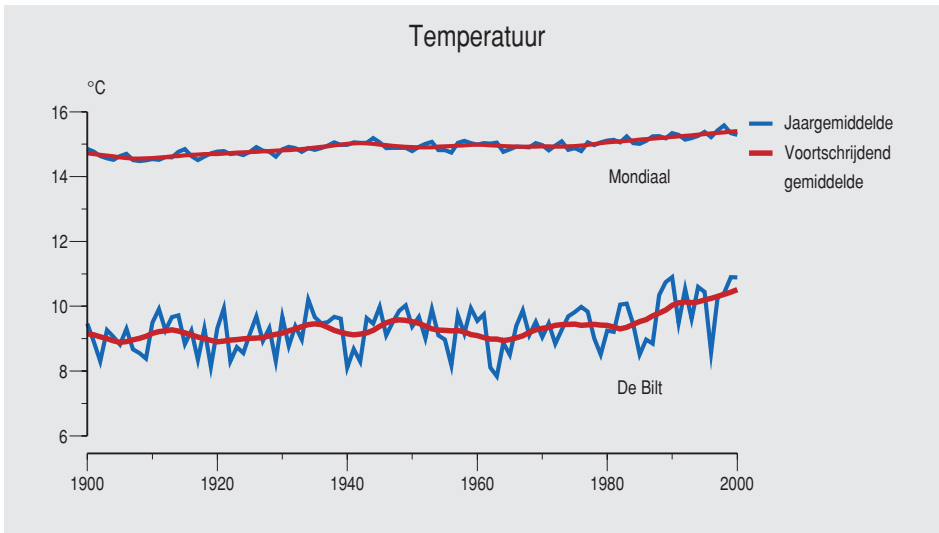
Voor de Rijn wordt rekening gehouden met een stijging van extreme waterstanden van ongeveer 5% per graad temperatuurstijging. Voor de Maas wordt rekening gehouden met een grotere toename in de orde van 10% per graad temperatuurstijging, omdat de Maas als typische regenrivier sneller op neerslagpieken reageert. Zonder maatregelen zullen de hoogwaterstanden hierdoor stijgen waardoor de waterkeringen langs de rivieren niet meer aan de veiligheidsnorm voldoen. Om in de 21ste eeuw aan de veiligheidsnormen te kunnen blijven voldoen, is een verdere vergroting van de afvoer en bergingscapaciteit noodzakelijk. De internationale hoogwateractieplannen (Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn, 1998; werkgroep Hoogwater Maas, 1998) voor de Rijn en de Maas dragen ook bij aan het reduceren van de extreme waterstanden.

Er zijn ook veranderingen waargenomen in biologische parameters die consistent zijn met regionale veranderingen in de temperatuur op aarde. De populatie van sommige planten- en diersoorten neemt af, sommige planten en dieren (vlinders, insecten en vogels) verplaatsen zich naar noordelijke gebieden of grotere hoogten, bomen gaan vroeger bloeien, insecten verschijnen eerder en vogels leggen hun eieren vroeger dan voorheen (IPCC-II, 2001).

### *Temperatuur op aarde*

De gemiddelde temperatuur op aarde is de afgelopen eeuw met  $0,6 \pm 0,2$  °C gestegen (IPCC, 2001). In 2000 lag de gemiddelde temperatuur 0,29 °C boven het gemiddelde van de afgelopen dertig jaar. De acht warmste jaren van de afgelopen dertig jaar liggen allemaal in de periode 1990-2000 (*figuur 1.3.3*). Ook in Nederland is de temperatuur gestegen. Deze was de afgelopen twintig jaar ongeveer 0,7 °C hoger dan in de eerste twintig jaar van de 20ste eeuw (KNMI, 1999). Dit verschil komt voornamelijk door hogere temperaturen in de winter. Onderzoek van het KNMI (1999) heeft uitgewezen dat de gestegen wintertemperaturen in Nederland voornamelijk toe moeten worden geschreven aan een aanhoudend verhoogde aanvoer van warme lucht vanaf de Atlantische Oceaan. Dit is waarschijnlijk een natuurlijke variatie, al kan niet worden uitgesloten dat de versterkte broeikaswerking bijgedragen heeft aan de verandering van de luchtstroming.





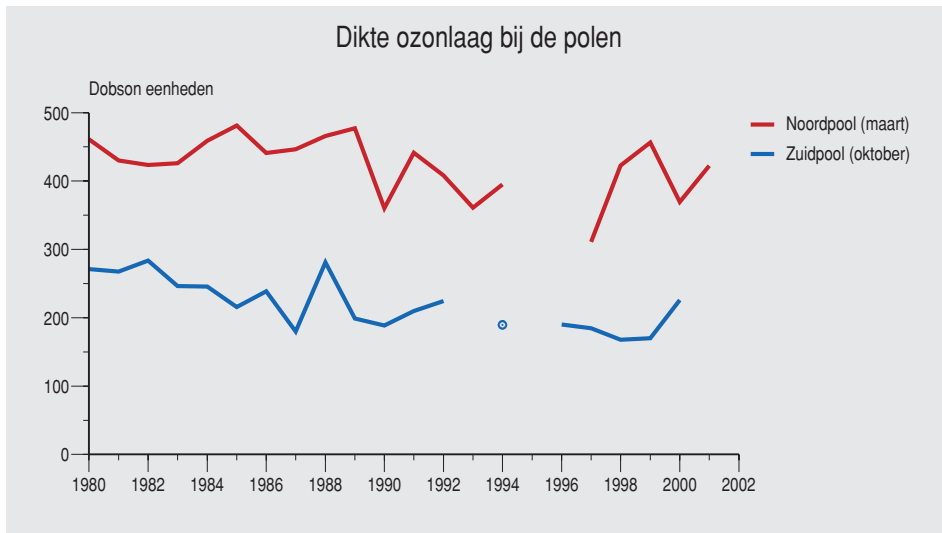
Figuur 1.3.3 De gemiddelde temperatuur mondiaal en in Nederland, 1900-2000. De rode lijn geeft een voortschrijdend gemiddelde over de meest nabije 15 jaren weer (Jones et al., 1999; KNMI, 1999).

### 1.3.2 Aantasting ozonlaag

In de stratosfeer (ongeveer gelegen tussen de 15 en 30 km hoogte) bevindt zich van nature relatief veel ozon die de aarde beschermt tegen UV-instraling. Stikstof-, chloor- en broomverbindingen beïnvloeden daar de vorming en afbraak van ozon. Deze chloor- en broomverbindingen worden voornamelijk door de mens in de atmosfeer gebracht in de vorm van CFK's, halonen, methylchloroform en enkele aanverwante stoffen. De ozonlaag wordt vooral aangetast in het voorjaar in de poolstreken, het zogenaamde ozongat, en op gematigde breedte maar niet boven de tropen. In 2000 was de ozonlaag boven Nederland duidelijk iets dunner dan in 1998-1999. Boven de Zuidpool wordt een ozongat waargenomen vanaf ongeveer 1980 en boven de Noordpool vanaf ongeveer 1990. De aantasting bij de Zuidpool in het najaar van 2000 ontstond eerder dan gewoonlijk en was groter dan ooit waargenomen. Deze aantasting verdween echter ook weer sneller en was daarom in oktober iets minder diep dan in de voorgaande jaren. Bij de Noordpool was de aantasting in het voorjaar van 2001 vergelijkbaar met die van voorgaande jaren (figuur 1.3.4).

#### *Effecten door aantasting ozonlaag*

De aantasting van de ozonlaag, en daarmee de UV-belasting, volgt met enkele jaren vertraging het troposferisch gehalte potentieel-chloor en broom. De hoogste concentratie in de stratosfeer van stoffen die de ozonlaag aantasten, lag naar verwachting rond de eeuwwisseling. De ozonlaag kan zich nu langzaam gaan herstellen. Volledig herstel zal meer dan vijftig jaar duren. De verwachte effecten op mens en natuur worden nu langzaam merkbaar, maar zullen pas over een halve eeuw hun maximum bereiken.



Figuur 1.3.4 Dikte van de ozonlaag boven de polen in het voorjaar (boven de Noordpool in maart en Zuidpool in oktober) (Bron: TOMS-metingen mondiaalgemiddeld van 1980-1992 van Nimbus 7 (versie 7), 1993-1994 van Meteor3 (versie 6) en van 1996-2001 van Earth Probe (geen metingen in 1995; 1996 gebaseerd op half jaar metingen)).

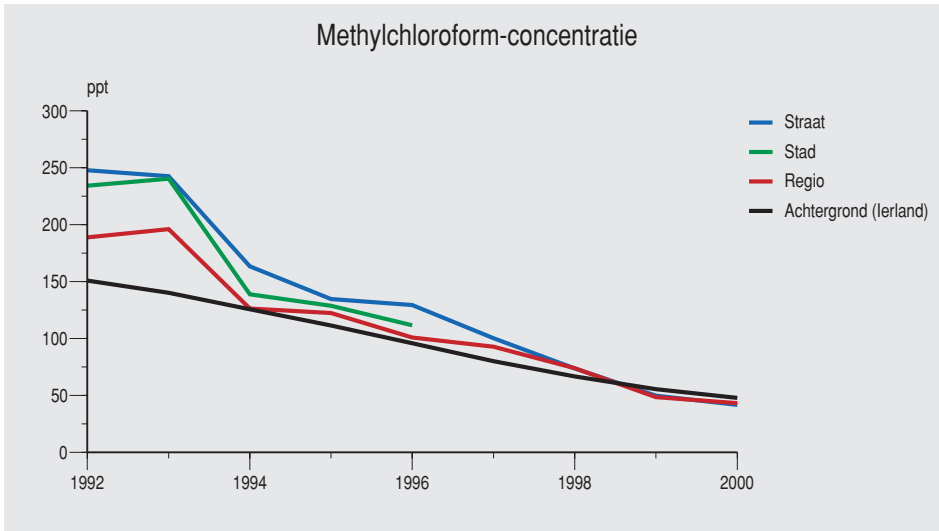
De totale UV-instraling per jaar in Nederland (figuur 1.3.6), gecorrigeerd voor toevallige fluctuaties in de bewolking, is in de afgelopen twee decennia door aantasting van de ozonlaag met circa 10% toegenomen. In 2000 was de voor bewolkingseffecten gecorrigeerde UV-belasting 9% hoger dan het gemiddelde over de jaren 1979-1981.

Voor Europa was de voor bewolgingsfluctuaties gecorrigeerde UV-belasting gemiddeld over de afgelopen drie jaar circa 4 tot 7% hoger dan in de periode 1979-1981 (figuur 1.3.7) (Slaper *et al.*, 2001).

#### Methylchloroform in Nederland

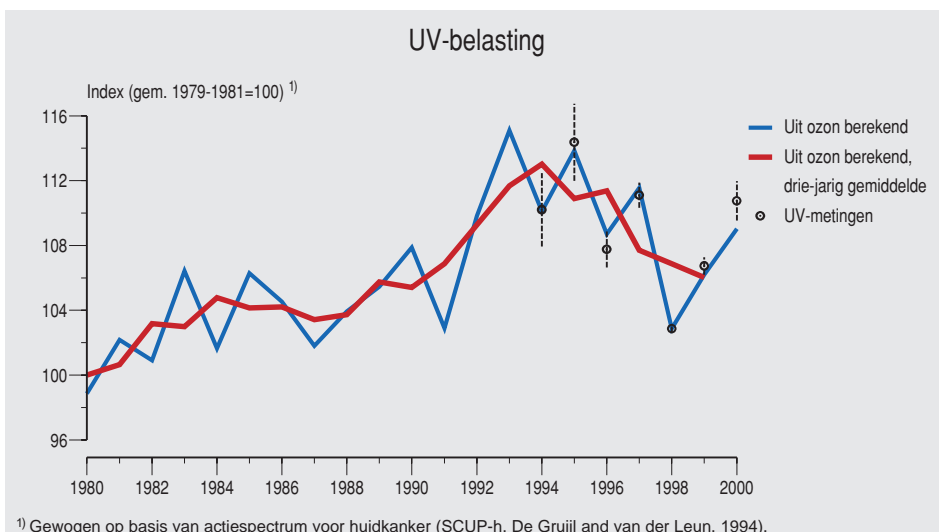
Het gehalte potentieel-chloor (en broom) in de atmosfeer is een maat voor het ozonlaagaantastend vermogen van stoffen in de atmosfeer. Dit gehalte potentieel-chloor is sinds de 20ste eeuw gestegen van een natuurlijke achtergrond van 0,6 ppb tot meer dan 3,5 ppb in 1993. Als gevolg van de in internationaal verband genomen maatregelen (Montreal Protocol) neemt het gehalte potentieel-chloor langzaam af, maar het zal nog zeker een halve eeuw duren voor het niveau van twintig jaar geleden weer wordt bereikt. De daling in het gehalte potentieel-chloor wordt voornamelijk veroorzaakt door een sterke afname van de concentratie van methylchloroform. De bijdrage van methylchloroform aan het gehalte potentieel-chloor is afgenomen van 11% tot momenteel

minder dan 4%. Metingen van methylchloroform in Nederland (figuur 1.3.5) vertonen een daling die overeenkomt met de mondiale achtergrondconcentratie. In 1992 en 1993 lagen de concentraties in de straat, stad en regio nog aanzienlijk boven de achtergrondwaarde gemeten in Ierland. Vanaf 1994 liggen de metingen dicht bij elkaar en vertonen eenzelfde daling, conform de daling in gebruik en emissie. Het feit dat de metingen op straat- en stadstations, dus in de buurt van brongebieden, nu dichtbij die van de regionale stations liggen wijst op een sterke afname in het gebruik van methylchloroform. Methylchloroform mag sinds 1996 niet meer gebruikt worden in geïndustrialiseerde landen.



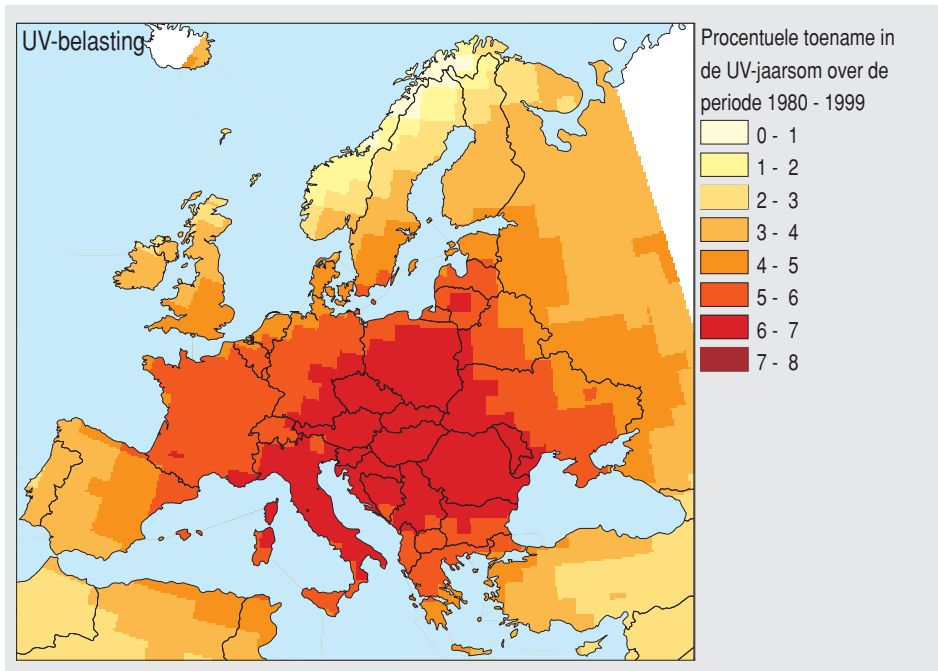
Figuur 1.3.5 Gemeten concentratie van methylchloroform in Nederland en op een achtergrondstation in Ierland, 1992-2000 (Bron: Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit; achtergrond (Ierland) van CDIAC: ALE/GAGE/AGAGE netwerk, Prinn et al., 1998).

Als de UV-belasting op het niveau van het jaar 2000 blijft, dan zal het jaarlijkse aantal gevallen van huidkanker in Nederland bij gelijkblijvend gedrag op een termijn van 70-90 jaar met circa 2300 per jaar toenemen. Bij een voortzetting en volledige naleving van het nu voorgenomen internationale beleid wordt een langzaam herstel van de ozonlaag verwacht. Het versterkte broeikaseffect beïnvloedt echter mogelijk het herstel van de ozonlaag. Het versterkte broeikaseffect veroorzaakt namelijk een daling in temperatuur



<sup>1)</sup> Gewogen op basis van actiespectrum voor huidkanker (SCUP-h, De Gruijl and van der Leun, 1994).

Figuur 1.3.6 Effectieve UV-belasting boven Bilthoven, 1980-2000 (Den Outer et al., 2000).



Figuur 1.3.7 Verandering in effectieve UV-belasting, 1980-1999.

in de stratosfeer. Deze lagere temperaturen kunnen een toename van wolken in de stratosfeer bij de polen veroorzaken. Deze wolken spelen een belangrijke rol in het ontstaan van de sterke verdunningen van de ozonlaag in het voorjaar bij de polen (het zogenaamde ozongat). Door een toename van deze wolken in de stratosfeer, kan het herstel van de ozonlaag 10-20 jaar worden vertraagd. Waarschijnlijk zal het volledige herstel van de ozonlaag, dat meer dan een halve eeuw duurt, hierdoor niet later optreden.

Het meest gunstige scenario is dat de gemaakte afspraken wereldwijd volledig worden nageleefd, en dat het herstel van de ozonlaag niet wordt vertraagd door interactie met klimaatverandering. Bij een dergelijk scenario zal de toename van de incidentie van huidkanker in Nederland, rond het midden van deze eeuw, circa 1500 gevallen per jaar bedragen.

**Kosten-baten Montreal Protocol**

Een schatting van de wereldwijde kosten en baten van het Montreal Protocol geeft aan dat de baten vele malen hoger zijn dan de kosten. De wereldwijde baten omvatten gezondheidsbaten (vermeden gevallen van huidkanker en staarvorming) en vermeden economische schade bij de visserij, de landbouw en aan materialen. De gezondheidsbaten zijn niet vertaald in economische baten. De kosten van de implementatie van het Montreal Protocol omvatten de volledige kosten van het elimineren van het gebruik van ozon-

laagaantastende stoffen in zowel geïndustrialiseerde landen als ontwikkelingslanden. De kosten en baten strekken zich uit over de hele periode van 70 jaar (1980-2050) waarin we naar verwachting te maken hebben met een verdunning van de ozonlaag. Extra gevallen van huidkanker en bijbehorende fataliteiten zullen doorgaan, als gevolg van grote tijlvertragingen. Dit geldt ook voor de periode nadat de ozonlaag is hersteld (ongeveer 2050). De gezondheidsbaten zijn hierdoor nog groter.

**Baten gezondheid (wereldwijd)**

Vermeden gevallen huidkanker	20 miljoen
Vermeden gevallen staarvorming	130 miljoen
Vermeden huidkanker fataliteiten	335.000

**Economische baten****459 miljard USD**

Vermeden schade voor visserij	52%
Vermeden schade landbouw	42%
Vermeden schade materialen	6%

**Kosten****235 miljard USD**

Geïndustrialiseerde landen	69%
Ontwikkelingslanden	31%

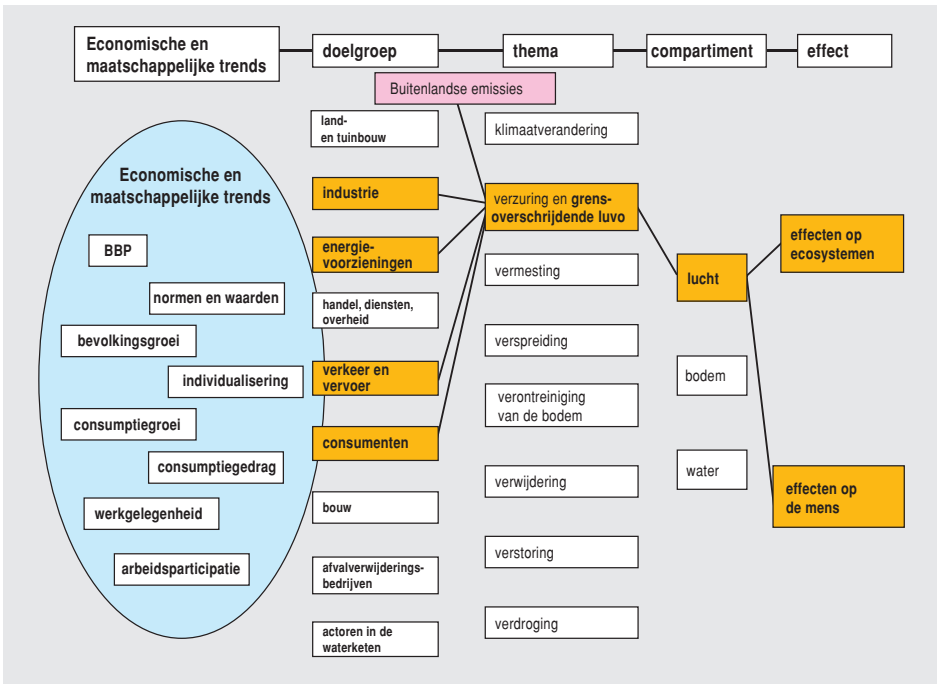
**Schatting wereldwijde netto baten:****224 miljard USD**

(exclusief gezondheidsbaten)

De kwantificeringen van de kosten en baten zijn schattingen en bevatten grote onzekerheden.  
Bron: Environment Canada (1997).



## 2 GRENDOERSCHRIJDENDE LUCHTVERONTREINIGING



Figuur 2.1 Bron-effectketen voor grensoverschrijdende luchtverontreiniging.

### 2.1 Beleidsrelevante ontwikkelingen

Het NMP4 geeft nieuwe doelstellingen voor de emissie en depositie van verzurende stoffen ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NH}_3$  en VOS) in het jaar 2010. Deze doelstellingen zijn een uitkomst van de evaluatie van de verzuringsdoelstellingen die in het NMP3 was aangekondigd. De nieuwe doelstellingen voor 2010 zijn minder ambitieus dan de doelstellingen zoals die tot nog toe golden. Eerder was al, onder andere in de Milieuverkenningen, aangegeven dat de emissiedoelen voor stikstofoxiden ( $\text{NO}_x$ ) en ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) voor 2010 alleen met zeer grote inspanningen konden worden bereikt. In het NMP3 is besloten de doelen voor 2000 voor deze stoffen door te schuiven naar 2005. Voor zwaveldioxide ( $\text{SO}_2$ ) is het emissiedoel voor 2000 gerealiseerd. Voor VOS zijn de emissies in de periode 1980-2000 ongeveer gehalveerd. Het doel was een reductie van 60%. Doordat inmiddels nieuwe schattingen zijn gemaakt van de totale omvang van de VOS-emissie zijn de emissieniveaus over de gehele periode verhoogd. Mede daardoor wordt het oorspronkelijke NMP-doel voor 2000 van 193 miljoen kg in 2000 met bijna 50% overschreden.

De minder vergaande doelstellingen voor de depositie van stikstof en potentieel zuur voor 2010 hebben als gevolg dat de bescherming van de natuur minder zal zijn dan eerder beoogd. De oorspronkelijke doelstelling leidde tot een volledige bescherming van circa 80% van het areaal natuur, de nieuwe doelen beschermen slechts 20-30% van het areaal natuur volledig.

In 2000 is een begin gemaakt met de implementatie van de eerste dochterrichtlijn van de Europese Unie (EU) voor luchtkwaliteit. Een eerste verkenning geeft aan dat Nederland vooral moeite zal hebben om te voldoen aan de luchtkwaliteitseisen voor stikstofdioxide (NO<sub>2</sub>). Met name langs drukke (snel)wegen in de stedelijke agglomeraties blijft sprake van overschrijding van de normen. Nederland voldoet wel al aan de Europese luchtkwaliteitseisen voor zwaveldioxide en lood.

De jaargemiddelde norm voor fijn stof voor 2005 komt bij voortzetting van het huidige beleid binnen bereik. De indicatieve luchtkwaliteitseisen voor fijn stof voor 2010 lijken voorsnog onbereikbaar. Door de EU wordt momenteel gewerkt aan een evaluatie van alle 2010-normen. Speciale aandacht gaat daarbij uit naar de normen voor fijn stof. Het is nog onduidelijk wat de samenstelling is van de fractie van fijn stof die tot negatieve gezondheidseffecten leidt. Wellicht is meer aandacht nodig voor de koolstofhoudende en ultrafijne stofdeeltjes. De resultaten van de grootschalige onderzoeken die thans lopen, zullen een grote rol spelen bij de besluitvorming in de EU in 2003 over de definitieve normen voor fijn stof voor 2010. De daggemiddelde norm voor fijn stof voor 2005 zal bij voortzetting van het huidige beleid waarschijnlijk worden overschreden in delen van Nederland. Inmiddels is de besluitvorming in de EU over de dochterrichtlijn voor ozon in een eindstadium. Invoering hiervan heeft voor het reeds gevoerde Nederlandse beleid beperkte consequenties.

Opvallend in 2000 was de snelle introductie van laagzwavelige diesel, vooruitlopend op de nieuwe Europese normen. Nadat de regering besloten had om de heffingen op laagzwavelige diesel met 6 cent te verlagen – als tegemoetkoming voor de transportsector voor de gestegen oliepijzen – bleek de introductie veel sneller plaats te vinden dan eerder werd verwacht.

Overheid en bedrijfsleven hebben inmiddels op hoofdlijnen overeenstemming bereikt over de handel in NO<sub>x</sub>-emissie. Voor de grotere bedrijven zou deze in de plaats moeten komen van de huidige aanpak via convenanten, vergunningen en regelgeving. De nieuwe aanpak steunt sterk op ervaring met verhandelbare emissierechten in de Verenigde Staten. Eerste proeven met het handelssysteem hebben geleerd dat een succesvolle werking van de handel de nodige aandacht vergt, vooral in de Nederlandse situatie met een beperkt aantal grote partijen. De invoer van het handelssysteem is inmiddels verschoven van 2003 naar, op zijn vroegst, eind 2004.



## 2.1.1 Europees beleid

Verzuring en grootschalige luchtverontreiniging hebben een sterke internationale component. Twee internationale organen werken daarom aan een grensoverschrijdende aanpak. Eind 1999 heeft de United Nations Economic Commission for Europe (die alle Europese landen omvat) emissieafspraken voor 2010 neergelegd in het Gothenburg Protocol. Ook de EU wil emissieplafonds voor de lidstaten vastleggen en wel door middel van een National Emissions Ceiling (NEC)-richtlijn. De Europese Commissie koos daarbij aanvankelijk voor lagere emissieniveaus voor de lidstaten dan in het Gothenburg Protocol zijn opgenomen. De Milieuraad (de raad van de milieuministers van de lidstaten) heeft echter gekozen voor plafonds die in de buurt komen van die van het Gothenburg Protocol. De besluitvorming over de NEC-richtlijn bevindt zich in de eindfase. Het Europees Parlement heeft sinds twee jaar instemmingsrecht en heeft lang vastgehouden aan de oorspronkelijke inzet van de Europese Commissie. De Milieuraad en het Europees Parlement hebben inmiddels overeenstemming bereikt.

In 1999 is de eerste EU-dochterrichtlijn van de Kaderrichtlijn Luchtkwaliteit van kracht geworden. Deze richtlijn geeft normen voor fijn stof, stikstofdioxide, zwaveldioxide en lood. In een tweede dochterrichtlijn zijn normen vastgelegd voor koolmonoxide en benzeen. Nieuwe normen voor ozon zullen onderdeel zijn van de derde dochterrichtlijn, die in voorbereiding is. Deze derde dochterrichtlijn doorloopt hetzelfde traject als de NEC-richtlijn. Ook hier geldt dat de Milieuraad de oorspronkelijke inzet van de Europese Commissie heeft afgezwakt en dat het Europees Parlement vooralsnog aan de oorspronkelijke inzet vasthoudt (*tabel 2.1.1*).

De afgelopen decennia zijn op Europese schaal aanzienlijke emissiereducties van grootschalige luchtverontreinigende stoffen gerealiseerd. De grootste reducties zijn bereikt bij grote industriële bronnen, in de energiesector en bij het wegverkeer. In de gehele EU zijn de emissies van ozonvormende stoffen tussen 1990 en 1998 met 22% gedaald. In

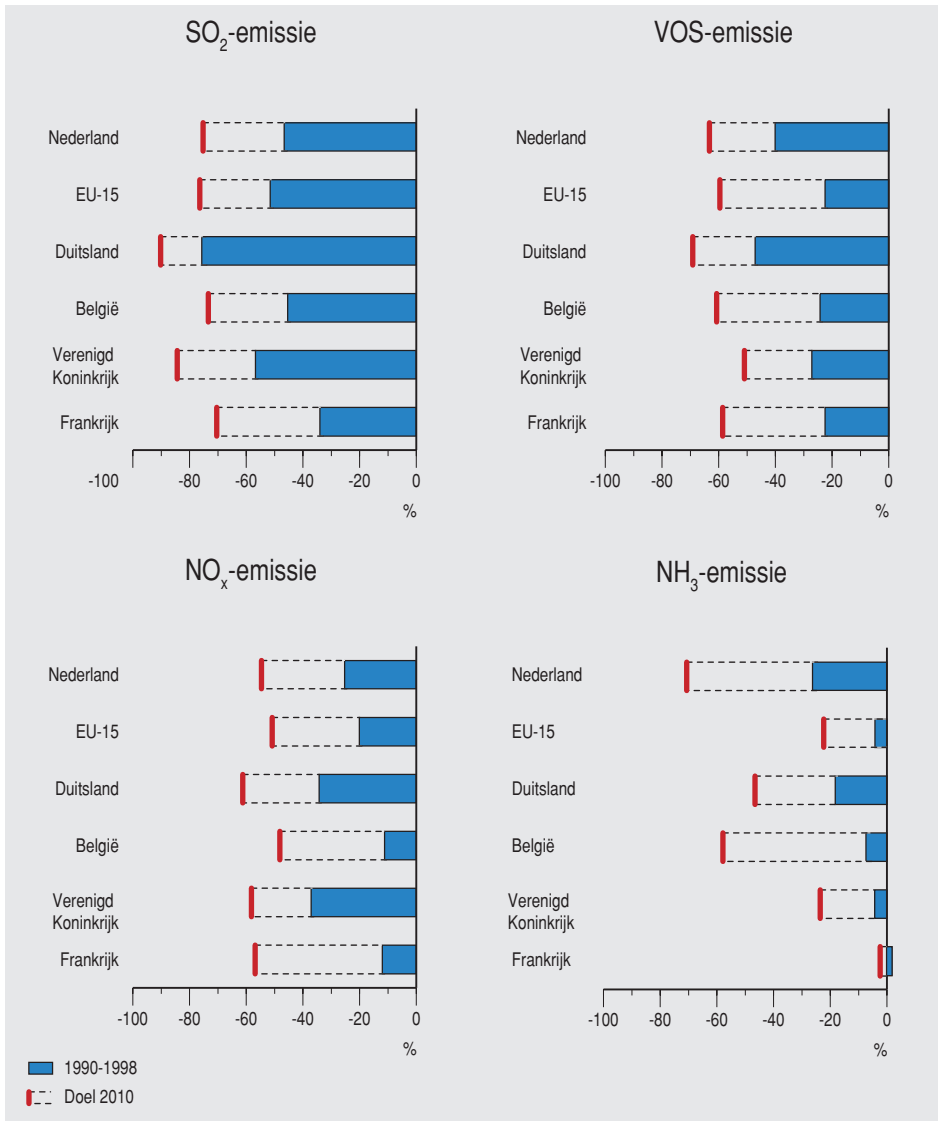
*Tabel 2.1.1 Enkele Europese luchtkwaliteitsnormen.*

Stof	Gericht op	Norm	Niveau	Status
Ozon (O <sub>3</sub> )	mens	8-uursgemiddelde	110 µg/m <sup>3</sup>	van kracht; drempelwaarde
	mens	hoogste glijdend 8-uursgemiddelde <sup>1)</sup>	120 µg/m <sup>3</sup>	voorstel; doel in 2010
	vegetatie	daggemiddelde	65 µg/m <sup>3</sup>	van kracht; drempelwaarde
	vegetatie	AOT-40 <sup>2)</sup>	18.000 (µg/m <sup>3</sup> ) × uur	voorstel; doel in 2010
Stikstofdioxide (NO <sub>2</sub> )	mens	jaargemiddelde	40 µg/m <sup>3</sup>	van kracht; doel in 2010
Fijn stof (PM <sub>10</sub> )	mens	jaargemiddelde	40 µg/m <sup>3</sup>	van kracht; doel in 2005
	mens	daggemiddelde <sup>3)</sup>	50 µg/m <sup>3</sup>	van kracht; doel in 2005

1) Voorstel Milieuraad: overschrijding is toegestaan op niet meer dan 25 dagen gemiddeld over 3 jaar.

2) Voorstel Milieuraad. De AOT-40 (Accumulated Exceedance Over Threshold) waarde is de som van uurgemiddelde ozonconcentraties voor het gedeelte van de concentratie boven 40 ppb (= 80 µg/m<sup>3</sup>) tijdens de maanden mei, juni en juli van 8-20 uur.

3) Overschrijding is toegestaan op niet meer dan 35 dagen.



Figuur 2.1.1 Emissiereducties die nodig zijn om de EU-emissiedoelen voor 2010 te halen (NEC Directive) en de gerealiseerde emissiereducties in 1998, voor Nederland en de omliggende landen.

dezelfde periode zijn de emissies van verzurende stoffen in de EU met 32% gedaald, vooral door daling van de SO<sub>2</sub>-emissie. Om de NEC-emissiedoelen voor 2010 te halen, zullen de meeste lidstaten nog aanzienlijk hogere emissiereducties moeten realiseren dan nu (figuur 2.1.1). Een groot deel van de emissiedoelen is haalbaar met het voorgenomen nationale en internationale beleid. In een aantal EU-landen, waaronder Nederland, zijn aanvullende reductiemaatregelen nodig om de NEC-doelen volledig te halen.

Tabel 2.1.2 Doelstellingen emissiereducties.

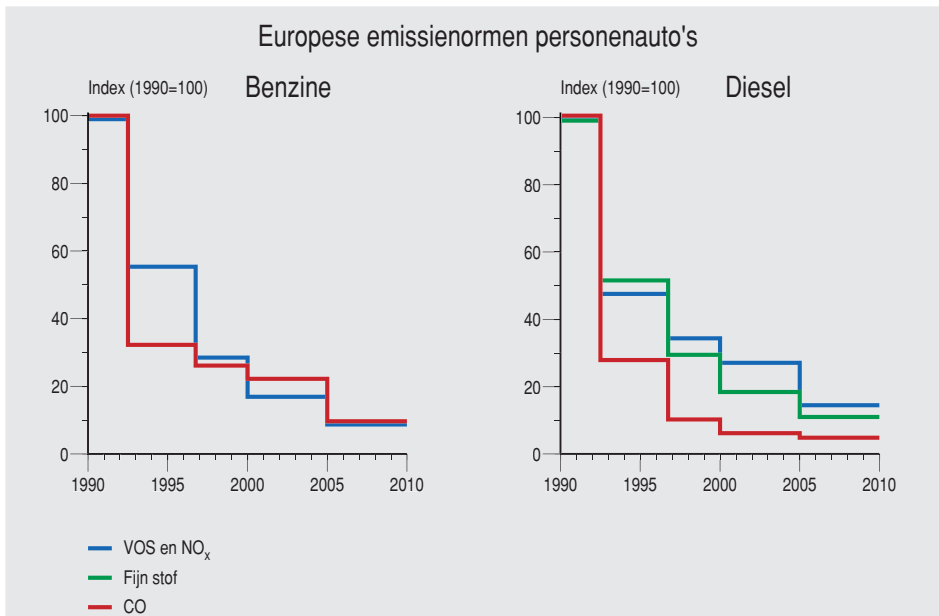
Stof	Doelstelling NMP3 2000/2005	Emissie 2000	Doelstellingen 2010			
			Nederland (NMP3)	UN-ECE	EU (NEC)	Nederland (NMP4)
miljoen kg						
SO <sub>2</sub>	92	91	56	50	50	46
NO <sub>x</sub>	249 <sup>1)</sup>	421	120	266	260	231
NH <sub>3</sub>	80 <sup>1)</sup>	157	54	128	128	100
VOS	193	281	117	191	185	155 <sup>2)</sup>

1) Doelen voor 2005.

2) Mits EU-richtlijnen tot stand komen voor VOS-houdende producten en gemotoriseerde tweewielers, anders geldt een doelstelling van 163 miljoen kg.

## 2.1.2 Nederlands beleid

De in het NMP4 voorgestelde nationale emissieplafonds gaan een stap verder dan de NEC-plafonds (tabel 2.1.2). Hiervoor worden drie redenen aangevoerd. In de eerste plaats kan een veiligheidsmarge ervoor zorgen dat bij tegenvallers toch de internationale afspraken worden nagekomen waartoe Nederland zich heeft verplicht. Ten tweede passen verdergaande doelstellingen bij de voortrekkersrol die Nederland samen met een aantal andere landen binnen Europa wil vervullen. Ten derde kan een verdergaande reductie extra bescherming bieden voor de Nederlandse natuur.



Figuur 2.1.2 Emissienormering voor personenauto's in de EU, 1990-2010.

De nationale emissiedoelstellingen zijn uitgesplitst naar taakstellingen per doelgroep. Voor de meeste doelgroepen kan voldoende beleid geformuleerd worden om de taakstellingen te halen. Voor het verkeer geldt dit echter maar gedeeltelijk. De taakstelling is daarom ook afgeleid van het (deels nog te verwachten) succes van de aanscherping van de EURO-emissienormering. Hiermee worden de emissies van personenauto's in de EU-lidstaten gereguleerd (figuur 2.1.2). Zwaveldioxide is in deze normering niet opgenomen, omdat vermindering van de emissie van deze stof in het verkeer wordt aangepakt met Europese eisen voor het zwavelgehalte in brandstoffen.

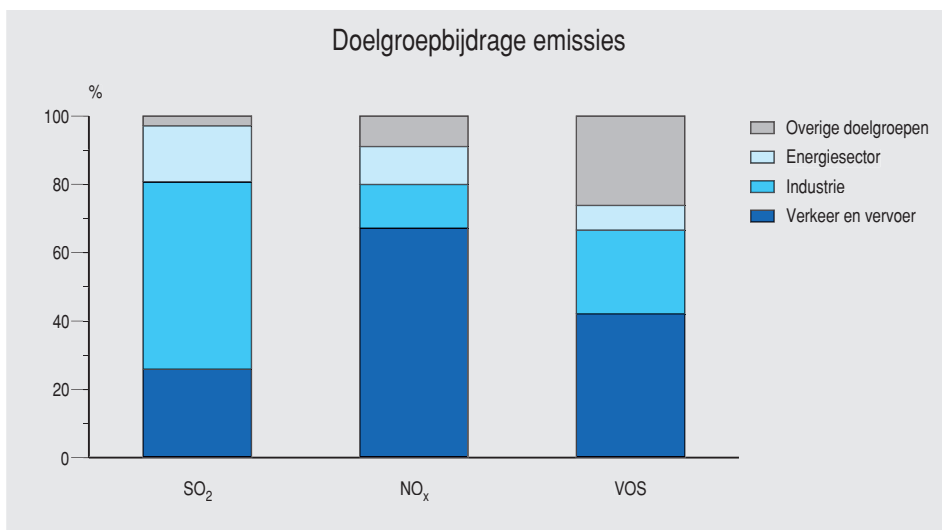
## 2.2 Milieudruk en milieukwaliteit

De belangrijkste sectoren die in Nederland zwaveldioxide, stikstofoxiden, VOS en fijn stof emitteren zijn het verkeer, de industrie en de energiesector (figuur 2.2.1).

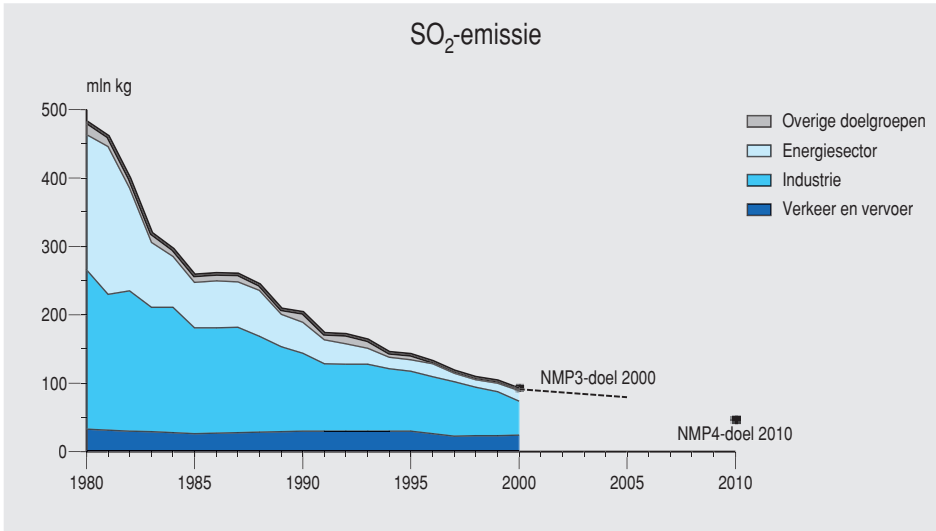
### 2.2.1 Zwaveldioxide

#### *Emissie van zwaveldioxide*

De NMP3-doelstelling voor zwaveldioxide (SO<sub>2</sub>) in 2000, 92 miljoen kg, is gehaald. In 2000 bedroeg de emissie 91 miljoen kg (figuur 2.2.2). De grootste reductie is bereikt bij de raffinaderijen. Zij hebben hun doelstelling voor 2000, 36 miljoen kg, gehaald. De industrie benadert haar taakstelling van 15 miljoen kg voor 2000 door verdere implementatie van technische maatregelen. In de energiesector nam de emissie in geringe mate toe doordat de kolencentrales zwavelrijkere kolen hebben gestookt. De emissie van de kolencentrales blijft echter onder de taakstelling voor 2000. De emissie van zwaveldioxide door verkeer en vervoer blijft nagenoeg gelijk. In het wegverkeer daalt de



Figuur 2.2.1 Procentuele bijdrage van doelgroepen aan Nederlandse emissies in 2000.



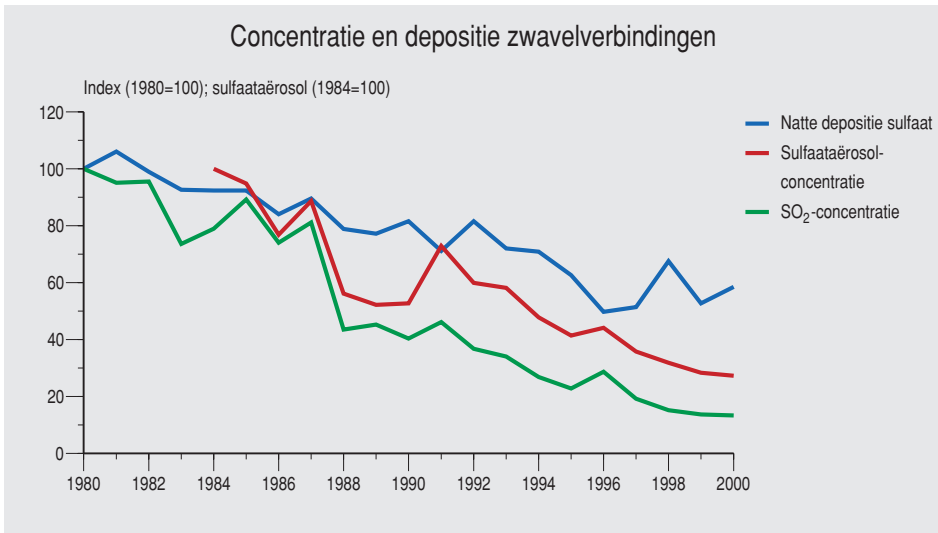
Figuur 2.2.2 Emissie van SO<sub>2</sub> in Nederland, 1980-2000.

emissie, ondanks een stijging van het aantal gereden kilometers. De emissie van het niet-wegverkeer stijgt daarentegen, met name bij de scheepvaart.

De dalende trend in de totale emissie van zwaveldioxide zet zich naar verwachting door tot bijna 80 miljoen kg in 2005. Het grootste deel van de reductie tot 2005 moet worden bereikt door maatregelen bij het verkeer, zoals verlaging van de norm voor het zwavelgehalte in dieselbrandstof en zware stookolie. De industrie en de energiesector hebben tot 2005 geen zwaveldioxide-reducerende maatregelen aangekondigd. Een eventuele groei in deze sector zal vermoedelijk gecompenseerd worden door een verminderde inzet van oliehoudende brandstoffen. Effectieve internationale afspraken om de emissies uit de (zee)scheepvaart te verminderen blijven nog steeds uit. De NMP4-doelstelling voor 2010 bedraagt 46 miljoen kg. Om deze doelstelling te halen, zijn aanvullende maatregelen nodig.

### *Milieu kwaliteit; zwaveldioxide*

De vermindering van de emissie van zwaveldioxide in Europa heeft er sinds het midden van de jaren tachtig toe geleid dat de concentraties van zwaveldioxide en sulfaataërosol in lucht fors zijn gedaald. Ook de natte depositie van zwavelverbindingen is sterk afgenomen. De concentraties van zwaveldioxide en sulfaataërosol zijn over geheel Europa 40 tot 80% lager geworden. De metingen in Nederland tonen eenzelfde beeld (figuur 2.2.3). De depositie van zwavel is in West- en Centraal-Europa met 30 tot 40% verminderd en in Noordwest- en Noord-Europa met circa 80%. De huidige grenswaarden van de EU voor de bescherming van de gezondheid van de mens worden in Nederland nergens overschreden. Verondersteld mag worden dat gezondheidseffecten geassocieerd met uitsluitend zwaveldioxide niet meer optreden.



Figuur 2.2.3 Concentratie van zwaveldioxide, sulfaataërosol en natte depositie van sulfaat in Nederland, 1980-2000.

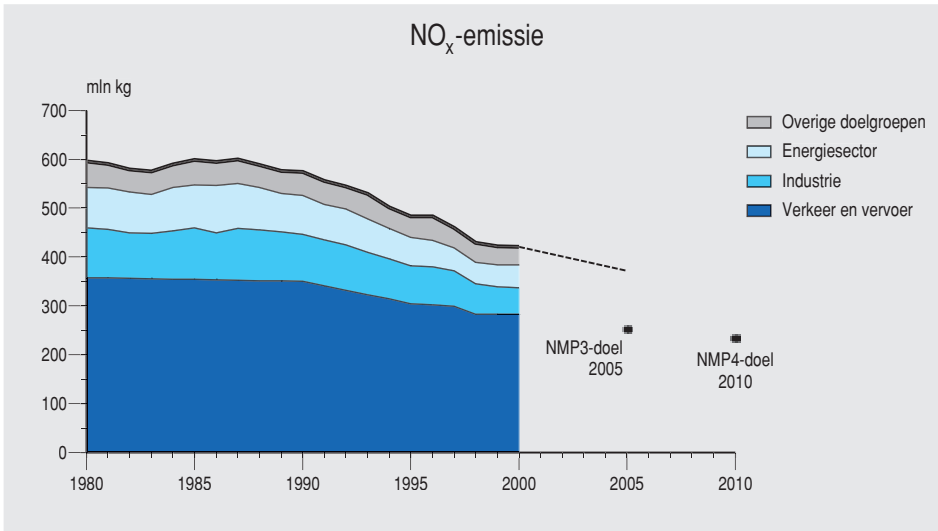
De vermindering van de nationale en internationale emissie van zwaveldioxide heeft geleid tot een daling van de depositie van potentieel zuur. De emissie van de andere relevante stoffen, stikstofoxiden en ammoniak, is veel minder sterk gedaald. De depositiedoelstellingen voor potentieel zuur en voor stikstof voor 2000 zijn dan ook niet gehaald (*hoofdstuk 3*). De kritische depositieniveaus waaronder verwaarloosbare effecten op de natuur optreden, worden nog steeds op grote delen van de natuur overschreden.

## 2.2.2 Stikstofoxiden

### *Emissies van stikstofoxiden*

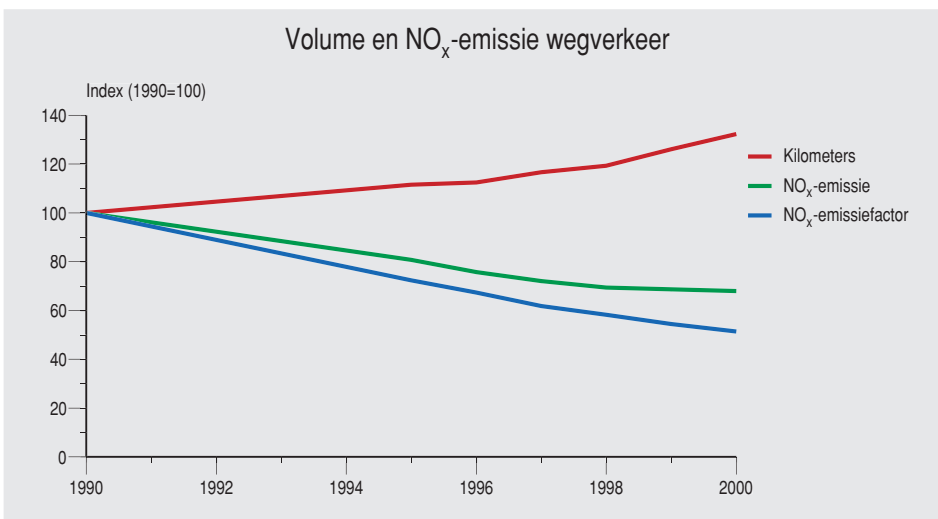
De emissie van stikstofoxiden ( $\text{NO}_x$ ) in Nederland daalt, maar de afstand tot het doel is nog groot (*figuur 2.2.4*). De emissie in 2000 lag met 421 miljoen kg nog bijna 70% boven de doelstelling van 249 miljoen kg voor 2005. Ook de verwachting voor 2005, 372 miljoen kg, ligt daar nog ver boven. Om de nieuwe NMP4-doelstelling van 231 miljoen kg in 2010 te halen, zullen daarom nog flinke emissiereducties moeten plaatsvinden.

In de periode tot 2005 komt de grootste reductie van het verkeer, dat voor bijna 70% bijdraagt aan de  $\text{NO}_x$ -emissie. Deze reductie is het gevolg van een verdere aanscherping van de Europese emissie-eisen voor auto's (*figuur 2.1.2*). De afgelopen jaren is de emissie bij verkeer, als gevolg van Europese regelgeving, gedaald, ondanks de gestage volumegroei (*figuur 2.2.5*). De sterke daling van de emissie per km is daar debet aan.



Figuur 2.2.4 Emissie van NO<sub>x</sub> in Nederland, 1980-2000.

In 2000 is de NO<sub>x</sub>-emissie bij bedrijven (industrie, raffinaderijen, energiesector en afvalverbrandingsinstallaties) nagenoeg gelijk gebleven (ruim 100 miljoen kg). De taakstelling van het NMP4 voor deze sectoren voor 2010 is 65 miljoen kg. Om deze doelstelling te behalen, wordt een NO<sub>x</sub>-emissiehandel opgezet die eind 2004 operationeel moet zijn. Het handelssysteem bevordert dat binnen het hele deelnemersveld de meest kosteneffectieve maatregelen genomen worden. De overgang naar dit nieuwe beleidsinstrument vertraagt momenteel de implementatie van NO<sub>x</sub>-maatregelen. Zo wordt maar zeer beperkt gebruikgemaakt van de stimuleringsregeling voor nagescha-



Figuur 2.2.5 Emissie van NO<sub>x</sub> door het wegverkeer, 1990-2000.

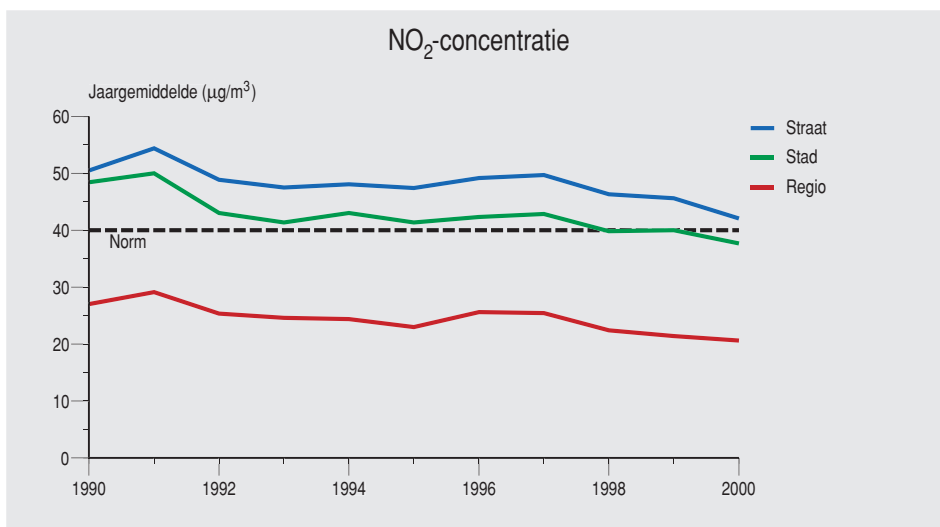
kelde  $\text{NO}_x$ -technieken, en het aantal voorgenomen maatregelen tot 2004 is klein. Een tijdige start van het handelssysteem is van belang om verdere vertraging in  $\text{NO}_x$ -reducties te voorkomen. De vereiste aanpassing van de Wet milieubeheer en de inpassing in de regelgeving van de EU zijn risicofactoren.

Een mogelijke bedreiging voor een goede marktwerking is een te klein aantal deelnemers (circa 200 inrichtingen) en wellicht ook een te beperkt handelsvolume. Een onzekere factor is in dit verband de productieontwikkeling van de Nederlandse elektriciteitssector, onder andere door import en liberalisering. In de ontwerpfase van het  $\text{NO}_x$ -handelssysteem is ervan uitgegaan dat deze sector een relatief groot potentieel aan kosteneffectieve maatregelen heeft en daarmee een nettoaanbieder van  $\text{NO}_x$ -emissierechten zal zijn. Mocht de feitelijke volume-ontwikkeling als gevolg van elektriciteitsimport blijvend bij eerdere prognoses achterblijven, dan kan dit wellicht leiden tot schaarste in aangeboden reducties, en daardoor tot prijsstijgingen van  $\text{NO}_x$ -credits. In het NMP4 is aangekondigd dat, als de emissiehandel succesvol is, de deelnemers de gelegenheid krijgen om reducties te kopen in andere sectoren.

### *Milieukwaliteit; stikstofdioxide*

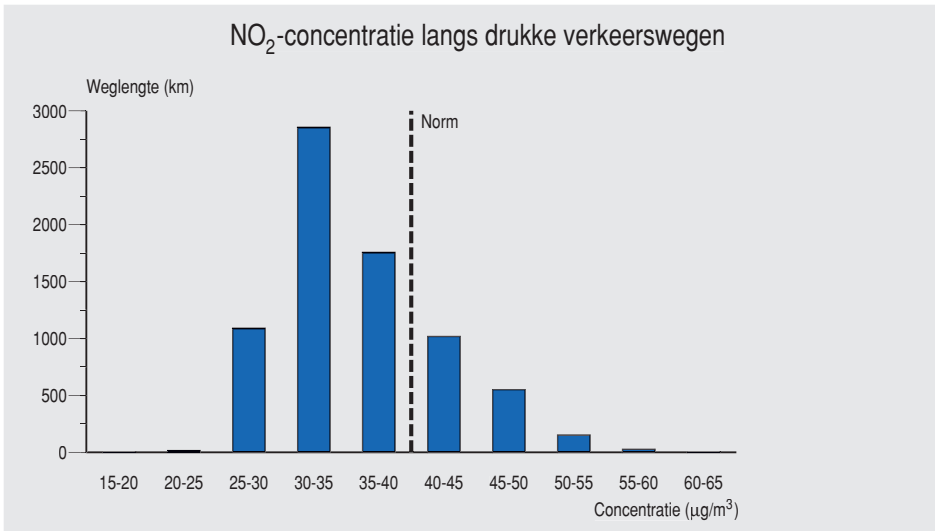
De luchtkwaliteit voor stikstofdioxide ( $\text{NO}_2$ ) in Nederland verbetert, maar normoverschrijding vindt nog steeds plaats. De vermindering van de verkeersemissie heeft geleid tot een daling van de  $\text{NO}_2$ -concentratie (figuur 2.2.6).

Overschrijdingen van de norm voor  $\text{NO}_2$  komen voor op plaatsen met hoge verkeersintensiteit, zoals het Rijnmondgebied, de regio rond Amsterdam en langs snelwegen in stedelijk gebied. In een aantal gevallen kunnen deze overschrijdingen worden aangepakt door specifiek beleid van lagere overheden, zoals het terugdringen van het autoverkeer in de binnensteden. Hiervoor zijn wel forse inspanningen vereist.



Figuur 2.2.6 Gemeten jaargemiddelde  $\text{NO}_2$ -concentratie in Nederland, 1990-2000 (Bron: RIVM).





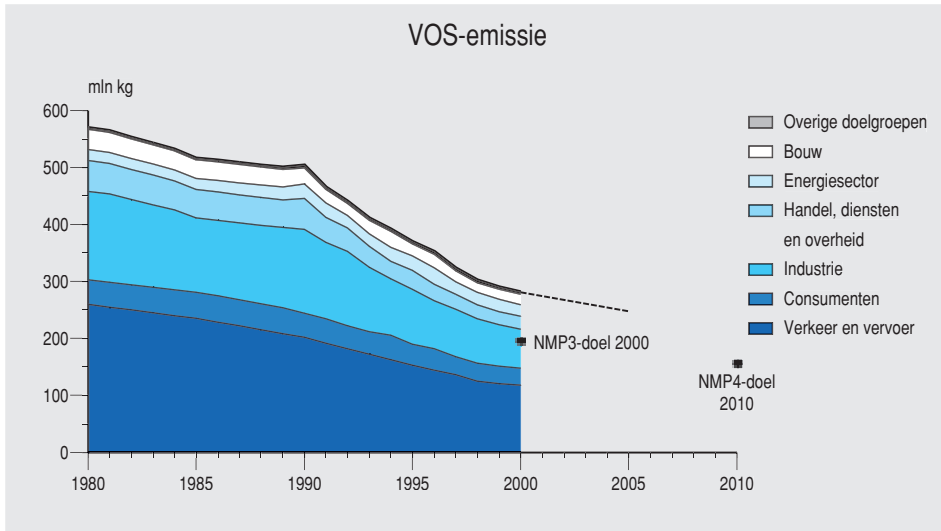
Figuur 2.2.7 Jaargemiddelde NO<sub>2</sub>-concentratie langs drukke verkeerswegen in Nederland naar concentratieklasse, 2000 (Bron: RIVM). Gegevens op basis van modelberekeningen.

Overschrijding van de EU-norm voor de jaargemiddelde NO<sub>2</sub>-concentratie (40 µg/m<sup>3</sup>) vindt plaats op circa 1700 km weglengte, zo wijzen berekeningen uit. Circa 40% van deze weglengte bevindt zich in één van de vier grote steden. In meer dan de helft van de gevallen bedraagt de overschrijding minder dan 5 µg/m<sup>3</sup>. Er komen echter normoverschrijdingen tot 25 µg/m<sup>3</sup> voor (figuur 2.2.7).

### 2.2.3 Emissie van vluchtige organische stoffen

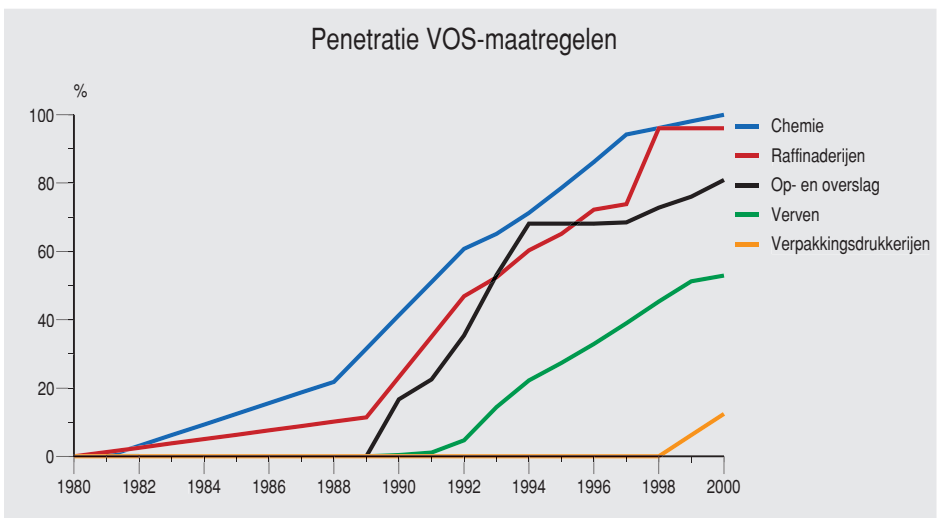
De emissie van vluchtige organische stoffen (VOS) in Nederland lag in 2000 ongeveer 50% hoger dan de absolute NMP3-doelstelling van 193 miljoen kg, dit ondanks een daling van ruim 40% in de periode 1990-2000. Ook de verwachte emissie in 2005 ligt nog boven de doelstelling voor 2000 (figuur 2.2.8). De doelgroepen verkeer en industrie dragen met circa 40 en 25% het meest bij aan de emissie van VOS. EU-wetgeving stelt emissie-eisen aan auto's, waardoor de VOS-emissie stapsgewijs aan banden wordt gelegd (zie ook figuur 2.1.2). Ook voor andere doelgroepen dan verkeer is nationaal en Europees beleid geformuleerd of is er beleid in voorbereiding. Niettemin neemt het tempo in de reductie van de VOS-emissie af. Om het emissiedoel voor 2010 te halen, zal aanvullend beleid nodig zijn.

Het doel van het programma Koolwaterstoffen2000 (KWS2000) om voor de KWS2000-sectoren in het jaar 2000 een reductie van tenminste 50% te bereiken ten opzichte van 1981, is gehaald. Sommige sectoren, zoals consumenten, zijn echter achtergebleven. In het VOS-beleid voor de stationaire bronnen over de afgelopen vijftien jaar, zoals vastgelegd in het programma KWS2000, speelden convenanten die de over-



Figuur 2.2.8 Emissie van VOS in Nederland, 1980-2000.

heid afsluit met de industrie en andere sectoren een belangrijke rol. In die convenanten zijn afspraken gemaakt over te behalen emissiereducties in het jaar 2000. Het blijkt dat de combinatie van VOS-convenanten en een redelijke beleidsdruk vanuit de vergunningverlening (uitvoering en handhaving) goed werkt als het gaat om bewezen bestaande technieken die (bedrijfseconomisch) betaalbaar zijn en die gemakkelijk zijn in te passen in het productieproces. Dit is het geval bij een aanzienlijk deel van de maatregelen die binnen de sectoren chemie, raffinaderijen en op- en overslag getroffen zijn (figuur 2.2.9).



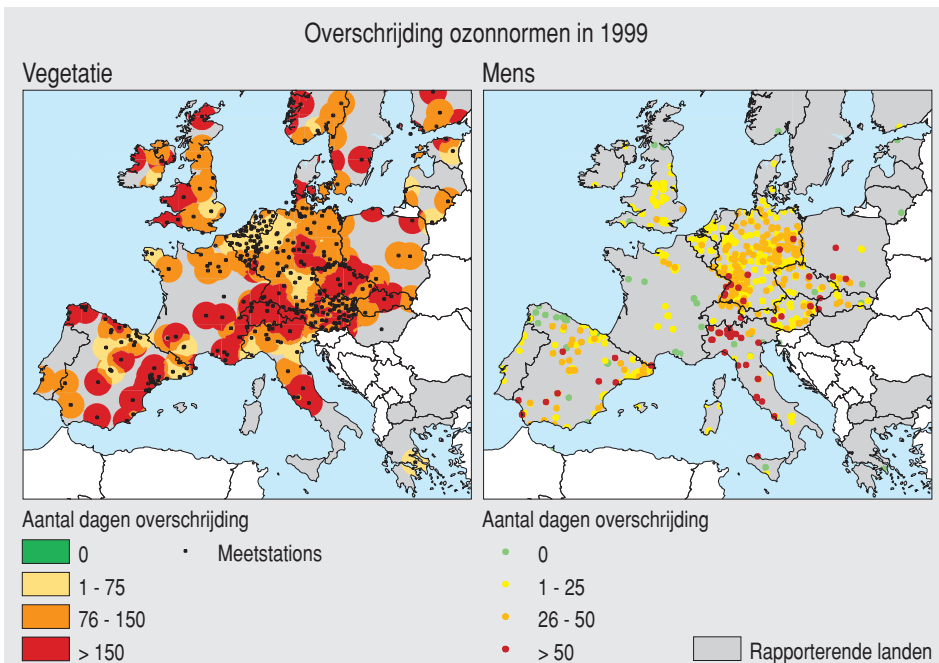
Figuur 2.2.9 Penetratie van VOS-maatregelen behorende bij KWS2000-doelen, 1980-2000.

Convenanten bieden geen garantie voor de snelheid waarmee nieuwe technieken worden ingevoerd. Daadwerkelijke implementatie van nieuwe technologieën neemt vaak meer tijd in beslag dan was voorzien, ondanks inzet van ondersteunende financiële instrumenten (subsidies). Convenanten werken minder goed wanneer er sprake is van hoge kosten die de concurrentiepositie van de bedrijven beïnvloeden. Deze nieuwe maatregelen worden doorgaans wel getroffen na aanscherping van het beleid met een meer verplichtende normstelling.

In de industrie is de VOS-emissie tussen 1981 en 1998 met circa 50% gedaald. Deze halvering van de emissie is in overeenstemming met wat destijds in het KWS2000-programma minimaal haalbaar werd geacht. In de komende jaren zijn door intensivering van uitvoering en handhaving nog reducties te bereiken in sectoren waarin de KWS-maatregelen nog onvoldoende geïmplementeerd zijn, zoals de verpakkingsdrukkerijen en de industriële verftoepassingen.

## 2.2.4 Ozon

Ozon is een vorm van luchtverontreiniging die ontstaat uit stikstofoxiden en vluchtige organische stoffen onder invloed van zonlicht. De normen voor ozon ( $O_3$ ) worden in Europa nog steeds overschreden. Dit geldt voor de norm voor de piekniveaus én voor de norm voor het gemiddelde niveau (figuur 2.2.10), zo blijkt uit metingen. Ook de voorgestelde nieuwe EU-norm voor bescherming van vegetatie, de zogenaamde AOT-40, wordt overschreden.



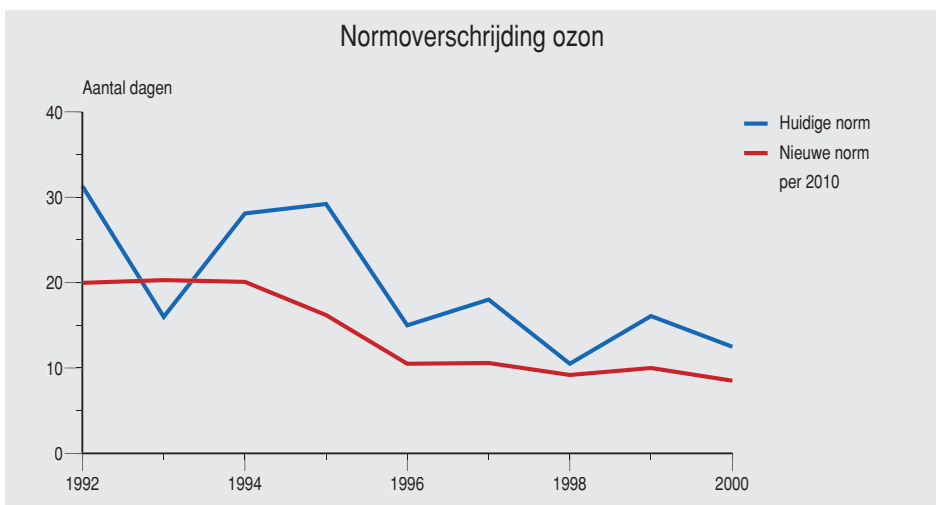
Figuur 2.2.10 Overschrijding van de ozonnorm voor de bescherming van vegetatie (daggemiddelde;  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en menselijke gezondheid (8-uursgemiddelde;  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) op basis van metingen, 1999 (Bron: ETC-AQ/EEA).

De ozonconcentratie kan, afhankelijk van de meteorologische condities, van jaar tot jaar sterk fluctueren. Er zijn echter aanwijzingen dat de piekniveaus van ozon in Noordwest-Europa dalen. In Nederland neemt het aantal dagen dat de norm voor het 8-uursgemiddelde wordt overschreden, af (figuur 2.2.11). Dit spoort met de constatering dat de emissies van stoffen die bijdragen aan de piekniveaus van ozon, zoals VOS, in de periode 1990-1998 door Europees emissiereductiebeleid met circa 22% zijn afgenomen. Trendanalyse van de ozonmetingen in Noordwest-Europa geeft geen eenduidig beeld over de ontwikkeling van de gemiddelde ozonconcentratie op leefniveau.

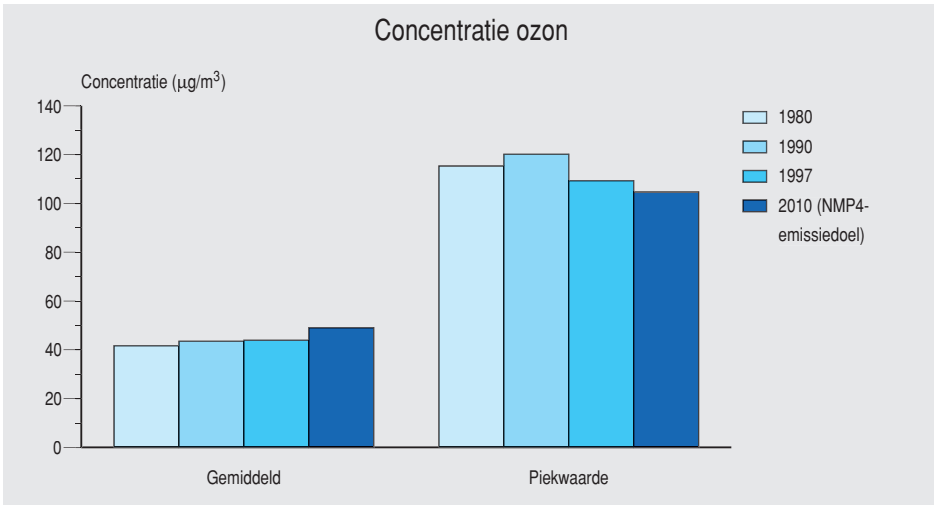
Modelberekeningen wijzen uit dat de luchtkwaliteit voor ozon tussen 1990 en 2010 geleidelijk zal veranderen: de piekconcentraties worden lager, terwijl de jaargemiddelde concentraties langzaam lijken toe te nemen (figuur 2.2.12). Om de jaargemiddelde concentraties omlaag te brengen, zijn nog forse internationale inspanningen nodig voor de reductie van de emissies van  $\text{NO}_x$  en VOS.

Op basis van de gemodelleerde ozonconcentratie is het mogelijk de blootstelling van de Nederlandse bevolking te schatten en kan ook de mate van overschrijding van de voorgestelde EU-grenswaarde worden afgeleid (figuur 2.2.13). Het aantal dagen voor een mooie, zonnige zomer geeft hier een bovengrens aan voor het te verwachten aantal dagen met overschrijding, en vertegenwoordigt dus in feite een 'worst-case scenario'.

De EU hanteert voor ozon tevens een informatiedrempel van  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als 8-uursgemiddelde. Het berekende aantal malen dat informatie aan de bevolking aan de orde was, is in vergelijking met de jaren tachtig sterk afgenomen (figuur 2.2.14). De afname van de piekconcentratie van ozon resulteert na 1990 in een forse daling van de overschrij-

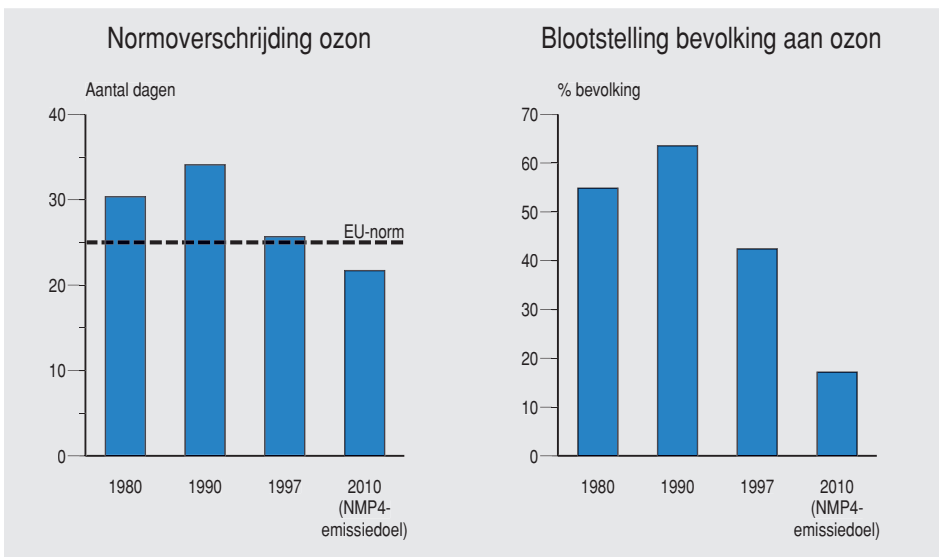


Figuur 2.2.11 Aantal dagen met een ozonconcentratie boven de  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 8-uursgemiddelde (huidige drempelwaarde) en boven de  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , glijdend 8-uursgemiddelde (nieuwe norm) op basis van metingen, 1992-2000. Het aantal dagen voor de nieuwe EU-norm (25 dagen) moet, indien mogelijk, gemiddeld over drie jaar worden berekend (Bron: RIVM).

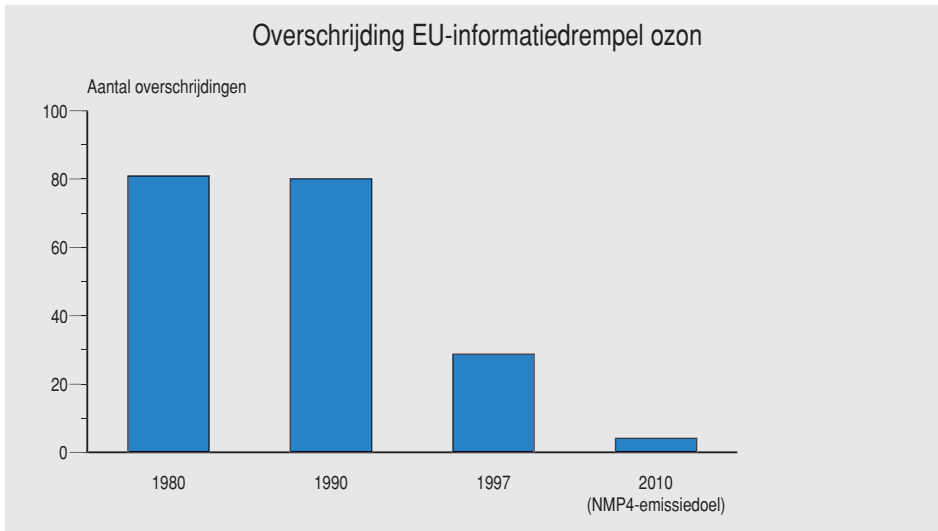


*Figuur 2.2.12 Gemiddelde gemiddelde en piekconcentraties voor ozon in Nederland, 1980-2010. Voor de piekwaarden is het 95-percentiel van uurgemiddelde ozonconcentratie gebruikt. Omwille van de vergelijkbaarheid met de uitkomsten van de modelberekeningen voor 2010 is ook voor de andere jaren gebruikgemaakt van de uitkomsten van modelberekeningen.*

ding van deze drempel. Overschrijdingen van de alarmdrempel van  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als uurgemiddelde zullen, volgens modelberekeningen, in 2010 zelfs helemaal niet meer voorkomen.



*Figuur 2.2.13 Overschrijdingen voorgestelde EU-norm ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , glijdend maximaal 8-uursgemiddelde), 1980-2010. Berekend met modellen en gekoppeld met demografische gegevens.*



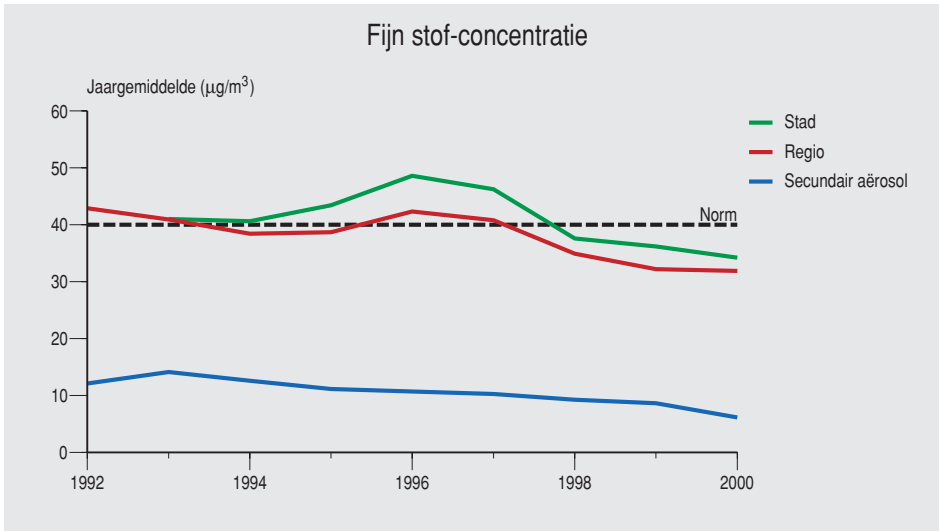
Figuur 2.2.14 Aantal overschrijdingen van de EU-informatiedrempel voor ozon ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als 8-uursgemiddelde), 1980-2010.

## 2.2.5 Fijn stof

Fijn stof bestaat uit deeltjes die kleiner zijn dan  $10 \mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ) en die in het algemeen tot diep in de longen doordringen, zodat zij tot gezondheidseffecten kunnen leiden. Sommige deeltjes worden direct uitgestoten (primair fijn stof), andere deeltjes worden in de lucht gevormd door verzurende stoffen (secundair fijn stof) (Janssen *et al.*, 1999). Voor fijn stof zijn onvoldoende emissiegegevens beschikbaar over 2000 (*bijlage 1*). Verkeer is verantwoordelijk voor ongeveer de helft van de emissie van fijn stof in Nederland. In andere sectoren, vooral in de industrie, hebben de laatste jaren aanzienlijke emissie-reducties plaatsgevonden.

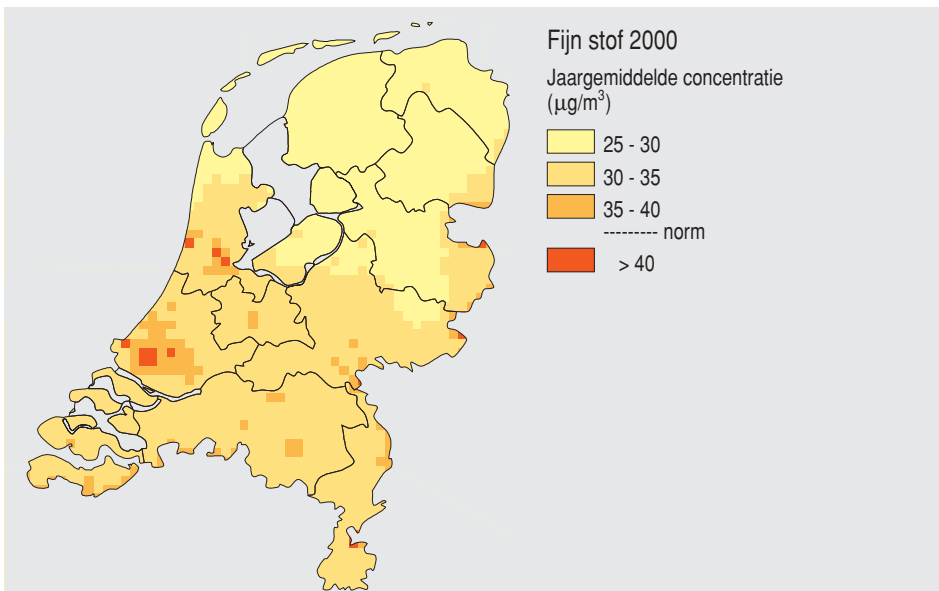
Er is geen compleet beeld van de concentratie van fijn stof in Europa. Dit komt door een gebrek aan meetgegevens. Voor Nederland is sinds 1992 wel een meetnet operationeel. Metingen wijzen uit dat de concentratie van fijn stof in Nederland in het zuiden hoger is door de grotere invloed van buitenlandse bronnen aldaar; in de steden is de concentratie hoger dan daarbuiten. Het hoge niveau van de grootschalige achtergrond in Nederland zorgt ervoor dat in grote steden en nabij grote industriecomplexen een geringe verhoging door lokale bronnen voldoende is om de concentratie boven de norm te laten stijgen.

Uit metingen blijkt dat de jaargemiddelde concentratie van fijn stof gemiddeld over Nederland is gedaald van  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in het begin van de jaren negentig tot minder dan  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in 2000 (*figuur 2.2.15*). Alleen in een aantal stedelijke gebieden komt nog overschrijding voor (*figuur 2.2.16*). Modelberekeningen wijzen eveneens uit dat de concentratie van fijn stof in Nederland tussen 1980 en 1997 is gedaald met zo'n  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



Figuur 2.2.15 Gemeten jaargemiddelde concentratie van fijn stof en secundair aërosol in Nederland, 1992-2000 (Bron: RIVM).

Hieraan is ongeveer  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$  het gevolg van buitenlandse maatregelen om de emissie van zwaveldioxide en van primair fijn stof terug te dringen. Nederlands beleid heeft geleid tot een vermindering van ongeveer  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als gevolg van de afgenomen emis-



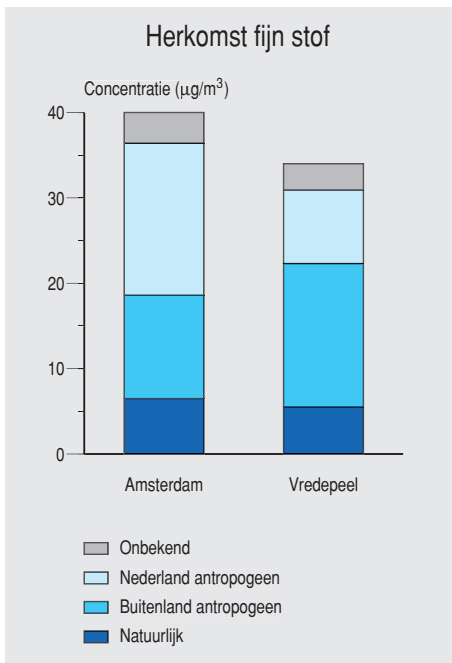
Figuur 2.2.16 Jaargemiddelde concentratie van fijn stof in Nederland met een ruimtelijke resolutie van  $5 \times 5 \text{ km}$  op basis van een combinatie van metingen en modelresultaten, 2000 (Bron: RIVM).

sies van primair fijn stof en tot een vermindering van circa  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als gevolg van binnenlandse maatregelen tegen verzuring. Het berekende aandeel van de Nederlandse antropogene bronnen in de totale concentratie van fijn stof is tussen 1980 en 1997 gemiddeld 25% gebleven.

Het huidige beleid zal ervoor zorgen dat de norm voor het jaargemiddelde ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - waaraan in 2005 voldaan moet zijn - voor geheel Nederland waarschijnlijk haalbaar is. Het is echter ook duidelijk dat de indicatieve norm van  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  voor 2010 ook met extra beleid niet haalbaar zal zijn. Ook op de zeer lange termijn zal deze norm bijzonder lastig te halen zijn, omdat de bijdrage van natuurlijke bronnen aan het niveau van fijn stof in Nederland ongeveer 7 tot  $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bedraagt. Om het niet-natuurlijke deel van het fijn stof verder te reduceren is vooral (inter)nationaal milieubeleid nodig (figuur 2.2.17).

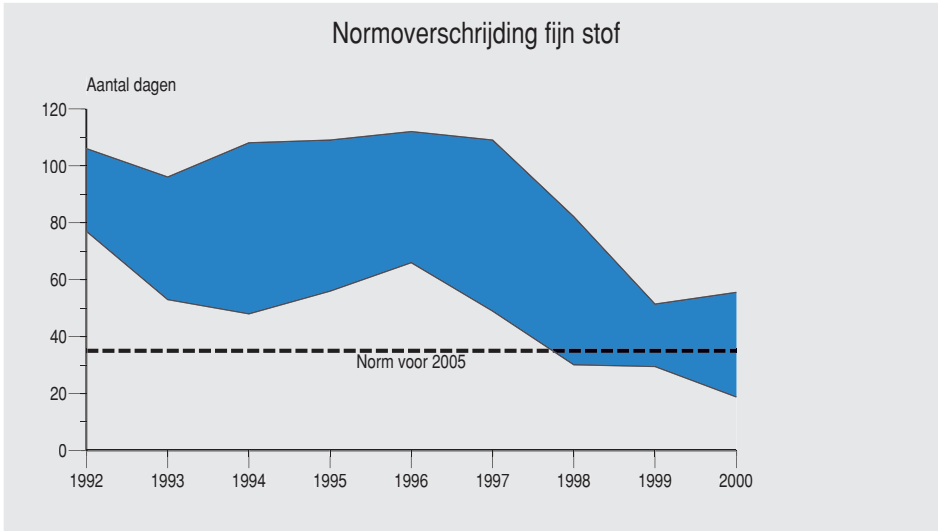
De hoeveelheid fijn stof die via Nederlands beleid te beïnvloeden is, varieert van ongeveer  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (straat in Amsterdam) tot  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Vredepeel). De bijdrage van het buitenland aan de Nederlandse concentratie van fijn stof ligt op jaarbasis in de orde van 10 tot  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

De Europese norm voor de daggemiddelde concentratie van fijn stof is  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; deze norm mag met ingang van 2005 maximaal 35 keer per jaar overschreden worden. Uit de metingen in Nederland blijkt dat het aantal overschrijdingen van de norm afneemt (figuur 2.2.18); op basis van in gang gezet beleid lijkt realisatie per 2005 echter nog niet voor geheel Nederland mogelijk. De strengere norm voor het daggemiddelde voor 2010 - zeven overschrijdingen per jaar - lijkt in Nederland met het huidige beleid zeker niet haalbaar.



Figuur 2.2.17 Berekende herkomst van fijn stof op een straatstation (Amsterdam, Stadhouderskade) en op een regionaal station (Vredepeel).

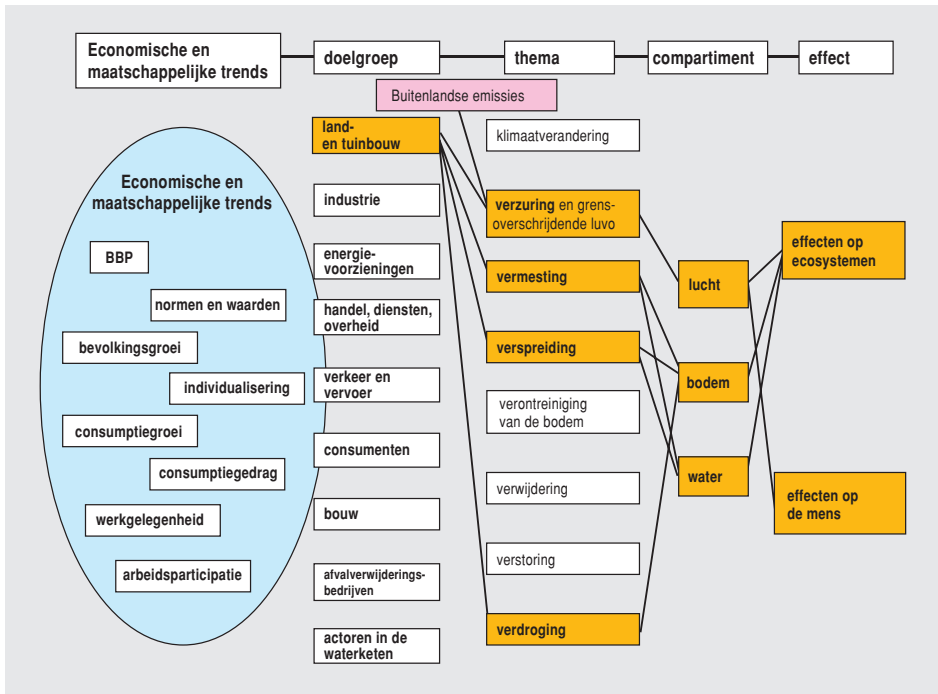




*Figuur 2.2.18 Overschrijding van de norm voor daggemiddelde concentratie van fijn stof van 50 µg/m<sup>3</sup> in Nederland op basis van over Nederland geïnterpoleerde meetresultaten, 1992-2000. De blauwe band geeft het maximale (bovengrens) respectievelijk minimale (ondergrens) aantal overschrijdingen weer in een grid van 5 × 5 km<sup>2</sup> over Nederland.*



### 3 LAND EN WATER



Figuur 3.1 Bron-effectketen voor land en water.

#### 3.1 Beleidsrelevante ontwikkelingen

De hoge mestproductie en het hoge kunstmestgebruik door de landbouw leiden tot aantasting van de kwaliteit van grondwater, oppervlaktewater en natuur. Sinds 1984 heeft Nederland hierop gericht beleid ontwikkeld, dat startte met de Interimwet intensieve veehouderij, in 1987 gevolgd door regelgeving gericht op de ammoniakemissie. Voor de emissie naar bodem en water werd gekozen voor een normering op basis van fosfaat. In 1998 zijn deze fosfaatgebruiksnormen vervangen door het Mineralenaangiftesysteem MINAS. Sinds 1998 moeten bedrijven met intensieve veehouderij aangifte doen van hun mineralenverlies. Per 1 januari 2001 geldt de verplichting tot MINAS voor alle bedrijven. In het kader van de implementatie van de Nitraatrichtlijn van de Europese Unie (EU) ging het parlement in 2001 akkoord met een verdere aanscherping van het mestbeleid, door de wijziging Meststoffenwet aan te nemen. Om het systeem van verliesnormen te ondersteunen, wordt per 1 januari 2002 een systeem van mestafzetovereenkomsten van kracht. Er ontstaat voldoende evenwicht op de mestmarkt als het onlangs berekende mestoverschot van 8 miljoen kg fosfaat uit de markt wordt genomen door middel van een opkoopregeling in aanvulling op de al bestaande regelingen.

Het gevoerde mestbeleid heeft ervoor gezorgd dat de mineralenemissies in ons land zijn verlaagd. Daarnaast zijn de extreme emissies naar de bodem verminderd en is de emissie homogener over Nederland verdeeld. Met de aangenomen aanscherping van de MINAS-verliesnormen en het systeem van mestafzetcontracten is een belangrijke stap gezet ter beperking van de mineralenbelasting van bodem- en grondwater. In verband hiermee heeft Nederland aan de EU een voorstel tot derogatie gedaan van 250 kg N/ha op grasland, in afwijking van de in de EU-nitraatrichtlijn opgenomen gebruiksnorm van 170 kg N/ha uit dierlijke mest.

Het oppervlaktewater voldoet in 2000 nog bijna nergens aan de Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR)-waarden voor nutriënten. Voor het regionale oppervlaktewater zijn uitgaande van de verliesnormen in de gewijzigde Meststoffenwet nog extra op beheer en fosfaatreductie gerichte maatregelen nodig. Met het vastgestelde mest- en ammoniakbeleid wordt het in Gothenburg afgesproken ammoniakemissieniveau van 128 miljoen kg ammoniak per jaar waarschijnlijk niet gehaald. Als door aanvullende maatregelen aan de afgesproken emissieniveaus van Gothenburg wordt voldaan, wordt de soortenrijkdom op circa 20-30% van het totale areaal natuur in Nederland volledig beschermd. Momenteel wordt ruwweg 10% van de natuur beschermd.

In de periode 1980-1999 is de stikstofemissie naar de bodem met slechts 9% gedaald, met grote variaties in de tijd. Voor fosfaat bedraagt de daling over die periode 28%. Voorlopige cijfers voor het jaar 2000 indiceren ten opzichte van 1980 een daling van de stikstofemissies van 27% en voor fosfaat met 39%. De sterke daling voor stikstof in 2000 wordt voor meer dan de helft veroorzaakt door een verlaging van het gebruik van stikstofkunstmest. Daarnaast spelen veevoeraanpassingen en weersinvloeden een rol. Op grond van de cijfers wordt geconstateerd dat in 2000 als gevolg van de aanscherping van het mestbeleid voor het eerst in twintig jaar sprake is van een substantiële daling van de stikstofemissies. Als ook fosfaatkunstmest onder de MINAS-regeling zou worden gebracht, is ook een verdere daling van de fosfaattoevoer naar de bodem mogelijk.

De nitraatconcentraties in het bovenste grondwater in zandgronden zijn als gevolg van de afname van de stikstofbelasting in vergelijking met de periode 1992-1995 gedaald van gemiddeld circa 150 mg/l naar circa 125 mg/l (bij een MTR-norm van 50 mg/l nitraat). In kleigebieden varieert het nitraatgehalte rond de 50 mg/l. In veengebieden bestaat voor het grondwater geen nitraatprobleem. Naar de diepte nemen de nitraatconcentraties in het algemeen sterk af. Door de dalende ammoniakdepositie is de nitraatconcentratie onder natuurgebieden in het bovenste grondwater de afgelopen tien jaar gedaald van 30 naar 20 mg/l. Hierdoor wordt voor dit type grondwater gemiddeld genomen voldaan aan de voor grondwater gedefinieerde streefwaarde van 25 mg/l.

Sterk fosfaatverzadigde gronden komen in het oostelijk deel van Noord-Brabant, in Noord-Limburg en in de Gelderse Vallei voor. Het risico bestaat dat fosfaat uit deze gronden weglekt en in het oppervlaktewater terecht komt. Dit veroorzaakt eutrofiëring. Door het mestbeleid is de verdere fosfaataccumulatie afgeremd en meer gelijkmatig over Nederland verdeeld.

De stikstof- en fosforconcentraties in de regionale wateren en de zoete rijkswateren voldoen bijna nergens aan de MTR-norm voor 2000. Het fosforgehalte en in mindere mate het stikstofgehalte is gedaald, evenals de gehalten van veel zware metalen. Dit is vooral het gevolg van verbetering van de kwaliteit van het water dat uit het buitenland afkomstig is.

De gemiddelde depositie van potentieel zuur op Nederland sinds 1980 is met ruim 50% gedaald tot 3100 zuur-equivalenten per hectare (z-eq/ha). De doelstelling voor het jaar 2000 (2400 z-eq/ha) is hiermee echter nog niet gehaald. De daling is vooral het gevolg van de reductie van zwaveloxidenemissies. De stikstofdepositie is sinds 1980 minder sterk afgenomen. De ammoniakemissie uit de landbouw daalde sinds 1980 met circa 30%. Voorstellen van het beleid om beperkingen op te leggen aan de agrarische bedrijvigheid in zones rondom natuurgebieden kunnen leiden tot een verlaging van de stikstofdepositie in deze gevoelige gebieden. Differentiatie van de vergoeding voor op te kopen fosfaatrechten (hoe dichter bij de natuurgebieden, des te hoger de opkooppremie) zou in deze zones een beleidsinstrument kunnen zijn met een hoog rendement voor zowel de vermessings- als de verzuringsproblematiek.

De reductiedoelstelling van het Meerjarenplan Gewasbescherming (MJP-G) – in 2000 een reductie van 50% in het verbruik van bestrijdingsmiddelen ten opzichte van de referentieperiode – is bijna bereikt. Dit is vrijwel uitsluitend het gevolg van een aanzienlijke reductie in de toegepaste hoeveelheid grondontsmettingsmiddelen. Voor de overige middelen is niet of nauwelijks sprake van reductie. Uit metingen blijkt dat de concentraties in het milieu over het algemeen afnemen. Normoverschrijding wordt echter nog op evenveel plaatsen gemeten, zij het minder frequent. De ecologische risico's blijven dan ook aanwezig. Aanvullend beleid is aangekondigd in de nota Zicht op gezonde teelt. Dit beleid is gericht op een reductie van de milieueffecten van 75% in 2005 en 95% in 2010, ten opzichte van 1998.

De gecombineerde invloed van de stressfactoren vermessing, verzuring, verdroging en vergiftiging vormt een bedreiging voor veel natuurlijke ecosystemen. Verslechtering van de milieukwaliteit is een belangrijke oorzaak van de achteruitgang van veel planten- en diersoorten in de 20ste eeuw. Tussen 1950 en 1995 is 50% van de plantensoorten bedreigd, achteruitgegaan of al verdwenen.

De hoofddoelstelling voor het Noordzeebeleid, zoals ook weergegeven in de Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening, is duurzame ontwikkeling waarbij een evenwicht wordt bereikt tussen de gebruiksfuncties en de ecologie. Voor Waddenzee en Deltawateren geldt als hoofddoel het herstel en de versterking van natuurlijke processen en natuurwaarden. Ondanks het tot dusverre gevoerde beleid blijft de druk op de zoute wateren hoog. In de Deltawateren is dat iets minder duidelijk het geval. De meeste effecten op de ecosystemen worden veroorzaakt door de visserij (met name de boomkorvisserij), de scheepvaart en de aanvoer van voedingsstoffen (eutrofiëring). De toevoer van verontreinigende stoffen is verminderd, maar neemt sinds enkele jaren niet verder af; voor een aantal zware metalen en bestrijdingsmiddelen zijn de concentraties nog te hoog. De in

het Rijn Actie Plan (RAP) en Noordzee Actie Plan (NAP) opgenomen doelstelling om de stikstof- en fosforbelasting van de Noordzee via de grote rivieren in 1995 met 50% te reduceren ten opzichte van 1985, is voor fosfor nagenoeg gehaald. De concentratie is in de periode 1985-2000 met circa 60% gedaald. De daling van de toevoer van stikstof blijft sterk achter bij die van fosfor en bedraagt slechts 20%. Dit heeft inmiddels in het westelijk deel van de Waddenzee geleid tot een verandering in de soortensamenstelling van de algen.

De recente saneringsrondes in de visserijvloot hebben niet geleid tot een aantoonbare verlaging van de visvangst. De pogingen die sinds 1998 door de EU zijn gedaan om naast de visquotering via de voorzorgsbenadering een betere bescherming van de visbestanden af te dwingen, hebben voor de meeste soorten nog niet geleid tot herstel. Alleen de haring heeft zich onder dit nieuwe regime enigszins weten te herstellen. Het huidige beleid is tot nu toe niet effectief gebleken voor kabeljauw en schol. De Europese Commissie heeft als eerste stap in een kabeljauwherstelplan dit jaar een tijdelijk visverbod op kabeljauw opgelegd voor een deel van de Noordzee.

## 3.2 Maatschappelijke ontwikkelingen in het landelijk gebied

De toename van het ruimtebeslag van stedelijke functies is de afgelopen decennia vooral ten koste gegaan van het agrarisch ruimtegebruik. Met het in de Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening voorgestelde beleid worden waardevolle landschappen in Nederland de komende twintig jaar vooralsnog onvoldoende beschermd tegen de oprukkende verstedelijking. Mogelijk gaat hierdoor 20% van de waardevolle landschappen verloren. Om dit tegen te gaan zouden Rijk en provincies meer gebieden moeten aanwijzen die van nationale, respectievelijk provinciale waarde worden geacht. Hierbij zouden gemeenten dan minder vrijheden krijgen op het gebied van stedelijke ontwikkeling (RIVM, 2001a).

### 3.2.1 Land- en tuinbouw

In de akkerbouw nam het productievolume ten opzichte van 1999 toe, maar door de lagere prijzen van aardappelen daalde de brutoproductie met 4%. Het afzetvolume van tuinbouwproducten daalde licht, maar door stijging van de prijzen steeg de brutoproductie met 7%. De melkveehouderij daalde licht in afzetvolume, maar steeg 1% in brutoproductie. Bij de intensieve veehouderij daalde het afzetvolume van de varkens, maar door een aanzienlijke prijsstijging nam de brutoproductie toe met 28%. De eiersector nam iets toe in volume, terwijl de brutoproductie steeg met 42%. Voor de gehele land- en tuinbouw gold dat het productievolume in 2000 gelijk was aan dat in 1999, terwijl door een gemiddelde prijsstijging van 7% de brutoproductie steeg met 7%.

Het aantal land- en tuinbouwbedrijven bedraagt momenteel nog geen 100.000. Sinds 1980 is het aantal bedrijven met 33% afgenomen. De akkerbouwbedrijven namen in

deze periode in aantal af met circa 20%, de graasdierbedrijven met circa 40%. Momenteel telt de land- en tuinbouw circa 280.000 arbeidskrachten. De werkgelegenheid in de land- en tuinbouw is sinds 1980 met circa 16% gedaald. Tegelijkertijd is de sector steeds grootschaliger geworden. Het afgelopen decennium hebben de grote land- en tuinbouwbedrijven hun aandeel in de landbouwproductie verdubbeld. Ter illustratie: de 100 grootste bedrijven hebben momenteel een totale productieomvang die even groot is als die van de 24.000 kleinste bedrijven gezamenlijk.

De laatste jaren staan de gevolgen van grootschalige en internationaal gerichte veehouderij ter discussie; het wordt immers steeds duidelijker dat de Nederlandse veestapel blootstaat aan allerlei risico's, zoals dioxine, BSE, mond- en klauwzeer (MKZ) en varkenspest. Dioxine en BSE zijn bedreigend voor de voedselveiligheid; MKZ en varkenspest hebben geleid tot massale ruiming. Vooral de MKZ-crisis bleek van grote invloed op het maatschappelijk verkeer. Er vindt daarom nu een brede discussie plaats over de aard en omvang van de Nederlandse veehouderij (onder andere naar aanleiding van het rapport van de commissie-Wijffels). In Nederlands en Europees verband wordt gewerkt aan de oprichting van een nationale, respectievelijk Europese voedselautoriteit die de voedselveiligheid van de consument moet waarborgen.

### **3.2.2 Drinkwaterbehoefte en afvalwaterverwijdering**

De onttrekking van grondwater, onder andere voor de productie van drinkwater, heeft mede geleid tot verdroging van de natuur. De doelstelling voor waterbesparing door consumenten voor 2000 van 10% ten opzichte van 1990 (verwoord in het Beleidsplan Drink- en Industrierwaterwinning) is gehaald. Deze waterbesparing heeft mede bijgedragen aan de afname van de grondwaterwinning in de laatste tien jaar.

Circa 90% van het afvalwater van bedrijven en bijna 98% van de huishoudens is aangesloten op een openbare rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI). Vrijwel alle RWZI's zijn thans voorzien van een biologische behandelingstrap. Deze zorgt ervoor dat het gezuiverde water vrij is van zuurstofbindende stoffen en bewerkstelligt een sterke reductie van de fosforconcentraties. Tot 2005 zal het verwijderingsrendement van RWZI's voor stikstof gemiddeld nog met zo'n 5% toenemen; het komt daarmee boven de wettelijke verplichting van 75% te liggen.

## **3.3 Milieudruk**

### **3.3.1 Mest**

In 1999 heeft het kabinet voorgesteld het mestbeleid aan te scherpen, in verband met de implementatie van de Nitraatrichtlijn van de EU. De aanscherping betekende dat de stikstof- en fosfaatnormen die eerst gepland waren voor 2008, al in 2003 zouden gelden en dat veehouders afzetcontracten moeten afsluiten voor die mest die zij niet op hun eigen

bedrijf kunnen plaatsen. In de eerste helft van 2001 zijn zowel de Tweede als de Eerste Kamer akkoord gegaan met het voorstel voor aanscherping van de normen in de wijziging Meststoffenwet. Onlangs is berekend dat hierdoor in 2003 het niet-plaatsbare (overtollige) mestoverschot een omvang heeft van 8 miljoen kg fosfaat. Dit komt overeen met ongeveer 21 miljoen kg stikstof. Volgens berekeningen kan de feitelijke hoeveelheid fosfaat variëren van 3 tot 13 miljoen kg, afhankelijk van de vraag of akkerbouwers bereid zijn om bedrijfsvreemde dierlijke mest te gebruiken en van de exportmogelijkheden. De Nederlandse regering heeft aangegeven dit mestoverschot via een zogenoemde warme sanering uit de markt te willen nemen. Hiertoe zal de Regeling Bedrijfsbeëindiging Veehouderij opnieuw worden opengesteld, waarvoor 150 miljoen gulden beschikbaar is.

Bij de verzuringsproblematiek is het van belang dat de ammoniakemissie op de juiste locaties in het land wordt gereduceerd (*paragraaf 3.3.4*). Differentiatie van de vergoeding voor op te kopen fosfaatrechten (hoe dichter bij natuurgebieden, des te hoger de opkooppremie) zou dan een aanvullend beleidsinstrument kunnen zijn met een hoog rendement voor zowel de vermestings- als de verzuringsproblematiek.

### 3.3.2 Nutriënten in water

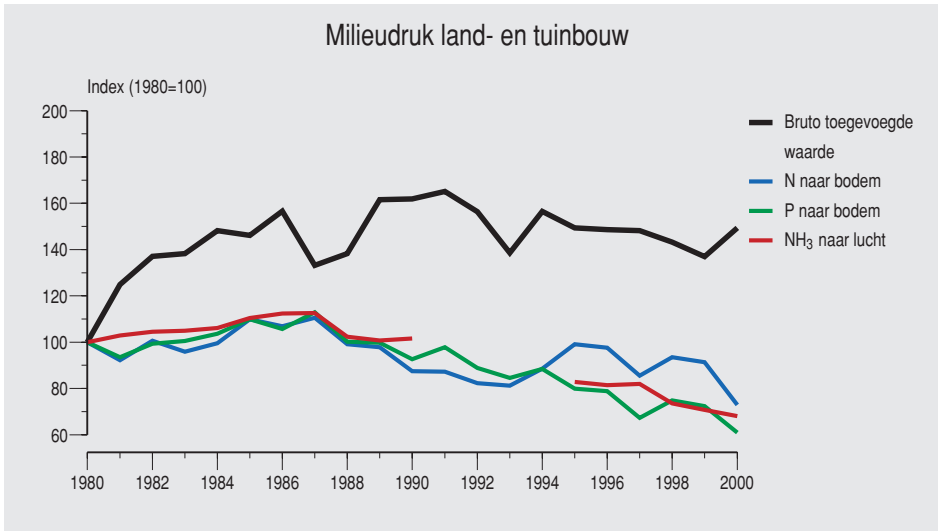
Een deel van de atmosferische depositie is afkomstig uit het buitenland en komt ons land binnen als grensoverschrijdende luchtverontreiniging. Ook via de grote rivieren komen milieuverontreinigende stoffen ons land binnen, die zich verspreiden over de verschillende watersystemen en aldus voor een diffuse belasting van het oppervlaktewater zorgen. De fosforvracht die vooral Rijn en Maas aanvoeren, is meer dan anderhalf keer zo groot als de totale Nederlandse emissie naar water. De stikstofvracht uit het buitenland is zelfs drie keer zo groot.

Al vertonen beide vrachten (vooral fosfor) de laatste jaren een dalende trend, ze hebben nog altijd een belangrijke negatieve milieu-invloed. De emissie van stikstof is in de periode 1985-1996 in het stroomgebied van de Rijn met 26% gereduceerd, vooral door de reductie van de emissie uit puntbronnen. Het doel van 50% reductie, vastgelegd in het RAP, is echter niet gehaald omdat in het hele stroomgebied de diffuse bron van de landbouw problematisch blijft. Het doel voor fosfaatreductie van 50% is ruimschoots gehaald. De reductie bedroeg 65% in de genoemde periode, voornamelijk bij puntbronnen. Een groot deel van de fosfaat- en stikstofvrachten van Rijn en Maas wordt direct naar zee afgevoerd, waar het verantwoordelijk is voor verreweg het grootste deel (meer dan 80%) van de N- en P-emissie naar het Nederlandse kustwater. De Waddenzee wordt hiermee sterk belast.

### 3.3.3 Vermestende emissies naar de bodem

Voorlopige cijfers voor het jaar 2000 indiceren ten opzichte van 1980 een daling van de stikstofemissies van 27% en een daling voor fosfaat van 39% (*figuur 3.3.1*). De sterke



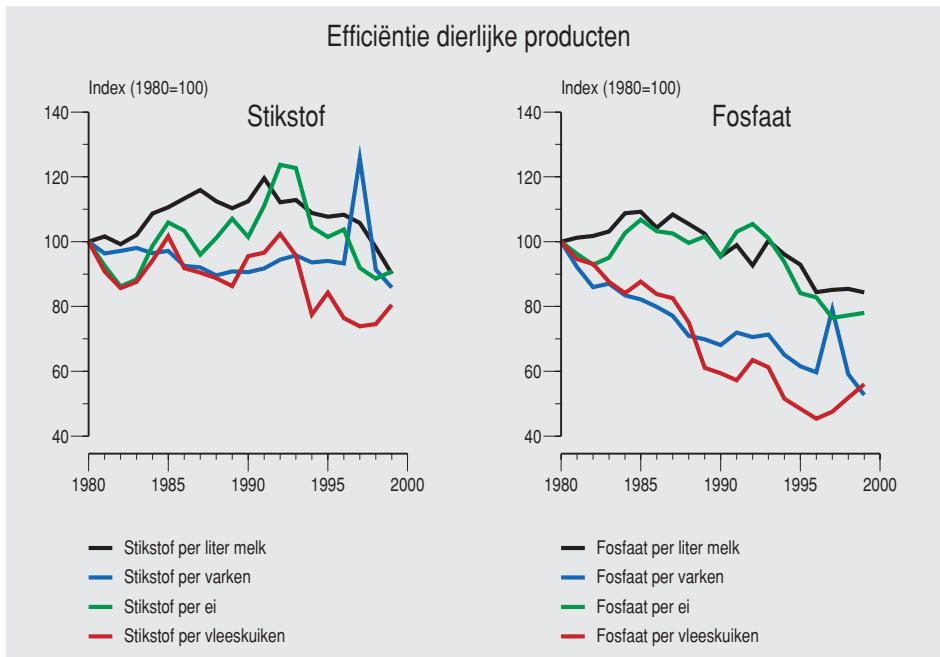


Figuur 3.3.1 Milieudruk en productie uitgedrukt als Bruto Toegevoegde Waarde (BTW) van de land- en tuinbouw, 1980-2000 (Bron: CBS, HIMH en LEI).

daling voor stikstof in 2000 wordt voor meer dan de helft veroorzaakt door een verlaaging van het gebruik van stikstofkunstmest. Daarnaast spelen veevoeraanpassingen en weersinvloeden een rol.

De mineralenemissie naar de bodem wordt voor een belangrijk deel bepaald door dierlijke mest. Door technische maatregelen zijn ten opzichte van 1980 de geproduceerde hoeveelheden stikstof en fosfaat in dierlijke mest per kg dierlijk product gedaald (figuur 3.3.2). De daling is bij fosfaat groter dan bij stikstof. De totale dierlijke productie is ten opzichte van 1980 echter gestegen (18% meer eieren, 33% meer varkensvlees en 95% meer vleeskuikens), met uitzondering van die van melk. Door de invoering van de superheffing in 1984 ligt de melkproductie nu ongeveer 6% lager dan in 1980. Voor de mineralenemissie naar de bodem is naast de toevoer van dierlijke mest ook het kunstmestverbruik van groot belang. Het verbruik van stikstof- en fosfaatkunstmest in 1999 is in vergelijking met 1980 met 21%, respectievelijk 24% gedaald. Het voorlopig stikstof- en fosfaatkunstmestverbruik in 2000 laat een daling zien van 30%, respectievelijk 26% ten opzichte van 1980.

De eerdergenoemde EU-Nitraatrichtlijn stelt eisen aan de maximale stikstofbelasting door dierlijke mest van de bodem. Nederland heeft bij de Europese Commissie een voorstel ingediend tot derogatie voor grasland: 300 kg N/ha tot 20 december 2002 en 250 kg N/ha daarna. De EU-norm bedraagt maximaal 210 kg N/ha, na 20 december 2002 170 kg N/ha. Op 1 januari 1998 is het MINAS van kracht geworden. Bedrijven met intensieve veehouderij (inclusief melkveehouders met veel vee per hectare) moeten sinds 1998 aangifte doen van hun mineralenverlies. Is het verlies te hoog, dan moeten zij een heffing betalen. Uit een steekproef over de aangifte van 1999 bij 10% van de



Figuur 3.3.2 De hoeveelheid stikstof en fosfaat in mest per kg product, 1980-2000.

aangifteplichtige veehouders bleek dat 72% geen stikstofheffing hoefde te betalen en 76% geen fosfaatheffing.

### 3.3.4 Depositie vanuit de lucht; verzuring en vermeting

De ammoniakemissie uit de landbouw daalt de laatste jaren gestaag. Voor een deel is dit te verklaren uit de dalende stikstofexcretie. Daarnaast is uit nieuwe gegevens gebleken dat vrijwel alle mest emissiearm angewend wordt. Over de periode 1980-2000 is de ammoniakemissie uit de landbouw met circa 30% gedaald. Deze daling komt niet geheel terug in de metingen van de ammoniakconcentratie (tekstbox *Verschil meten en berekenen*). In gebieden met hoge ammoniakemissies per hectare werd als gevolg van het gevoerde beleid een grotere daling gerealiseerd vanwege de fosfaatgebruiksnormering en als gevolg van regelgeving met betrekking tot emissiearme mestaanwending. Mesttransporten naar niet-overschotgebieden resulteerden echter in een toegenomen ammoniakemissie aldaar. Het ammoniakbeleid heeft ook geleid tot de ontwikkeling van emissiearme stalsystemen (Groen Label-stallen). Emissiearme huisvesting wordt bij rundvee en varkens echter nog niet of nauwelijks toegepast.

Sinds 1980 is de depositie van potentieel zuur op Nederland met ruim 50% gedaald (figuur 3.3.3). Die positieve tendens is grotendeels het gevolg van de reductie van de emissies van zwaveloxiden. Desondanks is de doelstelling voor 2000 (per jaar 2400 z-eq/ha) niet gehaald: vorig jaar bedroeg de gemiddelde depositie circa 3100 z-eq/ha.

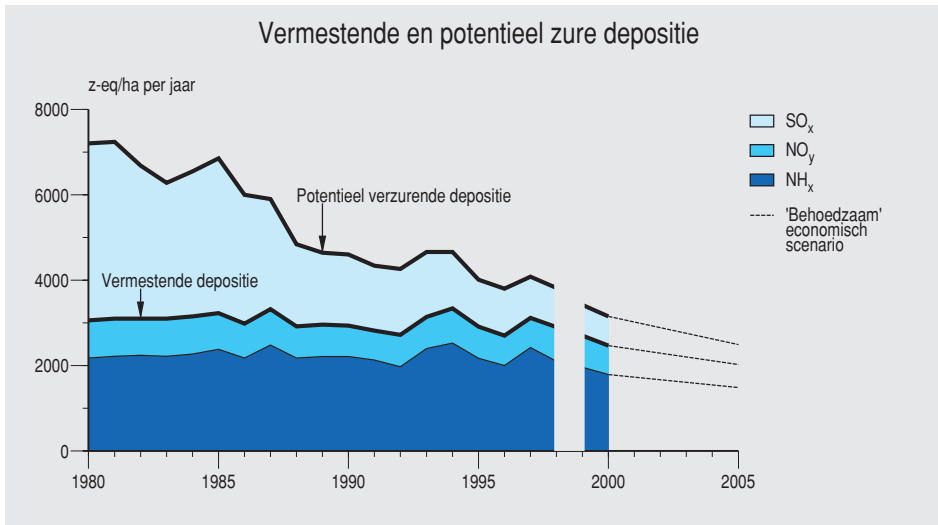
### Verschillen tussen het meten en berekenen van ammoniakconcentraties in de lucht

De in de lucht gemeten ammoniakconcentraties zijn enkele tientallen procenten hoger dan de concentraties op basis van modelberekeningen met emissieramingen. De oorzaken van het verschil tussen de gemeten en berekende concentratie zijn nog niet volledig duidelijk, maar ze worden steeds verder onderzocht. Het onderzoek naar het verschil tussen de gemeten en berekende concentratie spitst zich toe op twee gebieden.

1. De huidige emissieschattingen zijn berekend op basis van emissiefactoren, die samen met andere informatie over mest de invoer vormen voor de mest- en ammoniakmodellen van het LEI. In een gezamenlijk onderzoek van het IMAG, LEI en RIVM zal onderzocht worden hoe de actuele praktijk overeenkomt met de berekeningen.
2. Daarnaast zullen metingen van de (droge) depositie van ammoniak worden uitgevoerd boven zowel bos als gras. Boven gras wordt gemeten omdat ongeveer de helft van de depositie hierop terecht komt en boven bos vanwege de relevantie van dit ecosysteem.

Op de uitkomsten van de depositieberekeningen is ook de gekozen methode van invloed. Het in figuur 3.3.3 gegeven aandeel van de ammoniakdepositie in de zure depositie wordt berekend door een combinatie van op acht locaties gemeten concentraties van ammoniak en modelberekeningen op een schaal van 5 bij 5 km. De ruimtelijke verschillen in de ammoniakdepositie zijn echter zo groot dat de resolutie waarop de emissies beschikbaar zijn, invloed heeft op de resultaten van de depositieberekeningen.

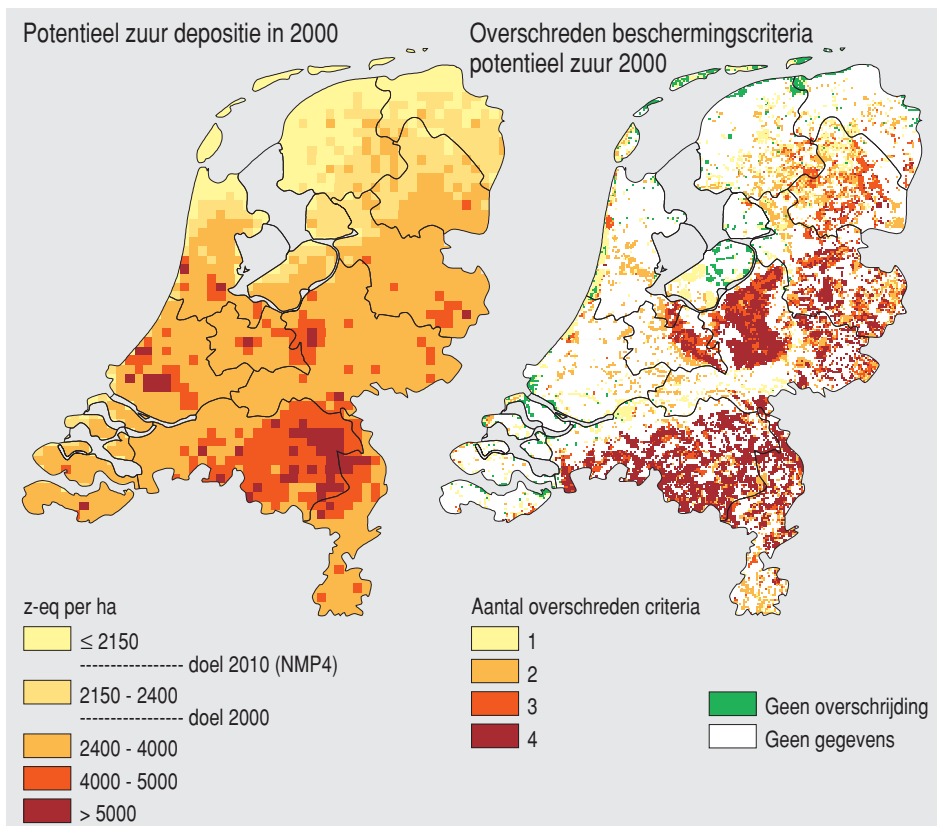
Gedurende een jaar worden nu aanvullende metingen uitgevoerd op 159, gelijkmatig over Nederland verdeelde, locaties. Met behulp van deze nieuwe informatie zal een beter beeld verkregen worden van het verschil tussen de gemeten en berekende waarden. De resultaten van deze aanvullende metingen kunnen leiden tot een bijstelling van de in het verleden gerapporteerde ammoniakdepositie.



Figuur 3.3.3 De gemiddelde depositie van potentieel zuur en stikstof (vermestende depositie) op Nederland, met actuele meteo, 1980-2005. Voor 1999 en 2000 zijn de resultaten gebaseerd op modelberekeningen op basis van emissies in plaats van modelberekeningen op basis van metingen (zie voor verdere toelichting de tekstbox Verschil meten en berekenen).

De bijdrage van het buitenland aan de zure depositie is ongeveer even groot als die van de landbouw en bedraagt nu circa 40% van het totaal. Gezien deze grote buitenlandse bijdrage is internationale samenwerking op het gebied van verzuring voor Nederland van groot belang. In 1999 hebben de leden van UN-ECE in Gothenburg voor 2010 relatief omvangrijke emissiereducties afgesproken. Als uitvloeisel hiervan, maar ook ten gevolge van bestaand en voorgenomen beleid, zal naar verwachting de depositie van potentieel zuur afnemen tot naar schatting 2500 z-eq/ha in 2005.

De verdeling van de zure depositie vertoont een grote ruimtelijke spreiding. In grote delen van Noord-Nederland ligt de jaarlijkse depositie nu onder het niveau van 2400 z-eq/ha (figuur 3.3.4), terwijl deze in delen van Zuid-Nederland veelal nog boven de 4000 z-eq/ha ligt. De zure depositie ligt in vrijwel geheel Nederland op zo'n hoog niveau dat (volgens de huidige kennis) vastgesteld moet worden dat specifieke, gevoelige functies van het milieu worden bedreigd. Deze functies betreffen de bescherming van de soortenrijkdom van vegetaties, de grondwaterkwaliteit, de bodemkwaliteit en de bosvitaliteit. Voor deze functies is bepaald of kritische waarden inderdaad worden overschreden.



Figuur 3.3.4 Depositie van potentieel zuur in 2000 en het aantal beschermingsfuncties dat per 250 × 250 m wordt overschreden. De criteria betreffen de bescherming van de soortenrijkdom van vegetaties, de grondwaterkwaliteit, de bodemkwaliteit en de bosvitaliteit.

De bescherming van de grondwaterkwaliteit stelt veelal minder stringente eisen aan de depositie van stikstof dan de bescherming van soortenrijkdom.

De atmosferische depositie van stikstof wordt veroorzaakt door emissies van  $\text{NO}_x$  en  $\text{NH}_3$ . De gemiddelde depositie over Nederland voor het jaar 2000 was 2500 mol N/ha. Het doel voor 2000 was 1600 mol N/ha. Dit is een schatting afgeleid uit metingen en modelberekeningen (tekstbox *Verskil meten en berekenen*). Nederlandse bronnen zijn voor ruim 65% van de stikstofdepositie verantwoordelijk. Daarbinnen is de bijdrage van de landbouw 80%; de overige 20% is voornamelijk afkomstig van verkeer en consumenten. Intensieve veehouderij in De Peel, de Gelderse Vallei en delen van de Achterhoek en Twente zorgt lokaal voor een aanzienlijke verhoging van de stikstofdepositie ten opzichte van het landelijk beeld.

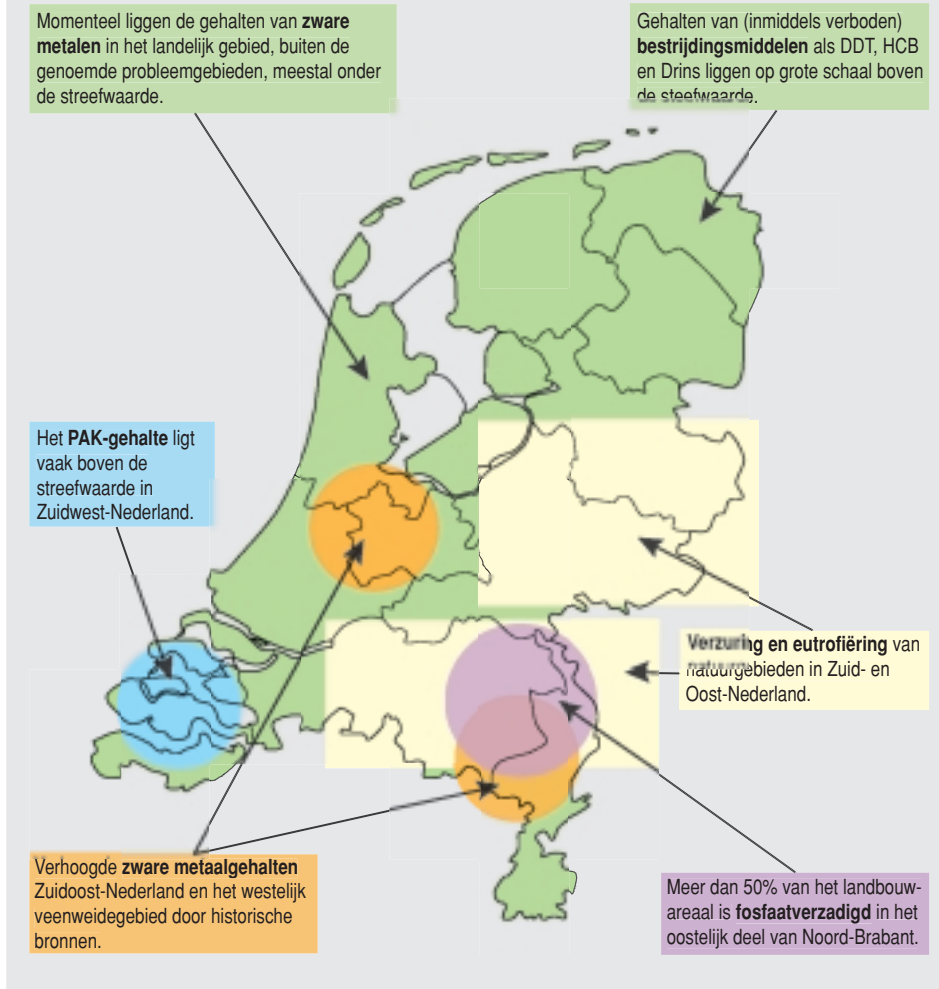
In het kader van het mest- en ammoniakbeleid wordt voorgesteld om beperkingen op te leggen aan de veehouderij in en rondom natuurgebieden, om de stikstofdepositie in deze gevoelige gebieden te verlagen. In het bijzonder de natuurgebieden met landbouwenclaves – zoals het Dwingelerveld in Drenthe en het gebied rond de Hierdense Beek op de Veluwe – bieden een goed perspectief. De achtergrond van dergelijke gebiedsgerichte voorstellen is dat ammoniak relatief dicht bij de bron neerslaat, waardoor lokale maatregelen mogelijk (kosten)effectiever zijn dan extra generiek (landelijk) beleid. Het effect van dergelijke maatregelen hangt wel sterk af van de lokale emissiesituatie. Modelstudies voor enkele gekozen regio's hebben aangetoond dat verwijdering van de ammoniakemissie uit een zone van 500 meter een effect heeft op het natuurgebied: er zou sprake zijn van een depositiereductie binnen het natuurgebied van maximaal 100 tot 300 mol N/ha per jaar. Als echter alleen de stalemissies van hokdieren worden verplaatst, zal het effect van zonering aanmerkelijk kleiner zijn. De reden daarvan is dat de bijdrage van de stallen aan de ammoniakdepositie op de natuur zelfs in gebieden met clustering van de intensieve veehouderij niet meer dan 20 tot 40% is. Een doelgerichte reductie van de intensieve veehouderij op specifieke plaatsen zou een bijdrage leveren aan de bescherming van de Nederlandse natuur in de zandgebieden.

## 3.4 Milieukwaliteit

### 3.4.1 Bodemkwaliteit

Een globaal beeld van de diffuse bodemkwaliteit in Nederland, inclusief de toekomstige bedreigingen, wordt gegeven in figuur 3.4.1. Het fosfaat van zeer veel landbouwgronden is veel hoger dan nodig. Sterk fosfaatverzadigde gronden zijn vooral te vinden in het oostelijk deel van Noord-Brabant, Noord-Limburg en in de Gelderse Vallei, waar meer dan 50% van het areaal fosfaatverzadigd is. Hier bestaat het risico dat de fosfaatbelasting van de bodem leidt tot verontreiniging van het oppervlaktewater. Metingen hebben uitgewezen dat de bodem van intensieve veeteelt en melkveehouderijbedrijven hogere fosfaatconcentraties kent dan die van andere vormen van landbouw en van natuurgebieden.

## Diffuse bodemkwaliteit



Figuur 3.4.1 Bodemkwaliteit in Nederland: het huidige beeld en de toekomstige bedreigingen.

Voor zware metalen is als gevolg van het stoffenbeleid de belasting van het milieu vanuit puntbronnen aanzienlijk gereduceerd. In het grootste deel van het land liggen de gehalten zware metalen in de bodem van het landelijk gebied onder of rond streefwaardeniveau. Alleen in Zuidoost-Nederland (cadmium, zink) en het westelijke veenweidegebied (zink, koper, lood) komt als gevolg van historische bronnen op grote schaal overschrijding van de streefwaarde voor. Zware metalen in mest vormen een bedreiging voor de bodemkwaliteit van landbouwgronden. Momenteel vindt hierdoor in nagenoeg alle landbouwgebieden accumulatie plaats van zware metalen in de bodem. Deze zijn zowel afkomstig van kunstmest als van dierlijke mest. De verwachting voor de komen-

de decennia is dat de metaalgehalten in een aanzienlijk deel van het Nederlandse landbouwareaal de huidige landbouwkundige signaalwaarden zullen overschrijden.

In de bossen van Zuid-Nederland vindt als gevolg van verzuring vooral uitspoeling van zware metalen naar het grondwater plaats. Daardoor nemen de (historisch gegroeide) metaalgehalten in de bodem af, maar worden in het grondwater op grote schaal streefwaarden en plaatselijk zelfs interventiewaarden overschreden.

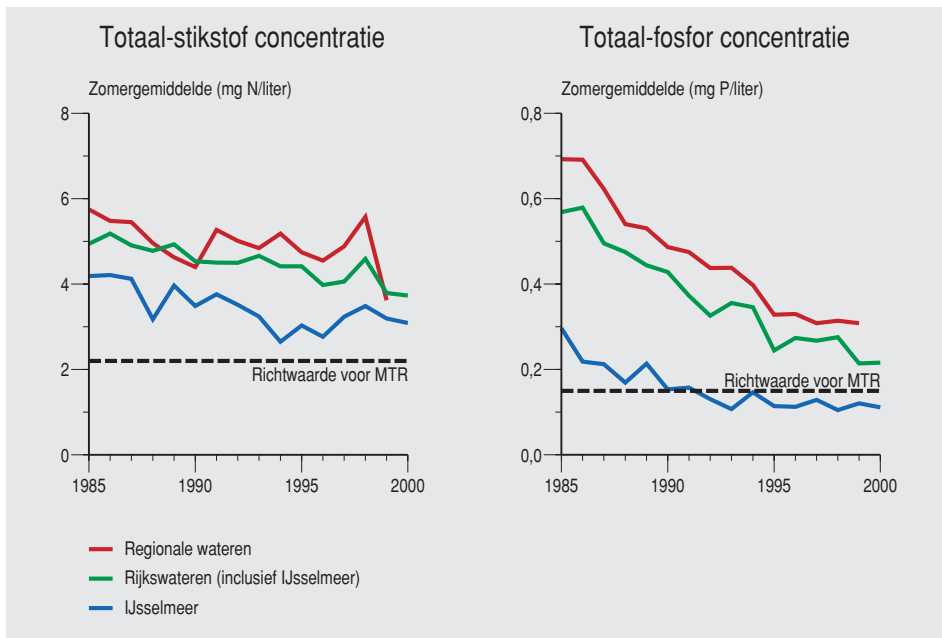
### 3.4.2 Grondwaterkwaliteit

Voor het grondwater zijn in het algemeen nitraat en bestrijdingsmiddelen (*paragraaf 3.6*) de kritische stoffen. Vooral het grondwater in de zandgebieden is wat dit betreft kwetsbaar. De stikstofoverschotten van met name melkveebedrijven op zandgronden zijn sinds 1996 met circa 10% afgenomen. Als gevolg hiervan zijn de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater afgenomen. Uit metingen in het bovenste grondwater met het Landelijk Meetnet Effecten Mestbeleid blijkt dat de gemiddelde, voor weers-effecten gecorrigeerde, nitraatconcentratie in de zandgebieden daalde van circa 150 mg/l over 1992-1995 naar ongeveer 125 mg/l in de periode 1996 tot 1999, bij een MTR-waarde voor grondwater van 50 mg/l. De gemiddelde nitraatconcentraties in de kleigebieden schommelen door weersinvloeden rond een niveau van 50 mg/l. In de veengebieden wordt in het algemeen nauwelijks of geen nitraat in het grondwater aangetroffen. Naar de diepte nemen de nitraatconcentraties in het algemeen sterk af, behalve in gebieden met diepe grondwaterstanden.

Door atmosferische depositie komt (vooral als gevolg van ammoniakemissies) stikstof terecht in natuurgebieden en spoelt daar uit naar het bovenste grondwater. Onlangs zijn meetgegevens verzameld in het zogenoemde bosmeetnet. In dat meetnet wordt de nitraatconcentratie in het grondwater onder natuurlijke vegetaties gemeten. In de periode 1998-2000 bleek in vergelijking met de periode 1989-1991 een significante daling te zijn opgetreden in de gemiddelde nitraatconcentratie van 30 naar 20 mg/l, bij een streefwaarde voor het grondwater van 25 mg/l. Ook bleken de gevonden maximale waarden lager maar de minimale hoger dan tien jaar geleden.

### 3.4.3 Oppervlaktewaterkwaliteit

De stikstof- en fosforconcentraties in de regionale wateren en de zoete rijkswateren voldoen bijna nergens aan de richtinggevende waarde voor het MTR, de doelstelling voor 2000 (*figuur 3.4.2*). De waterkwaliteit in de regionale wateren wordt vooral bepaald door de binnenlandse emissies. Uit metingen blijkt dat het fosfaatgehalte nagenoeg gelijk blijft maar dat het stikstofgehalte al tien jaar onveranderd (te) hoog is. In de rijkswateren nemen de gehalten aan nutriënten licht af in de Rijn en Schelde, door de dalende belasting vanuit het buitenland. De afname van de aanvoer van fosfor door de Rijn heeft een gunstige invloed op de fosforconcentratie in het IJsselmeer. De concentratie



Figuur 3.4.2 Concentratie (zomergemiddelde) van totaal-stikstof en totaal-fosfor in zoet oppervlaktewater, 1985-2000.

van fosfor bij Lobith is gedaald tot beneden de doelstelling van de Internationale Rijn Commissie (0,15 mg P/liter totaal-fosfaat). In de Maas en de overige zoete rijkswateren is al vele jaren geen daling van de concentraties van fosfaat waargenomen.

De concentraties van veel zware metalen dalen (CIW, 2001). In de zoete rijkswateren wordt deze trend vooral veroorzaakt door een verbetering van de kwaliteit van het water dat uit het buitenland afkomstig is. Op het binnenlands traject van deze wateren is echter geen positieve ontwikkeling te herkennen. Van de rijkswateren zijn de Maas en de Schelde het sterkst met metalen vervuild, het IJsselmeer duidelijk het minst. Koper en nikkel vormen de grootste problemen in de rijks- en regionale wateren, zink en cadmium de minder grote. De concentraties van zware metalen in de regionale wateren dalen minder snel dan in de rijkswateren. Koper en nikkel overschrijden de MTR-norm het meest, gevolgd door zink en in de rijkswateren ook cadmium. In de regionale wateren ligt de cadmiumconcentratie al ruim onder de MTR-norm.

## 3.5 Effecten natuur en risico's voor de mens

### 3.5.1 Effecten natuur

De gecombineerde invloed van de stressfactoren vermisting, verzuring, verdroging en vergiftiging leidt tot veranderingen in natuurlijke ecosystemen en tot het verdwijnen van

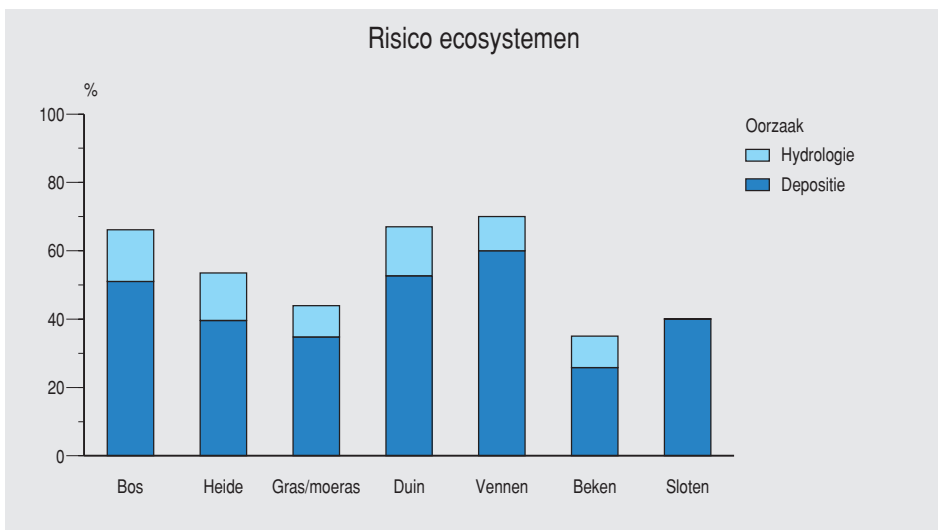


soorten. Verslechtering van de milieukwaliteit is een belangrijke oorzaak geweest van de achteruitgang van veel planten- en diersoorten in de 20ste eeuw. Tussen 1950 en 1995 is 50% van de plantensoorten bedreigd, achteruitgegaan of al verdwenen (RIVM, 2000). De oorzaken van afnemende biodiversiteit zijn bij de meeste ecosystemen de aan depositie gerelateerde factoren (verzuring, vermisting en vergiftiging) en in mindere mate de hydrologisch gerelateerde (verdroging), zoals te zien is in figuur 3.5.1.

De extra toevoer van stikstof en fosfor door vermisting zorgt ervoor dat voorheen nutriëntarme gronden en wateren worden verrijkt, waardoor enkele algemene plantensoorten de vegetatie gaan overheersen in deze natuurgebieden. Een belangrijk risico hiervan is dat een rijke diversiteit aan soorten die kenmerkend is voor nutriëntarme condities, wordt verdrongen door enkele soorten die goed gedijen in een voedingsrijke omgeving. Voorbeelden daarvan zijn de vergrassing van de heide, de verstruiking van de duinen en de overmatige algen groei in sloten en plassen. Bij verzuring kan op een vergelijkbare wijze een zuurminnende flora de oorspronkelijke flora verdringen. Bij verdroging treden overeenkomstige effecten op.

De meest bedreigende stoffen voor soorten die aan de top van de voedingspiramide staan, zijn de stoffen die vergaande effecten hebben op ecosystemen, en waarvan de effecten nauwelijks of niet omkeerbaar zijn. Dit is onder andere het geval bij stoffen die persistent, bioaccumulerend en zeer toxisch zijn. Hieronder valt een groot aantal oude bestrijdingsmiddelen, polychloorbifenylen (PCB's), dioxines en brandvertragers.

Het realiseren van een goede milieukwaliteit alleen is vaak niet voldoende om soorten te beschermen. Ook voldoende ruimte voor natuur, met voldoende samenhang, is noodza-



*Figuur 3.5.1 Afname in het voorkomen van plantensoorten (als gevolg van milieufactoren) in vergelijking met de situatie van 1950. Voor bos, heide, duin en grasmoeras gaat het om modelresultaten, bij de overige ecosystemen om expertinschattingen (Vonk et al., 2001).*

kelijk. Door de verstedelijking van ons land komen natuurgebieden steeds meer klem te liggen. De afname van het areaal natuur heeft een negatieve invloed gehad op het voorkomen van planten- en diersoorten in Nederland (RIVM, 2001b). Ook menselijk handelen – onder andere visserij en recreatie – is van invloed op de natuur. Met de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) wordt beoogd ruimte te scheppen voor de natuur. In de Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening wordt aangegeven hoe in de komende decennia via groene contouren het voortbestaan van de natuur in Nederland planologisch kan worden gegarandeerd. Veel natuurwaarde komt echter nog voor buiten de EHS, in de zogenaamde balansgebieden, waar de zorg voor de natuur in het krachtenspel van maatschappelijke afwegingen moet plaatsvinden.

### 3.5.2 Aanwijzingen voor effecten

Behalve het ondergaan van bovenstaande ongewenste effecten lopen ecosystemen ook risico's waarvan de omvang van het effect en de kans op het optreden daarvan nog onduidelijk zijn. Wel zijn er aanwijzingen dat er effecten kunnen optreden en om welk type effect het kan gaan.

#### *Klimaatverandering*

Er zijn biologische veranderingen gerapporteerd die consistent zijn met de geobserveerde verandering in temperatuur (*hoofdstuk 1*). Het gaat hier onder meer om het verschuiven van de leefgebieden van vlindersoorten, de vervroegde start van het broedseizoen van veel vogelsoorten en de toename van de lengte van het groeiseizoen.

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 om zich aan te passen, is onduidelijk.

#### *Onbekende effecten van milieuvreemde stoffen en organismen*

Voor minder dan 15% van de industrieel geproduceerde stoffen zijn enige data beschikbaar die bij kunnen dragen aan het inschatten van de risico's voor ecosystemen van die stoffen. Voor het overgrote deel van de stoffen zijn er geen of vrijwel geen gegevens. Recentelijk is in Nederland besloten om het enorme gat in de gegevens over de ecologische risico's van stoffen binnen één generatie te gaan dichten, door middel van het programma Strategisch Omgaan met Stoffen.

Bij enkele stoffen zijn er wel aanwijzingen voor effecten op ecosystemen. Lokaal kan hoge blootstelling aan hormoonverstorende stoffen leiden tot effecten in ecosystemen. Het betreft met name effecten op de voortplanting. Of ook lage blootstelling aan hormoonverstoorders tot vruchtbaarheidseffecten kan leiden is niet duidelijk. Er zijn aanwijzingen dat het grootschalig gebruik van (dier)geneesmiddelen kan bijdragen tot resistentie bij bacteriën.

Een ander risico van menselijk handelen is de introductie van exoten (soorten die zich recentelijk buiten hun oorspronkelijk verspreidingsgebied hebben begeven). Veel van deze soorten worden bewust meegenomen, liften mee met transporten of verbreiden zich doordat door menselijke ingrepen natuurlijke barrières zijn weggevallen (bijvoorbeeld door de aanleg het Donau-Rijnkanaal). Deze exoten kunnen lokaal voorkomende soorten verdringen of leiden tot de introductie van plagen.

### 3.5.3 Risico's voor de mens

In het drinkwater komt overschrijding van de norm voor nitraat en bestrijdingsmiddelen slechts bij hoge uitzondering voor, en is dan in het algemeen van korte duur. Ook wat betreft de micro-organismen in het oppervlaktewater wordt door de moderne zuiveringstechnieken een veilige drinkwaterproductie gegarandeerd. Hierbij wordt voldaan aan het (voorlopig) geaccepteerde risico van maximaal één geïnfecteerde per 10.000 personen per jaar.

Aangezien zwemwater een risico kan vormen, wordt dit in EU-kader per locatie beoordeeld op een vijftal parameters. Eén daarvan, het aantal thermotolerante bacteriën van de coligroep, is door de jaren heen altijd gemeten en kan dus als basis dienen om een kwaliteitstrend in de tijd aan te geven. Het blijkt dat vanaf 1995 steeds meer locaties voldoen aan de streefwaarde voor deze parameter (een stijging van 58% in 1995 naar 70% in 2000). In 1999 voldeed in de binnenwateren 90% en in de kustwateren 99% van de locaties aan de Europese richtlijn. Oppervlaktewater dat voldoet aan de zwemwater-normen kan evenwel ziekteverwekkende protozoën herbergen. Het risico van infectie met deze micro-organismen is aanzienlijk; voor de regelmatige waterrecreant kan de kans op protozoëninfectie tot 71% oplopen. Zelfs voor eenmalige zwemmers bedraagt het infectierisico 0,2-0,5%.

In de periode 1990-2000 zijn de gezondheidsklachten geïnventariseerd die verband hebben met recreatie in en rond het oppervlaktewater (tabel 3.5.1). Het merendeel van de plassen voldeed aan de normen van de Wet hygiëne en veiligheid zwemgelegenheden. Desondanks blijken er gezondheidsrisico's voor de recreanten te bestaan. Zo is er in 30-35% van het Nederlandse zwemwater een verhoogd risico op maagdarmklachten; en worden in toenemende mate ook huidklachten gemeld. Momenteel wordt een nieuwe

Tabel 3.5.1 Aantal incidenten met gezondheidsklachten, 1990-2000.

Aard klacht	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Maagdarmklachten	14	5	7	4	18	34	4	30	10	15	2
Huidklachten	5	14	13	2	11	27	15	32	22	22	11
Ziekte van Weil	3		1	2	1	5		2	7	4	1
Oorklachten	-	-	-	-	26	18	-	8	-	0	0
Overig/onbekend	7	7	1	1	3	1	2	10	7	3	4
Totaal	29	26	22	9	59	85	21	82	46	44	18

Europese zwemwaterrichtlijn voorbereid, die naar verwachting de eisen aan de microbiële kwaliteit van de zwemplassen zal verscherpen.

## 3.6 Bestrijdingsmiddelen

### *Regelgeving*

In Nederland regelt de Bestrijdingsmiddelenwet dat bestrijdingsmiddelen slechts worden toegelaten voorzover er geen onacceptabele effecten te verwachten zijn op mens en natuur. Door voortschrijdende kennis en striktere toepassing van de regels verdwijnen na herbeoordeling regelmatig middelen van de markt. Naast het toelatingsbeleid kent Nederland aanvullend beleid dat erop gericht is de algemene milieukwaliteit te bewaken. Dat aanvullend beleid is voor de periode 1991-2000 vastgelegd in het MJP-G. De eidevaluatie van het MJP-G vindt nog dit jaar plaats; in dit onderdeel van de Milieubalans wordt in een aantal gevallen gebruikgemaakt van voorlopige resultaten van deze evaluatie.

Voor de periode tot 2010 is aanvullend beleid aangekondigd in de nota Zicht op gezonde teelt gericht op de vermindering van:

- de afhankelijkheid van bestrijdingsmiddelen;
- het verbruik daarvan;
- de emissie daarvan naar het milieu;
- de effecten daarvan buiten het geografische gebied van toepassing.

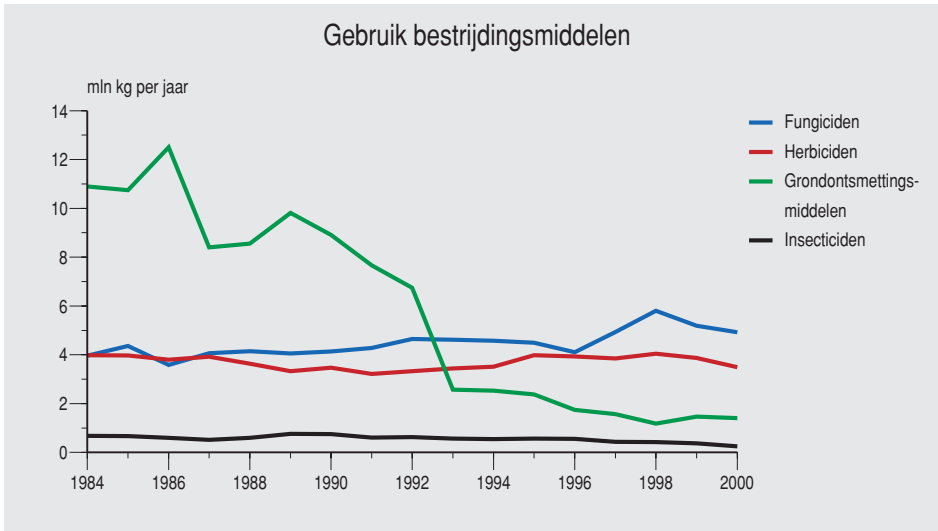
De kern van het nieuwe beleid is: 'geïntegreerde teelt op gecertificeerde bedrijven'. Dit nieuwe beleid is erop gericht dat 90% van de bedrijven in 2005 en alle bedrijven in 2010 zijn gecertificeerd, en dat een reductie van de milieueffecten wordt gerealiseerd van 75% in 2005 en van 95% in 2010.

### *Gebruik van bestrijdingsmiddelen*

Het totale gebruik van bestrijdingsmiddelen in Nederland is ongeveer gehalveerd sinds de periode 1984-1988, waarmee de reductiedoelstelling van het MJP-G vrijwel is bereikt. Dit komt vooral doordat sinds het begin van de jaren negentig de grondontsmetting aan strikte regulering is gebonden, wat heeft geleid tot sterk verminderde toepassing van de betreffende stoffen (*figuur 3.6.1*). Het gebruik aan fungiciden wisselde, met name voor de bestrijding van de schimmel fytoftora bij aardappelen. De verklaring van dat wisselende gebruik is dat de schimmeldruk afhankelijk is van meteorologische condities. Het gebruik van herbiciden en insecticiden is min of meer constant gebleven.

### *Emissies van bestrijdingsmiddelen*

Niet alle bestrijdingsmiddelen komen op de bedoelde plaats terecht. Verhoudingsgewijs is vervluchtiging naar de lucht de belangrijkste weg waarlangs de stoffen in het milieu terecht kunnen komen. Bij spuiten kan een deel van de spuitnevel buiten de akker op de bodem en in het oppervlaktewater terechtkomen. Deze zogenoemde drift geldt voor een fractie van de toegepaste hoeveelheden, maar kan – net als uitspoeling van bestrijdings-



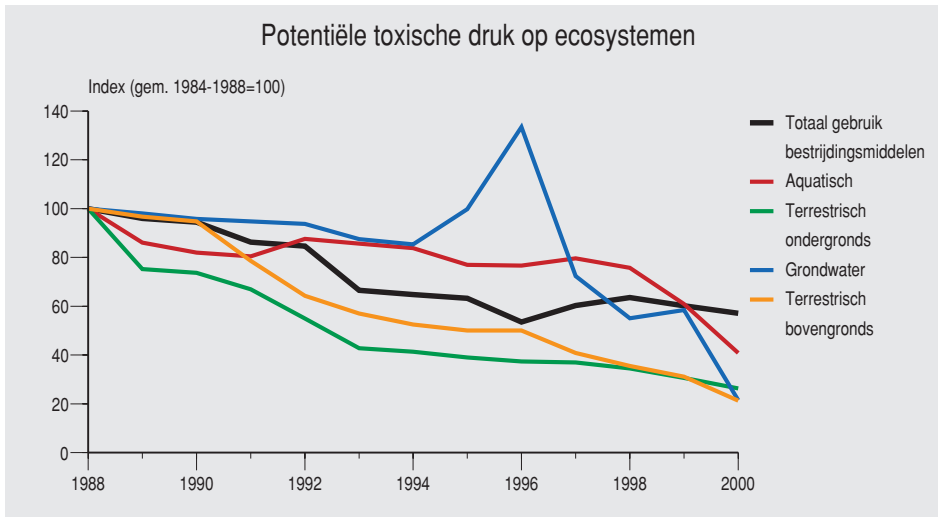
*Figuur 3.6.1 Het gebruik van bestrijdingsmiddelen in Nederland, 1984-2000 (Bron: Plantenziektenkundige Dienst, Wageningen: RAB-cijfers).*

middelen naar het grondwater – aanleiding geven tot normoverschrijding en risico's met zich meebrengen.

Omdat het gebruik van de natte grondontsmettingsmiddelen sterk is gedaald, is ook de bijdrage van deze middelen aan de uitspoeling aanzienlijk afgenomen. Daarnaast verbiedt het toelatingsbeleid tegenwoordig middelen met een uitspoelingsrisico, waardoor andere stoffen worden ingezet. Ook dat vermindert de totale uitspoeling naar het grondwater. Kwantitatieve gegevens over de emissies naar de andere compartimenten zijn nog niet beschikbaar; deze worden in de tweede helft van 2001 verwacht.

### **Depositie**

Om de depositie van bestrijdingsmiddelen op natuurgebieden vast te stellen, zijn metingen uitgevoerd naar concentraties van bestrijdingsmiddelen in de lucht en in neerslag (TNO, 2000). Uit deze metingen bleek dat er zeer veel stoffen in lucht en in neerslag voorkomen, waaronder een aantal die in Nederland niet zijn toegelaten. Van de stoffen die in grondwater en oppervlaktewater problematisch zijn, worden in vrijwel alle regenwatermonsters concentraties aangetroffen die de normen voor grond- en oppervlaktewater overschrijden. Ook op veel plaatsen in de bodem van ons land komen hoge concentraties voor. Deze stoffen in de bodem vormen deels een historisch gegroeide verontreiniging; deels worden ze ook verklaard door depositie. Afhankelijk van het bodemgebruik en de grondsoort wordt soms in meer dan 50% van de waarnemingen de streefwaarde overschreden.



Figuur 3.6.2 Potentiële effecten van bestrijdingsmiddelen op ecosystemen, 1988-2000.

### *Effecten op de natuur*

Gewasbeschermingsmiddelen worden gebruikt om plagen en onkruiden te bestrijden. De toepassing van deze middelen geeft een verwacht effect: de plaag raakt onder controle. Een deel van de bestrijdingsmiddelen kan echter buiten het perceel ongewenste effecten veroorzaken of het bodemleven in het behandelde perceel aantasten. De potentiële effecten op het ondergrondse ecosysteem nemen af (figuur 3.6.2). Deze afname is sterk gerelateerd aan het gebruik. Bij het bovengrondse ecosysteem is hetzelfde beeld te zien. Hierbij moet echter worden opgemerkt dat in de berekeningen geen rekening is gehouden met het mogelijk nadelige effect van korreltoepassingen op vogels.

Ook de berekende potentiële effecten in het oppervlaktewater nemen af. Uit de gebruikscijfers is af te leiden dat de afname in het gebruik hoofdzakelijk is toe te schrijven aan grondontsmettende middelen; dat zijn stoffen die geen drift kennen. Uit deze gebruiksafname is dus niet te verklaren waarom ook de effecten op het oppervlaktewater geringer worden. Deze laatste afname is het gevolg van vervanging van stoffen door meer specifiek werkende stoffen en van driftbeperkende maatregelen. Vele berekende potentiële effecten zijn door onvoldoende meetgegevens en weinig aandacht voor monitoring van bestrijdingsmiddelen in de verschillende milieucompartmenten niet goed te verifiëren.

## **3.7 De Nederlandse zoute wateren**

### **3.7.1 Gebruiksfuncties en milieudruk**

In de Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening is ruimtelijk beleid geformuleerd voor het Nederlandse deel van de Noordzee. In de nota staat als doel geformuleerd dat de econo-

mische functies op een verantwoorde, duurzame wijze ruimte geven om het natuurlijke systeem in stand te houden. Reeds bestaande regelingen – zoals de regelingen in het kader van het RAP en het NAP – en internationale afspraken – zoals de afspraken gemaakt op de OSPAR-conventie – zijn vooral gericht op de beperking van de toevoer van verontreinigende stoffen naar de Noordzee.

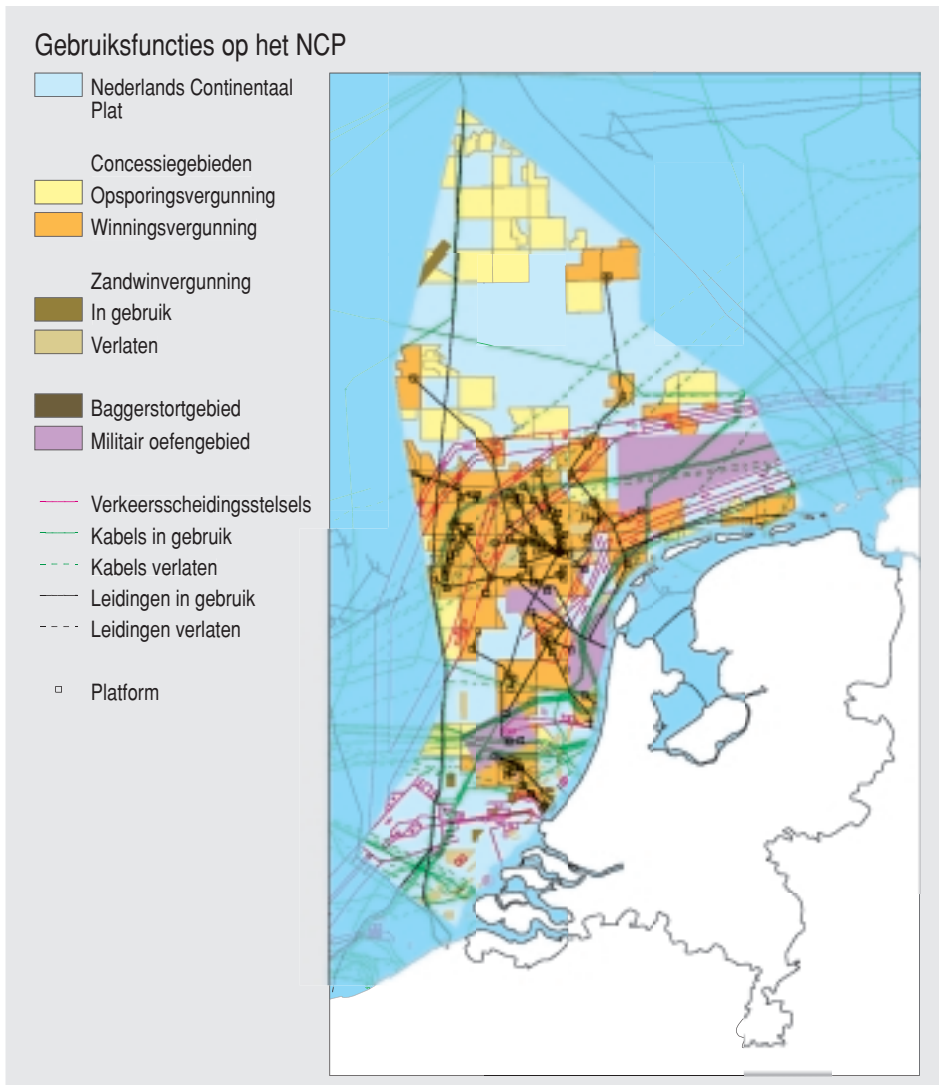
De grootste aantasting van het natuurlijke ecosysteem van de Noordzee wordt verondersteld een gevolg te zijn van de boomkorvisserij. De aanvoer van verontreinigende stoffen blijft van belang, met name de aanvoer van nutriënten in de kustzone. Verder speelt de scheepvaart een rol: als vervuiler van lucht (uitlaatgassen) en water (olie, grof vuil) en als producent van onderwatergeluid, waarvan vooral zeezoogdieren last kunnen hebben bij de communicatie en bij het foerageren. De kustzone kent een stapeling van gebruiksfuncties (*figuur 3.7.1*), waardoor cumulatie van milieudruk optreedt, met daaraan verbonden extra negatieve milieueffecten.

De visserij in de kustzone richt zich behalve op vis ook op garnalen en schelpdieren. In het grootste deel van de Nederlandse Noordzee wordt met de boomkor gevestigd. Zo wordt meer dan de helft van de zeebodem ten minste eenmaal per jaar omgewoeld. Deze vorm van visserij richt zich met name op platvis, maar heeft als bijvangst vele andere soorten. De boomkorvisserij heeft dan ook een negatieve invloed op het bodemleven. De hoge brandstofprijzen en de lage quota hebben geleid tot de opkomst van visserijtechnieken die een economisch alternatief kunnen vormen voor de boomkorvisserij.

De scheepvaart zorgt voor een belangrijke milieudruk door emissies van olie (zowel door reguliere lozingen als door calamiteiten), door uitlaatgassen, en door afgifte van tributyltin uit aangroeiwerende lagen die op de scheepshuid zijn aangebracht. Daarnaast introduceert de scheepvaart systeemvreemde soorten in het ecosysteem van de Noordzee door lozing van ballastwater; hierbij ontstaat onder meer het risico van bloei van giftige plaagalg. Inrichtings- en onderhoudswerken voor de scheepvaart (bijvoorbeeld het baggeren van vaargeulen) leiden tot lokale verstoring van bodemfauna en tot veranderingen in morfologie en waterstroming.

Momenteel wordt jaarlijks circa 25 miljoen m<sup>3</sup> zand gewonnen. Op deze schaal leidt de zandwinning slechts tot putten van maximaal twee meter diep, waardoor effecten op water- en zandtransport verwaarloosbaar zijn. De ter plaatse vernietigde bodemfauna herstelt zich in een periode van ongeveer vier jaar. Grindwinning vindt slechts op beperkte schaal plaats; er is een proefproject op de Klaverbank toegestaan. Het kabinetsbeleid is erop gericht om in de toekomst meer zand uit zee te gaan winnen. De hieruit voortvloeiende grootschalige zandwinning met diepe winputten kan leiden tot effecten op ecosystemen, door de blijvende gevolgen voor sedimentatieprocessen, zandtransport en zuurstofhuishouding.

Olie- en gaswinning, ten slotte, vindt plaats op ongeveer 130 productieplatforms op het Nederlands Continentaal Plat. Op negen hiervan wordt olie gewonnen, op de overige gas. Deze activiteiten brengen emissies naar water met zich mee van benzeen, zware



*Figuur 3.7.1 Gebruiksfuncties Nederlands Continentaal Plat.*

metalen, olie en polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's), en naar lucht van  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$  en VOS. Overigens veroorzaken olie- en gaswinning in het algemeen alleen tijdelijke en lokale effecten. Deze bestaan vooral uit een verandering van de soortensamenstelling van de bodemfauna en van het zoöplankton.

De Waddenzee kent zijn eigen kwetsbaarheden en problemen. Naast de vervuiling via rivieren en de Noordzee (Rijnwater dat langs de kust noordwaarts stroomt) vindt er veel recreatievaart plaats. Er wordt ook op kokkels en mossels gevist; dit betekent concurrentie voor de vogels. De grote natuurwaarde van het gebied wordt algemeen erkend, net als die van delen van het Deltagebied in Zuidwest-Nederland. Beide gebieden vol-



doen aan normen voor Vogelgebieden van Internationaal Belang. De regering speelt hierop in door de Oosterschelde en delen van de Waddeneilanden als Nationaal Natuurpark aan te wijzen en door de (Ontwerp) Planologische Kernbeslissing (PKB) voor de Waddenzee. In beide typen beleidsmaatregelen gaat het met name om een sterke regulering van een groot aantal gebruiksvormen van deze gebieden.

In 1999 heeft het kabinet besloten geen proefboringen voor olie- en gaswinning in de Waddenzee toe te staan. Dit besluit is onder andere gebaseerd op het feit dat er nog veel onduidelijkheid bestaat over de risico's die de bodemdaling als gevolg van olie- en gaswinning met zich meebrengt. De Ontwerp PKB geeft evenmin ruimte voor nieuwe winning van diepe delfstoffen, en het kabinet zal zolang er geen duidelijkheid is over die onzekerheden geen nieuwe vergunningen verlenen voor proefboringen en winning.

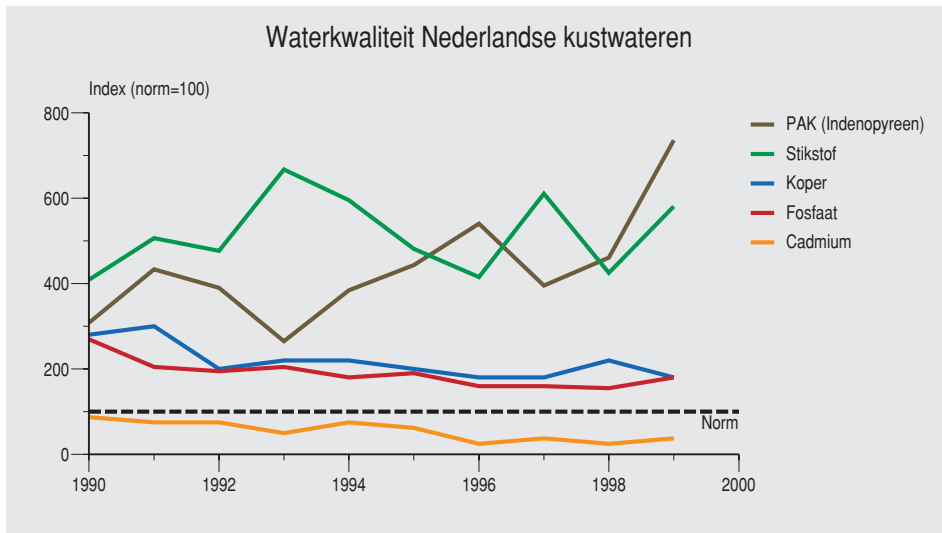
### 3.7.2 Waterkwaliteit

De waterkwaliteit van de zoute wateren is tot de jaren negentig aanzienlijk verbeterd. De laatste tien jaar stagneert deze ontwikkeling echter; van sommige stoffen lopen de concentraties weer op. Daarbij is de streefwaarde, de doelstelling voor de zoute wateren, voor een aantal stoffen nog niet gehaald. In de kustzone is de bijdrage van de rivieren aan de gehalten van stoffen groter dan verder op zee, terwijl de atmosferische depositie op open zee relatief belangrijker is.

In de periode 1990-1999 zijn er in de zoute wateren over het algemeen geen grote veranderingen opgetreden in de metaalgehalten in zwevend stof. Cadmium en koper vormen hierop een uitzondering. In de genoemde periode is de cadmiumconcentratie in het zwevend stof in de Waddenzee en Westerschelde afgenomen met 50%, respectievelijk 18%. De concentratie ligt inmiddels onder de streefwaarde en daalt nog steeds. De koperconcentratie in zwevend stof in de kustzone is daarentegen gestegen met 22%. Koper voldoet gemiddeld genomen niet aan de streefwaarde.

De streefwaarde van enkele bestrijdingsmiddelen wordt in het zoute water ruim overschreden. Dit geldt zowel voor tributyltin als voor trifenylytin. Beide stoffen verstoren de hormoonwerking. De concentraties in zwevend stof overschrijden circa honderdmaal de MTR-norm. Het PAK-gehalte van zwevend stof in de Nederlandse kustwateren vertoont een stijgende trend die momenteel niet kan worden verklaard. PAK-concentraties liggen daar in het algemeen boven het streefwaardeniveau. Van indenopyreen is de overschrijding het geringst (*figuur 3.7.2*). De anthraceenconcentratie echter, overschrijdt zelfs de MTR-norm. De concentraties van PCB's dalen wel, maar het niveau dat het beleid zich ten doel heeft gesteld, is nog niet bereikt en zal voorlopig ook niet gehaald worden. Daarnaast worden nieuwere stoffen, zoals gebromeerde vlamvertragers en andere hormoonontregelaars dan tributyltin in kustsedimenten aangetroffen.

In internationaal kader is afgesproken om de vermessing terug te dringen. Op politieke gronden is gekozen voor een streefniveau waarbij de aan vermessing gerelateerde groei

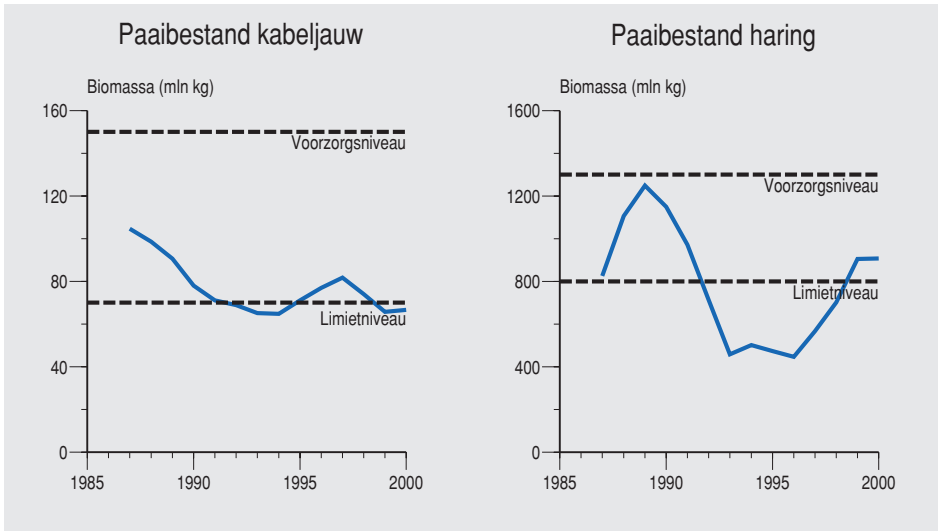


Figuur 3.7.2 De concentraties van enkele stoffen in de Nederlandse kustwateren ten opzichte van de geldende norm (streefwaarde of natuurlijke achtergrondwaarde), 1990-1999.

van algen geen risico's met zich meebrengt voor recreatie en kustvisserij. Concreet was het streven de stikstof- en fosforbelasting van de Noordzee via de grote rivieren in 1995 met 50% te reduceren ten opzichte van 1985 (RAP; NAP). Anno 2001 is de reductiedoelstelling voor de fosforbelasting nagenoeg gehaald; de concentratie P-totaal is in de periode 1985-2000 in de kustzone met circa 60% gedaald. Inmiddels bedraagt deze concentratie circa anderhalf à tweemaal die van de natuurlijke achtergrond, maar de laatste jaren daalt ze niet verder. De reductie van de stikstofbelasting blijft evenwel sterk achter bij de taakstelling; de concentratie N-totaal in de kustzone is met slechts 20% gedaald en bedraagt momenteel drie- tot viermaal de natuurlijke achtergrondconcentratie. Het relatieve succes van de reductie van de fosforbelasting heeft ertoe geleid dat de overmaat van stikstof ten opzichte van fosfor sterk is toegenomen. Dit heeft inmiddels in het westelijk deel van de Waddenzee geleid tot een verandering in de soortensamenstelling van de algen (Philippart *et al.*, 2000). De doelstelling voor 2010 voor vermessing is: 'een zee waar eutrofiëringsverschijnselen zeldzaam zijn'. Dat streven is vertaald in de doelstelling dat de nutriënten in de kustwateren maximaal anderhalf maal de natuurlijke achtergrondconcentraties mogen hebben (OSPAR/EUC). Zoals hierboven gemeld, is deze situatie voor fosfor bijna bereikt, maar voor stikstof nog lang niet.

### 3.7.3 Visserij

De EU wil met haar Gemeenschappelijk Visserijbeleid een balans bereiken tussen de visserijbelangen en een stabiele omvang van de visbestanden. Sinds 1995 zijn de scheepscapaciteit en het totale aantal zeedagen verminderd, maar de Noordzeevloot heeft die beperkingen door allerlei technologische ontwikkelingen weten te compense-



Figuur 3.7.3 Paaibestanden kabeljauw en haring, 1987-2000. De hier gepresenteerde gegevens, alsmede het voorzorg- en limietniveau, zijn gebaseerd op de meest recente rapportage over de visbestanden in de Noordzee (ICES, 2000).

ren met een hogere productiviteit. Ook de pogingen die het gemeenschappelijk visserijbeleid sinds 1998 heeft gedaan om via de voorzorgsbenadering een betere bescherming van de visbestanden af te dwingen, hebben voor de meeste soorten nog niet geleid tot vermindering van de visserijdruk. Het bestand van de kabeljauw in de Noordzee is er slecht aan toe. Het paaibestand van deze vissoort heeft een geschatte omvang van 65.000 ton; lager dan het 'limietniveau' en minder dan de helft van de 150.000 ton die voor een veilig biologisch minimum ('voorzorgsniveau') – dat wil zeggen: duurzaam, kabeljauwbestand – in de Noordzee noodzakelijk is. Het haringbestand is onder het nieuwe regime weer gegroeid tot net boven het limietniveau van 800.000 ton (figuur 3.7.3). Niveaus zijn in 1998 in internationaal kader vastgesteld.

De Europese Commissie heeft dit jaar een tijdelijk visverbod opgelegd voor een deel van de Noordzee om de kabeljauwstand de gelegenheid te geven zich te kunnen herstellen. De getroffen maatregel is een eerste stap in het kabeljauwherstelplan.

Het ministerie van LNV heeft in de winter van 1999/2000 de visserij op kokkels en mosselen in de Waddenzee aan banden gelegd. Deze maatregel houdt verband met ver-

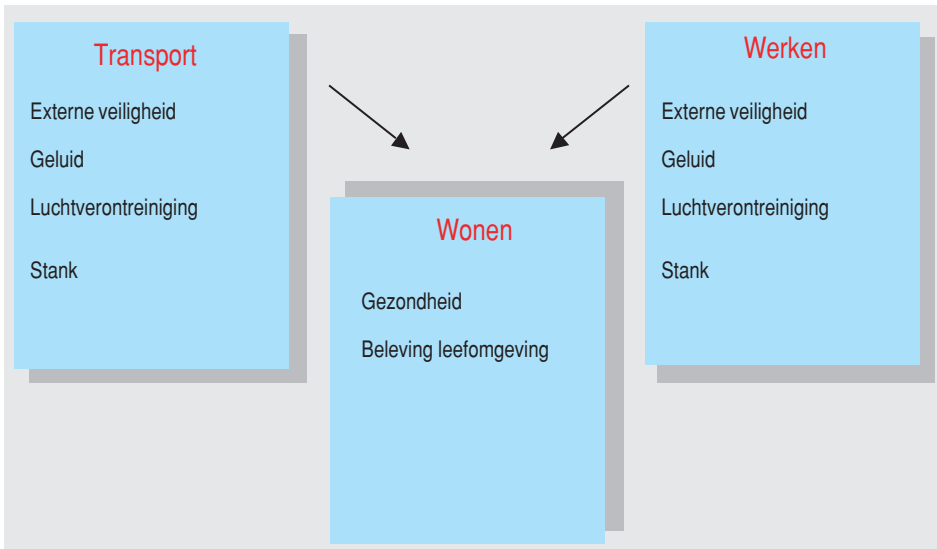
#### Definities:

Voorzorgsniveau (Bpa): omvang paaibestand dat is bedoeld om een duurzame visserij voor de huidige en toekomstige generaties te garanderen.

Limietniveau (Blim): omvang paaibestand waaronder productie van voldoende nakomelingen in gevaar komt, of waarbij er geen gegevens beschikbaar zijn over wat er gebeurt met een bestand onder deze grens.

hoogde sterfte van eidereenden, waarschijnlijk als gevolg van een voedseltekort. Een dergelijke beperking van de kokkelvisserij is ook op de Oosterschelde van kracht geworden. In beide gevallen is de voedselbehoefte van de aanwezige vogels maatgevend voor de hoeveelheid schelpdieren die daarvoor gereserveerd wordt. Alleen het overschot mag worden bevestigd.

## 4 DE LEEFOMGEVING



*Figuur 4.1 Enkele problemen die worden veroorzaakt door de combinatie van wonen, werken en transport.*

### 4.1 Beleidsrelevante ontwikkelingen

Sinds de Vierde Nota Ruimtelijke Ordening is het nationale ruimtelijke ordeningsbeleid gericht op de ‘versterking van de kwaliteit van de dagelijkse leefomgeving’ en ‘het handhaven van het streven naar bundeling van de verstedelijking’ (Vierde Nota Ruimtelijke Ordening, deel d van Regeringsbeslissing, 1988).

De kwaliteit van de leefomgeving staat onder druk doordat de ruimte voor wonen, werken, verplaatsen en recreëren in Nederland beperkt is, en door een opeenstapeling van milieuproblemen. Uit een analyse van de cumulatie van milieuproblemen op buurtniveau blijkt dat lagere inkomensgroepen in hun woonbuurt vaker geconfronteerd worden met een hogere geluidbelasting (> 65 dB(A)), met luchtverontreiniging door wegverkeer (NO<sub>2</sub>) en met minder groen in de buurt. Voor andere milieu-indicatoren zijn de verschillen tussen de inkomensklassen geringer (bijvoorbeeld voor de nabijheid van vuurwerkopslagen).

Omgevingsgeluid blijft een hardnekkig probleem. Landelijk gezien heeft circa 75% van de bevolking op de woonlocatie te maken met geluidbelasting van weg-, rail- of luchtverkeer van meer dan 50 dB(A). De toename van de geluidbelasting wordt vooral veroorzaakt door de groei van het wegverkeer en door de verschuiving van het wegvervoer naar de nachtperiode. Naast het nationale beleid (snelheidsbeperking, ‘stil asfalt’, geluidsschermen en -wallen, isolatie van woningen) heeft het Europese beleid zich de

afgelopen jaren vooral gericht op het stellen van eisen aan de geluidproductie van nieuwe personen- en vrachtauto's. Deze eisen zijn aanzienlijk verscherpt. Dit beleid heeft bij vrachtauto's tot emissiereducties geleid, maar bij personenauto's niet.

Het aantal gehinderden door omgevinggeluid ligt momenteel op 43% van de bevolking en lijkt zich gestabiliseerd te hebben. De in het Eerste Nationaal Milieubeleidsplan (NMP1) geformuleerde doelstelling (stabilisatie in 2000 op het niveau van 1985; dat is maximaal 40% gehinderden) is vrijwel gehaald. Daarbij moet wel worden aangetekend dat het aantal mensen dat ernstig gehinderd is door het geluid van wegverkeer, burens en passagiers- en vrachtvliegtuigen in 1998 hoger was dan in 1993.

In het NMP4 wordt de modernisering van het geluidbeleid toegelicht. De akoestische kwaliteit dient te passen bij de functie van een gebied en er wordt een grotere rol bij de lokale overheden gelegd. De nieuwe verdeling van bevoegdheden wordt uitgewerkt in het programma Modernisering Instrumentarium Geluidbeleid (MIG). Het is van belang dat bij de uitwerking van dit nieuwe beleid afstemming plaatsvindt met de reeds ontwikkelde gebiedsgerichte beleidsinstrumenten (Meerjaren Ontwikkelingsprogramma's van grote steden en Investeringsbudget Stedelijke Vernieuwing); dit om verkokering tegen te gaan, om de bestuurslast van (lagere) overheden te verminderen en om de monitoring van beleid te vereenvoudigen.

De nieuwe norm van de Europese Unie (EU) voor het jaargemiddelde voor NO<sub>2</sub> werd in 2000 in delen van de grote steden in de Randstad overschreden. Met voortzetting van het huidige beleid is een aanzienlijke verbetering van de luchtkwaliteit in 2010 te verwachten. In 2010 zal echter nog wel overschrijding plaatsvinden, met name langs drukke snelwegen in stedelijk gebied met een totale weglengte van 450 km. Afhankelijk van de weersomstandigheden, wordt de norm in 2010 voor NO<sub>2</sub> in de omgeving van 1500 tot 13.000 woningen overschreden.

De veiligheid van de leefomgeving is na de rampen in Enschede en Bijlmermeer sterk in de maatschappelijke belangstelling komen te staan. De risico's van grote ongevallen worden berekend met behulp van modellen. De ervaring leert dat deze risico's bij onvoldoende handhaving van de vergunningen aanzienlijk hoger liggen dan met modellen worden berekend. De voorgestelde systematiek voor risicobeheersing rond Schiphol voorziet niet in het zichtbaar maken van het risico van rampen als die in de Bijlmermeer.

### *Spanning tussen wonen, werken en verkeer en vervoer*

De combinatie van wonen, werken en transport in het stedelijk gebied leidt tot milieuproblemen in de vorm van risico's voor de externe veiligheid, bodemverontreiniging, geur- en geluidhinder en luchtverontreiniging. Gemotoriseerd verkeer is de belangrijkste veroorzaker van lokale milieuproblemen. Vooral wegverkeer, maar ook vliegverkeer, veroorzaakt geluid-, geurhinder en luchtverontreiniging.

## Werken

De economische groei, in zowel toegevoegde waarde als werkgelegenheid, was het hoogst in de Randstad en de regio's die direct aan de Randstad grenzen. Bijna een derde van alle banen in Nederland is op dit moment geconcentreerd in de Randstad. Binnen de Randstad groeide de werkgelegenheid rond de mainport Schiphol (17% in de periode 1991-1998) harder dan gemiddeld (RPD, 2000). Deze groei is echter niet uitsluitend aan de groei van het luchtverkeer op Schiphol verbonden (CPB, 2000). In de stedelijke knooppunten groeide het aantal bedrijven en werknemers niet veel harder dan gemiddeld in Nederland (6,4%).

Met name de industriële en transportgerichte activiteiten in de mainports Amsterdam en Rotterdam hebben invloed op de kwaliteit van de leefomgeving (geluidhinder, luchtkwaliteit) in deze regio's. Het kabinet heeft bij de versterking van de mainports gekozen voor duurzame economische ontwikkelingen: voor beide mainports betekent dit dat groei gepaard moet gaan met regionale investeringen in natuur en milieu, om de leefomgeving te verbeteren (dubbeldoelstelling). In de ROM-Rijnmond is een uitbreiding van het natuur- en recreatieareal voorgesteld van 1000 hectare. Hieraan is in het kader van het Project Mainportontwikkeling Rotterdam nog 750 hectare toegevoegd. In de Planologische Kernbeslissing Schiphol worden diverse 'groene' projecten voorgesteld, maar met de uitvoering daarvan moet nog worden begonnen.

## Wonen

Sinds het midden van de jaren negentig daalt het woningtekort in Nederland doordat de uitbreiding van de woningvoorraad groter is dan de toename van het aantal huishoudens. De groei van het aantal huishoudens vlakkt af. De woningmarkt wordt dus minder gespannen, maar er bestaan wel belangrijke verschillen tussen regio's. Met name in de noordvleugel van de Randstad (Noord-Holland, Flevoland) en in Gelderland is er nog steeds een flinke druk op de woningmarkt, terwijl in Drenthe voor het eerst leegstand voorkomt. Bij verdere ontspanning van de woningmarkt kan de aantrekkelijkheid van naoorlogse wijken in de steden afnemen als de huishoudens in de hogere inkomensklassen deze wijken verlaten en de huishoudens in de lagere inkomensklassen in deze wijken achterblijven. Hierdoor kunnen deze wijken in een neerwaartse spiraal terecht-

### Woonwensen van de consument

Ieder mens heeft de behoefte aan een veilige woonomgeving, maar de ideale woonomgeving ziet er voor iedereen anders uit. De perfecte match tussen vraag en aanbod van woningen is moeilijk te maken. Zo kan de samenstelling van de woningvoorraad slechts langzaam wijzigen, terwijl de samenstelling van de bevolking sneller verandert. Eigenlijk geldt dat niet zozeer de woonwens is veranderd, maar dat de woonconsument is veranderd; meer kleine huishoudens, meer draagkrachtige huishoudens en momenteel een sterke toename van het aandeel huishoudens

met oudere mensen. De waardering voor de woonomgeving is in sterke mate gerelateerd aan de waardering van de woning. Uit onderzoek (VROM, 2000) blijkt dat nieuwbouwwoningen op alle geregistreerde waarderingskenmerken net zo goed als of beter scoren dan woningen in de bestaande voorraad. In het algemeen blijkt dat bestaande woningen in de (vroeg)naoorlogse wijken slecht scoren. In de beoordeling komen als belangrijke kenmerken naar voren: het attractief zijn van de bebouwing en het zich thuis en veilig voelen in de buurt.

men. Er zijn in Nederland grote verschillen wat betreft de vitaliteit van wijken (VROM, 2000). Naast wijken die op alle dimensies van vitaliteit goed dan wel slecht scoren zijn er veel wijken die op één dimensie slecht en op andere dimensies heel goed scoren. Hier ligt een belangrijke beleids optie. Door de vitaliteit op de slecht scorende dimensie te stimuleren, kan een relatief zwakke wijk vitaal worden.

## 4.2 Verdeling van milieudruk over de bevolking

In de Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening (VROM, 2000) wordt als een van de zeven criteria voor ruimtelijke kwaliteit de ‘sociale rechtvaardigheid’ genoemd: ook de lagere inkomensgroepen moeten toegang hebben tot een gezonde en veilige leefomgeving, werk, recreatie en mobiliteit.

In Nederland kunnen de verklaringen voor de ongelijke verdeling van milieudruk en milieurisico's over de bevolking liggen in historisch-planologische oorzaken, in democratische keuzes waarbij onvoldoende is gelet op neveneffecten voor bepaalde bevolkingsgroepen die minder invloed hebben op de beleidsvorming, en in marktwerking door vrije keuze op de woningmarkt.

Analyse van historisch-planologische ontwikkelingen laat zien dat sinds 1960 vooral de hogere inkomensgroepen en jonge gezinnen naar de groeikernen trokken. Voor het opgekomen woon-werkverkeer werden in de steden veel wegen aangelegd. Later, met de compactestadgedachte, kwam het stedelijk groen sterk onder druk te staan.

Een onevenwichtige verdeling van milieudruk en milieurisico's over de bevolking kan te maken hebben met de geringe deelname van bepaalde bevolkingsgroepen aan het beleidsproces. Aangezien hoger opgeleiden beter hun weg weten te vinden in het maatschappelijk bestel kunnen zij zich over het algemeen beter verweren tegen negatieve ontwikkelingen.

### Ruimtelijke samenhang tussen milieukwaliteit en sociaal-economische kenmerken

In de Nationale Milieuverkenningen 4 en 5 werd al gesteld dat er in Nederland sprake is van een ruimtelijke samenhang tussen milieukwaliteit en sociaal-economische kenmerken (RIVM, 1997, 2000). Buurten met een slechte omgevingskwaliteit (hoge milieudruk, hoge bebouwingsdichtheid, slechte toegang tot groen) kampen veelal tegelijkertijd met onderwijsachterstand, werkloosheid, criminaliteit, enzovoort. Dit wil overigens niet zeggen dat de bewoners van deze buurten hun leefomgeving altijd negatief ervaren. Om de kwaliteit van een wijk te bepalen, is de beleving van de leefomgeving erg belangrijk. Duyvendak en

Veldboer stellen terecht dat de leefbaarheid, de binding aan de wijk, het welbevinden en de sociale netwerken de kwaliteit van een wijk bepalen en niet het gemiddeld inkomen (Duyvendak en Veldboer, 2000). Voor 120 gemeenten werd de sociale structuur afgezet tegen fysieke omgevingsfactoren (A. Bouman, RIVM, 2001). De sociale structuur werd beschreven als etniciteit, inkomen, werkgelegenheid, opleiding en huishoudsamenstelling. Fysieke kenmerken waren stedelijkheid, aanwezigheid van groen, barrièrewerking van wegen, geluid, risico's en luchtverontreiniging (tabel 4.2.1).



Tabel 4.2.1 Het percentage inwoners per welstandsniveau.

Welstandsniveau	Woningen/ ha > 35	Nabijheid weg met barrière- werking	5 ha groen binnen 300 meter	Nabijheid gevaarlijke bedrijven <sup>1)</sup>	Geluid > 50 dB(A)	Geluid > 65 dB(A)	Nabijheid weg met overschrij- ding NO <sub>2</sub>
	%						
Hoog	22	9,8	17	0,5	80	3,8	16
Boven gemiddeld	36	11	13	0,8	81	3,7	15
Gemiddeld	49	11	12	1,1	82	4,1	19
Laag	63	9,9	13	1,2	84	4,4	27
Minimum	68	9,5	12	0,9	85	5,3	33
Gemengd	46	10	12	1	82	4,6	21
Over alle niveaus	47	10	13	1	82	4,2	20

1) EVR-bedrijven en vuurwerkopslagen.

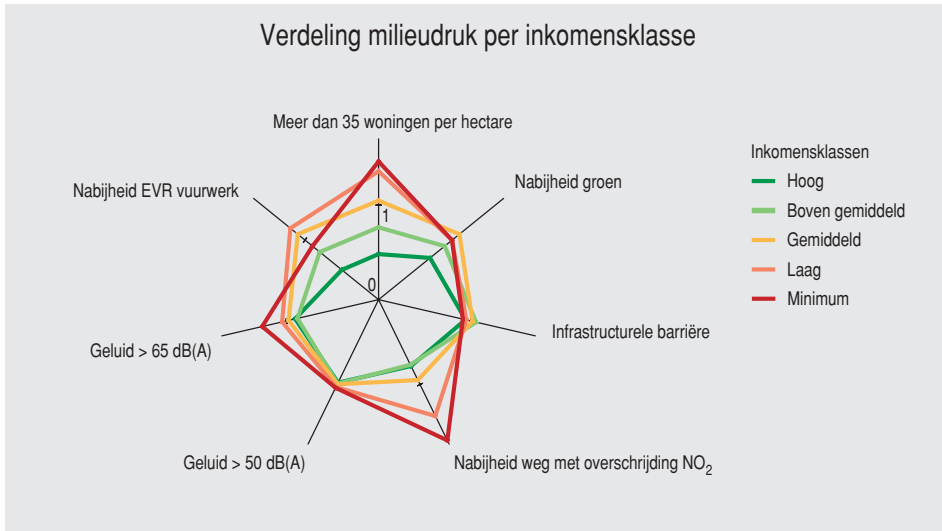
Daarnaast hebben mensen met een hoger inkomen de mogelijkheid om een slechte leefomgeving te verlaten en een woning in een groene, ruime en rustige omgeving te kopen (marktwerking).

In Nederland zijn er slechts weinig buurten die op alle fysieke indicatoren tegelijk negatief scoren ten opzichte van het gemiddelde (2%, zie tekstbox).

Naast het gemiddelde per buurt is ook per woonlocatie (volledige postcode en verdeling over welstandsklassen) gekeken waar ongunstige ruimtelijke en milieukwaliteiten samen voorkomen enerzijds en het welstandsniveau (inkomen) anderzijds. Lagere inkomensgroepen worden vaker geconfronteerd met een hogere geluidbelasting en luchtverontreiniging (nabijheid van een weg met normoverschrijding, tabel 4.2.1). Dit zijn ook de groepen die vaker in dichtbebouwd gebied wonen. De andere indicatoren verschillen minder per welstandsklasse, met uitzondering van de nabijheid van groen.

Globaal genomen heeft een groot deel van de inwoners een geringe hoeveelheid groen in de directe omgeving. De aanwezigheid van groen is relevant: groen kan een positief effect hebben op de gezondheid (De Vries, 2000). Bovendien vindt 97% van de bevolking groen in de directe leefomgeving zeer belangrijk (de Jonge en van der Zande, 1999). Mensen met een hoog inkomen hebben over het algemeen meer groen in de directe omgeving tot hun beschikking dan mensen met een lager inkomen.

Andere factoren die een rol spelen bij de waardering voor de leefomgeving zijn: de kenmerken van de woning, de netheid van de buurt, de veiligheid, de kwaliteit van de lucht en het omgevingsgeluid (van Poll, RIVM, 1997; Woudenberg, 2000). Tevredenheid met de woonomgeving blijkt voornamelijk samen te hangen met de kwaliteit van de woning, de contacten met burens (sociale kwaliteit), het uitzicht, de netheid en de sociale veiligheid. Medebepalend zijn ruimte, groen en rust. Het belang van overige milieuaspecten voor deze tevredenheid lijkt af te hangen van de lokale situatie.



*Figuur 4.2.1 Aandeel van de indicatoren per inkomensklasse, index 1 is het gemiddelde van de totale populatie.*

In figuur 4.2.1 is per indicator de index per inkomensklasse weergegeven, waarbij de index 1 het gemiddelde van de totale populatie is. Een waarde kleiner dan 1 is gunstig.

### **Bodemsanering: milieuhygiënische en maatschappelijke urgentie**

Gezondheidsrisico's en ecologische effecten van bodemverontreiniging bepalen de ernst van de verontreiniging en zijn de drijfveer voor onderzoek en uiteindelijk sanering van de bodem. De timing van de aanpak is daarnaast ook afhankelijk van maatschappelijke en economische factoren. Vanuit economisch oogpunt is de afweging van belang tussen de kosten van de sanering en de gebruikswaarde van de locatie voor en na sanering.

Na het oriënterende onderzoek waarin de bodemverontreiniging wordt geconstateerd, volgt het nader onderzoek.

Wanneer een locatie ernstig verontreinigd blijkt te zijn, wordt in het nader onderzoek ook de milieuhygiënische urgentie bepaald. Er wordt dan vastgelegd hoe snel op milieuhygiënische gronden aan de sanering dient te worden begonnen.

Door maatschappelijke druk kan de start van een nader onderzoek en sanering naar voren schuiven. Hierbij kunnen gebruikers en omwonenden een rol spelen, maar ook de functiewijziging of revitalisering van de locatie. In dat geval wordt in de beschikking van het bevoegd gezag (de provincies, de vier grote steden en rechtstreekse ISV-gemeenten) afgeweken van de uitkomst van het nader onderzoek door een hogere 'maatschappelijke' urgentie vast te stellen.

Voor locaties die in 2000 zijn gekenmerkt als 'ernstig urgent' bleek de maatschappelijke urgentie overheersend te zijn voor 35% van de onderzoeken in eigen beheer en voor 10% van de onderzoeken gefinancierd door de overheid. De overheid kan saneringsoperaties beïnvloeden en stimuleren, zodat ook in economisch minder aantrekkelijke gebieden wordt gesaneerd.

## 4.3 Geluid

Beleid met betrekking tot geluid blijkt effectief. In veel landen van de EU waar minder stringente wetgeving van kracht is, worden over het algemeen meer mensen blootgesteld aan hoge geluidniveaus dan in Nederland. Volgens de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO, 1999) wordt ongeveer 40% van de bevolking van de EU overdag blootgesteld aan wegverkeersgeluid met een niveau van meer dan 55 dB(A); 20% is blootgesteld aan niveaus van meer dan 65 dB(A). Volgens berekeningen liggen deze percentages in Nederland lager, namelijk op circa 30%, respectievelijk bijna 2%.

### *Geluidbelasting in Nederland*

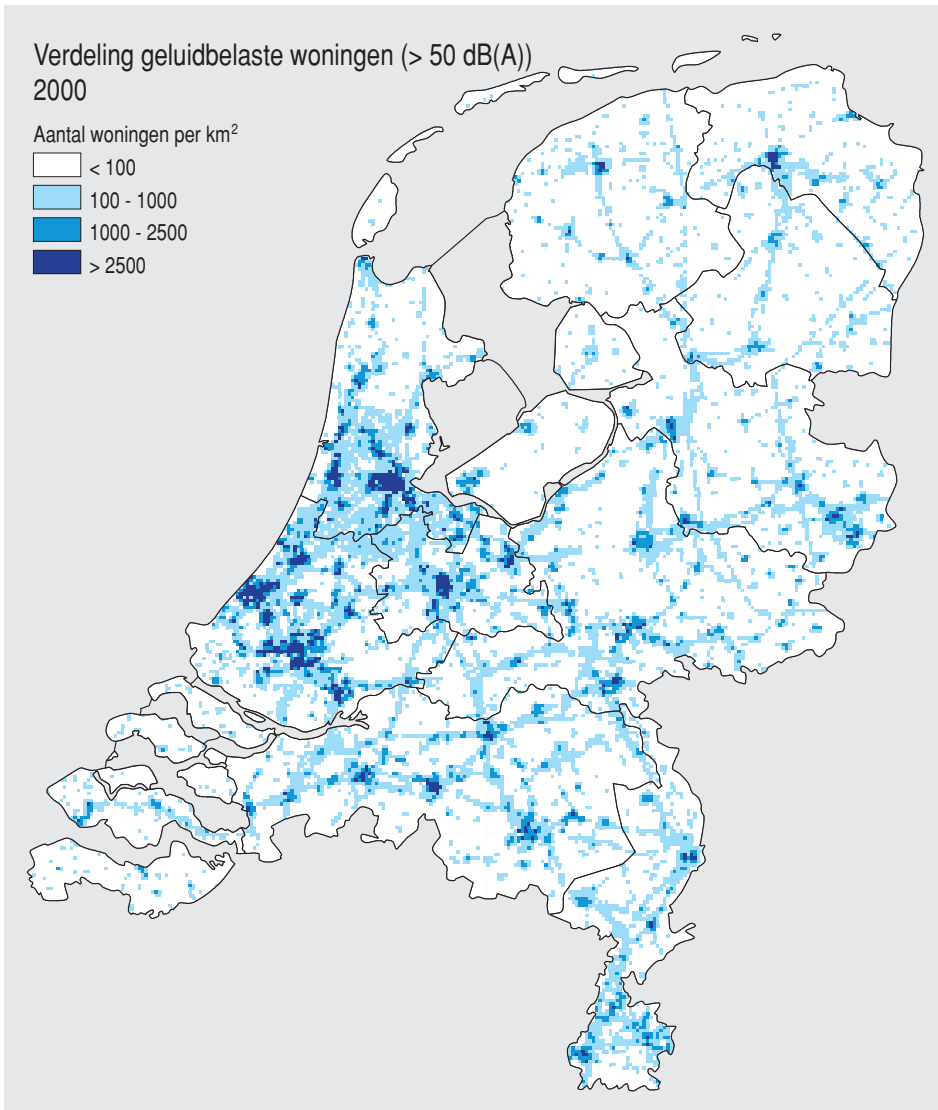
Naar schatting heeft ruim 1% van de inwoners te maken met geluidniveaus boven de 70 dB(A). Dit is de grenswaarde in het nieuwe stelsel MIG. Voor ruim 4% van de bevolking is de geluidbelasting door transport over de weg, het spoor of door de lucht, hoger dan 65 dB(A). 65 dB(A) is de huidige grenswaarde voor de geluidbelasting door binnenstedelijk wegverkeer.

Landelijk gezien heeft circa 75% van de bevolking op de woonlocatie te maken met een geluidbelasting van weg-, rail- of luchtverkeer van meer dan 50 dB(A). Dit niveau is de kwaliteitsdoelstelling voor nieuwe woningbouw en de richtwaarde in het MIG. De afgelopen vijf jaar is het aantal woningen dat door wegverkeer een geluidbelasting heeft van meer dan 50 dB(A) toegenomen tot ruim 65% van het totale aantal woningen in Nederland. De toename van geluidbelasting wordt voor een deel veroorzaakt door de volumegroei, maar ook door een verschuiving van het wegvervoer naar de nachtperiode (23.00 - 7.00 uur). Deze verschuiving vindt met name plaats op het hoofdwegennet en in de Randstad, en dan vooral bij het lichte en middelzware verkeer. De oorzaak van deze verschuiving is mogelijk filevermijdend gedrag (Nijland, RIVM, 2001). Omdat het geluid 's nachts als hinderlijker wordt ervaren, telt het nachtelijke verkeer zwaarder mee in de berekening van de geluidbelasting.

Sinds 1995 is de geluidbelasting door het railverkeer vrijwel gelijk gebleven. Momenteel wordt circa 15% van het totale aantal woningen belast (met meer dan 50 dB(A)) door het geluid van railverkeer.

De geluidbelasting rond de meeste luchthavens is de afgelopen vijf jaar met enkele tientallen procenten afgenomen. De oorzaak daarvan is een forse afname van het aantal lawaaige vliegtuigen. Door het vliegverkeer van alle grote en kleine civiele luchthavens en militaire luchtvaartterreinen tezamen wordt echter nog altijd bijna 7% van het totale aantal woningen in Nederland belast met meer dan 50 dB(A). Volgens gegevens van de Commissie Geluidhinder Schiphol lijkt de dalende trend in het aantal klachten wat te stabiliseren en werd in 2000 door meer mensen en vanuit meer gemeenten geklaagd dan in 1999.

De geluidbelasting is veelal hoger in gebieden met een grote economische activiteit (*figuur 4.3.1*). Zo is in Rijnmond en het gebied rond de luchthaven Schiphol het opper-



*Figuur 4.3.1 Dichtheid van woningen met een cumulatieve geluidbelasting door weg-, rail- en luchtverkeer van meer dan 50 dB(A) (L-etmaalwaarde), 2000.*

vlak van het gebied met een geluidbelasting van meer dan 50 dB(A) procentueel ruim twee keer zo groot (ruim 50%) als gemiddeld in Nederland. In de regio Rijnmond en de regio Schiphol is het wegverkeer de belangrijkste bron van geluidbelasting. Het totale wegverkeer veroorzaakt op circa 80% van de woningen een geluidbelasting van meer dan 50 dB(A). In de regio Rijnmond belasten het railverkeer en de scheepvaart elk 20% van het totale aantal woningen met deze niveaus. Rond Schiphol wordt 40% van de woningen door luchtvaartverkeer belast met meer dan 50 dB(A).

Op 40% van het areaal aan stiltegebied in de provincies Noord- en Zuid-Holland wordt het natuurlijke achtergrondgeluid (van circa 40 dB(A)) overstemd door het geluid van (spoor)wegen en/of vliegverkeer. Landelijk is dit op ruim 20% van de stiltegebieden het geval.

Zonder aanvullende maatregelen zal de geluidbelasting door het weg-, rail- en luchtverkeer in de periode tot 2010 met enkele tientallen procenten toenemen door de verwachte groei van het vervoer over de weg, het spoor en door de lucht.

### *Geluidbeleid*

Door relatief stringente wetgeving en genomen maatregelen is het aantal woningen in Nederland met een (zeer) hoge geluidbelasting relatief gering in vergelijking tot de rest van Europa. De maatregelen hebben echter niet kunnen voorkomen dat geluid vrijwel overal en altijd aanwezig (hoorbaar) is. Het beleid kijkt inmiddels anders tegen dit fenomeen aan dan begin jaren zeventig, toen de Wet geluidhinder werd voorbereid. Een wat hoger geluidniveau wordt op veel locaties wellicht acceptabel geacht omdat het 'past' bij de functie en het karakter van een gebied. Om lokaal invulling te kunnen geven aan de gewenste akoestische kwaliteit van een gebied wordt nieuwe geluidwetgeving voorbereid: het stelsel MIG.

In de huidige wetgeving zijn gemeenten initiatiefnemer als het gaat om de aanpak van situaties waarin de geluidbelasting op woningen hoger is dan 55 dB(A). In overleg met de rijksoverheid wordt bekeken welke maatregelen genomen kunnen worden. Aan de isolatie van (zeer) hoogbelaste woningen (vrijwel altijd > 70 dB(A)) wordt per jaar circa 60 miljoen gulden besteed. Hiervoor kunnen 8000 tot 10.000 woningen worden voorzien van gevelisolatie.

In het kader van het rijksbeleid wordt op een groot deel van de rijkswegen 'stil asfalt' (ZOAB) aangebracht. Verder wordt onderzocht – ook middels proefvlakken – of dubbellaags ZOAB kan worden aangelegd. Door de aanleg van geluidsschermen en -wallen wordt de geluidoverdracht naar de omgeving verminderd. Bovendien leiden snelheidsbeperkingen tot een daling van de geluidemissies; zo neemt bij een daling van de maximumsnelheid van 120 naar 100 km/u de geluidemissie met 2-3 dB(A) af.

Het Europese beleid heeft zich gericht op eisen aan de geluidemissie van voertuigen. Dit beleid heeft bij vrachtauto's tot emissiereducties geleid, maar bij personenauto's niet. Dit ligt deels aan het feit dat personenauto's nu op bredere en daarmee lawaaierige banden rijden dan in 1970 en deels aan het feit dat de testomstandigheden niet aansluiten bij de praktijk: onder testomstandigheden ligt de nadruk op het motorgeluid, in de praktijk vooral op het bandengeluid. Onder druk van de auto-industrie zijn de voorgeschreven testomstandigheden bovendien een aantal malen gewijzigd, waardoor het effect van de aanscherping van de geluidnormen volledig verloren is gegaan. Diezelfde druk heeft ertoe geleid dat een hoger geluidemissieniveau is toegestaan voor (sport)auto's met veel motorvermogen.

Om in de toekomst de aanpak van geluidhinder op Europese schaal effectiever te kunnen aanpakken, wordt een EU-richtlijn voor omgevingsgeluid voorbereid. In deze richtlijn wordt voorgesteld om, op basis van twee uniforme (Europese) geluidmaten, de geluidbelasting rond de hoofdinfrastructuur en in grote agglomeraties te laten vaststellen. De verantwoordelijke instanties en overheden zijn daarbij verplicht om aan de EU te rapporteren over de blootstelling aan geluid en de aanpak ervan.

Om in te spelen op het nieuwe Europese milieubeleid wordt ook op nationaal niveau nieuwe geluidwetgeving voorbereid: het stelsel MIG. In het stelsel MIG zullen de gemeenten en provincies eigen doelstellingen en beleid ontwikkelen voor respectievelijk gemeentelijke en provinciale bronnen. Het Rijk blijft wel verantwoordelijk voor het beleid en de doelstellingen ten aanzien van de rijksbronnen. Het stelsel MIG biedt de verschillende overheden de ruimte om overlast door geluid af te wegen tegen andere aspecten van de leefomgeving. Het stelsel kent één richtwaarde en één grenswaarde voor het totale geluid van het weg- en railverkeer en de industrie. De richtwaarde gaat een rol spelen bij het vaststellen van de geluidbelasting die gemeenten voor bepaalde gebieden willen realiseren: na te streven akoestische kwaliteitsniveaus. Deze kwaliteitsniveaus zullen variëren, afhankelijk van de functie die een gebied heeft of die daaraan wordt toegekend. De nieuwe grenswaarde vervangt de huidige grenswaarden uit de Wet geluidhinder.

Als richtwaarde wordt 50 dB(A) opgenomen. Deze waarde sluit het beste aan bij de bestaande situatie. Voor de grenswaarde gaat 70 dB(A) gelden. Deze waarde is gekozen vanuit gezondheidskundige overwegingen en vanuit overwegingen van uitvoerbaarheid en continuïteit. De genoemde waarden worden berekend door gewogen optelling van de geluidbelasting door het weg- en railverkeer en de industrie. Voor veel praktijksituaties geldt dat de grenswaarde van 70 dB(A) boven de huidige grenswaarden ligt voor geluid van weg- en railverkeer en industrie. Of de verhoging van de grenswaarde zal leiden tot toename van de geluidsoverlast hangt zowel af van de mate waarin de geluidbelasting langs de hoofdinfrastructuur kan worden beperkt als voor een belangrijk deel van de ambities van provinciale en met name gemeentelijke overheden. Mits gemotiveerd mogen gemeenten er immers voor gaan kiezen om een 'streefwaarde' voor de akoestische kwaliteit van een gebied vast te stellen die ligt tussen de 50 en 70 dB(A). Gelet op de huidige situatie mag verwacht worden dat in gebieden met veel transport- en/of industriële activiteiten deze 'streefwaarden' (ruim) hoger komen te liggen dan 50 dB(A). Daarentegen kan in een deel van de woonwijken in de randstedelijke en dorpse gebieden 50 dB(A) wel worden bereikt en gehandhaafd. Om dit niveau te realiseren nabij gebieden met meerdere functies (wonen, werken, voorzieningen) zullen gemeenten die hiervoor kiezen, vaak alternatieve verkeers- en vervoersplannen moeten ontwikkelen.

Bij een voortgaande groei van verkeer en vervoer zal zonder aanvullend beleid tussen nu en 2010 het percentage inwoners in Nederland dat is blootgesteld aan geluid (> 50 dB(A)) met bijna 10% toenemen. Er is echter ook een scenario mogelijk waarin de blootstelling met ruim 10% afneemt: als de overheden gezamenlijk in staat blijken in alle bebouwde gebieden de geluidbelasting met enkele dB(A)'s te verlagen (4 dB(A) langs rijkswegen, 3 dB(A) langs provinciale wegen en 1 dB(A) langs gemeentelijke

### Nationaal beleid voor de stedelijke leefomgeving

Behalve in het milieuprobleemgerichte beleid, zoals in het MIG, investeert de overheid in de ontwikkeling van integraal beleid om de kwaliteit van de leefomgeving te verbeteren. In het Regeerakkoord is besloten het rijksbeleid van de departementen te bundelen in het grotestedenbeleid, waarvan de Meerjaren Ontwikkelingsprogramma's (MOP) van steden een uitvloeisel zijn. De belangrijkste conclusie uit een door het CPB opgestelde ex ante-evaluatie was dat de MOP's bijdragen aan de 'ontkokering' van beleid van de verschillende bestuurslagen. Naast het grotestedenbeleid bestaat het, al in het vorige kabinet gestarte, Investeringsbudget Stedelijke Vernieuwing (ISV). Hierin is een aantal regelingen gebundeld op het gebied van geluidhinder, bodemsanering, bedrijvigheid en stedelijk groen.

Een belangrijk deel van de budgetten betreft de herstructurering van woonwijken die geconfronteerd worden met een accumulatie van problemen (criminaliteit, slechte kwaliteit van woningvoorraad en hoge milieudruk). Om de gemeentelijke voorstellen te beoordelen, is een

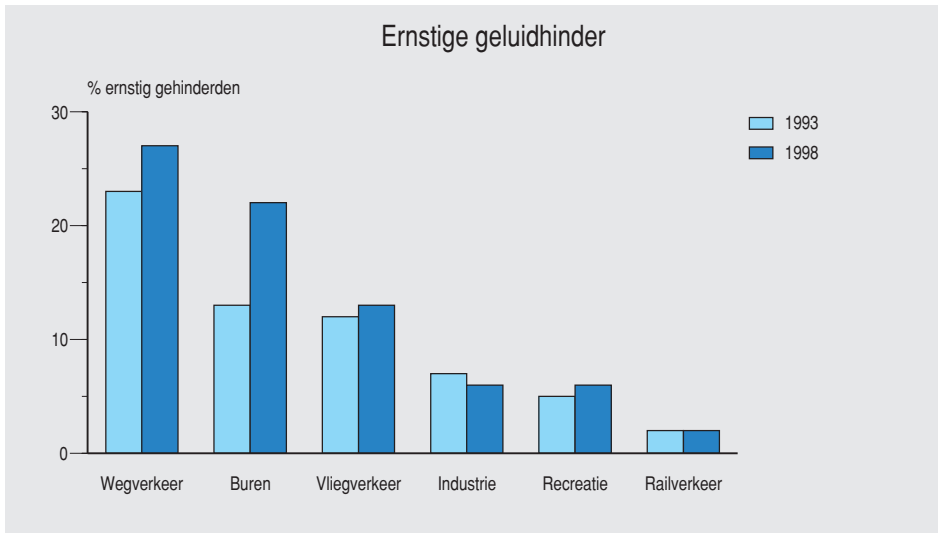
monitoringsysteem ontwikkeld waarmee de procesgang en de effectiviteit van de investeringen kan worden bewaakt. Voor zowel omgevingskwaliteit als duurzaamheid zijn meetbare indicatoren uitgewerkt (voorbeelden zijn meer ondergrondse parkeervoorzieningen, meer en beter groot- en kleinschalig groen, minder stank- en geluidhinder, minder luchtverontreiniging).

Het is de vraag in hoeverre deze programma's en de ontwikkelingen in het milieubeleid (NMP4) op het hierboven beschreven stedelijke leefomgevingsbeleid zijn afgestemd. In het stelsel MIG dienen naast de rijksoverheid ook provincies en gemeenten eigen doelstellingen en eigen beleid te ontwikkelen. In de periode tot 2010 wordt de prioriteit gelegd bij de aanpak in de woonomgeving (NMP4). Het is van belang dat bij de uitwerking van dit nieuwe beleid afstemming plaatsvindt met de al ontwikkelde gebiedsgerichte beleidsinstrumenten om de bestuurslast binnen de (lagere) overheden te verminderen en de monitoring van beleid te versimpelen.

wegen). Samenwerking leidt hier tot een resultaat waarbij het geheel meer is dan de som der delen. Een verlaging van 'gemiddeld' 2 dB(A) in tien jaar lijkt een aanzienlijke inspanning gezien de verwachte groei van de mobiliteit, maar zou wellicht met een aantal – onder andere technische – maatregelen bereikt kunnen worden. Dit wordt onderzocht in een onlangs gestart innovatieprogramma voor geluid van weg en spoor. De kosten van deze maatregelen lopen in de miljarden gulden, maar staan in verhouding tot de waardeinstijging van huizen. Dit blijkt uit literatuurgegevens over de waardeinstijging van huizen bij vermindering van de geluidbelasting. Deze baten staan nog los van de positieve effecten op de waardering van natuur en recreatiegebieden door een lagere geluidbelasting (Nijland *et al.*, RIVM, 2001). Hierbij moet wel rekening worden gehouden met het feit dat de baten ten goede komen aan de huiseigenaren en de lasten veelal door de overheid worden gedragen.

### Geluidhinder

De top-drie van belangrijke geluidhinderbronnen bestaat uit wegverkeer, burenlawaai en vliegverkeer. In 2000 werd circa 43% van de Nederlandse bevolking gehinderd door geluid van weg-, rail- en vliegverkeer en industrie (CBS, 2001). De doelstelling voor geluidhinder voor 2000, namelijk stabilisatie van het percentage gehinderden op het niveau van 1985 (is 40% gehinderden), is daarmee vrijwel gehaald. Sinds 1993 is ernstige hinder door geluid van een aantal bronnen echter toegenomen (*figuur 4.3.2*). Al in het NMP3 werd signaleerd dat de andere doelstelling van het geluidbeleid – geen ernstige hinder meer in 2010 – te ambitieus was. In het NMP4 wordt daarom een nieuwe benadering voorgesteld.



Figuur 4.3.2 Ernstige geluidhinder door verschillende bronnen in 1993 en 1998 (Bron: TNO).

## 4.4 Luchtverontreiniging en geurhinder

### *Geurhinder*

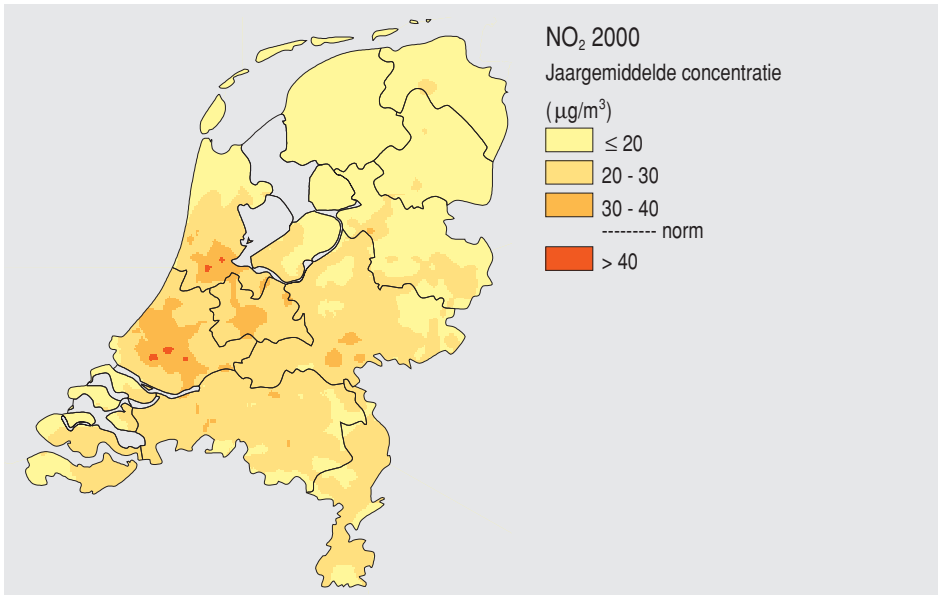
In 2000 mocht, volgens het NMP3, niet meer dan 12% van de Nederlandse bevolking geurhinder ondervinden van wegverkeer en industrie. Deze doelstelling is bijna gehaald: in 2000 had 15% van de Nederlandse bevolking last van geurhinder (CBS, 2001). Sinds 1996 is het aantal mensen dat gehinderd wordt nauwelijks meer afgenomen. Voor 2010 is het doel dat er geen ernstige geurhinder meer voor mag komen.

### *Luchtverontreiniging*

De achtergrondniveaus van luchtverontreiniging in stedelijke gebieden zijn relatief ongunstig. Voor de drie stoffen die maatgevend zijn voor de lokale blootstelling van de bevolking – stikstofdioxide (NO<sub>2</sub>), fijn stof (PM<sub>10</sub>) en benzeen – zijn daar de jaargemiddelde concentraties het hoogst. Rond wegen en in straten worden uiteraard de hoogste concentraties gevonden. Wegen met overschrijding bevinden zich vooral in de grote steden, waar de achtergrondconcentraties de normen voor met name NO<sub>2</sub> en fijn stof al dicht benaderen. Bij de huidige jaargemiddelde NO<sub>2</sub>-concentraties (figuur 4.4.1), zijn in steden, straten en direct langs snelwegen gezondheidseffecten mogelijk, zij het niet door NO<sub>2</sub> zelf, maar door het (verkeersgerelateerde) luchtverontreinigingsmengsel als geheel, NO<sub>2</sub> is daarmee een indicator van het mengsel.

De concentraties benzeen langs drukke verkeerswegen lagen in 2000 onder de huidige norm van 10 µg/m<sup>3</sup>, maar boven de norm van 5 µg/m<sup>3</sup> die in 2010 in werking treedt. Per 1 januari 2001 zijn de eisen voor het benzeengehalte van benzine strenger geworden: 1% in plaats van 5%. Dit zal naar verwachting binnen afzienbare tijd leiden tot een





Figuur 4.4.1 Jaargemiddelde NO<sub>2</sub>-concentraties in Nederland met een ruimtelijke resolutie van 5×5 km op basis van een combinatie van metingen en modelresultaten, 2000 (Bron: RIVM).

daling van de concentratie in de buitenlucht tot onder de nieuwe EU-norm. In de stadsachtergrond in 2000 zijn normoverschrijdingen voor de jaargemiddelde concentratie van NO<sub>2</sub> en fijn stof in de agglomeraties Rijnmond en Amsterdam de knelpunten. De voorgenomen norm voor benzeen (5 µg/m<sup>3</sup>) wordt in de stadsachtergrond van Rijnmond benaderd.

### *Gezondheidseffecten van luchtverontreiniging*

Veel internationale epidemiologische studies tonen aan dat bij de huidige niveaus van luchtverontreiniging gezondheidseffecten kunnen optreden, en dat het plausibel is dat er een causaal verband bestaat tussen (een deel van de) luchtverontreiniging en gezondheidsklachten. Nederlandse studies bevestigen deze associatie. Het gaat hier onder andere om aandoeningen van de luchtwegen, hart- en vaatziekten en vroegtijdige sterfte. In 1999 werden in Nederland circa 850 vervroegde sterfgevallen (op een totaal van 139.000) en 1800 spoedopnamen (op een totaal van 148.000) voor aandoeningen aan de luchtwegen en hart- en vaatziekten toegeschreven aan luchtverontreiniging door fijn stof. Voor ozon kunnen soortgelijke berekeningen worden uitgevoerd met qua orde van grootte vergelijkbare uitkomsten. Omdat episoden met hoge concentraties van ozon en fijn stof ook gelijktijdig kunnen voorkomen, kunnen de getallen voor ozon en fijn stof echter niet bij elkaar worden opgeteld.

**NO<sub>2</sub>-overschrijding**

De nieuwe EU-norm voor het jaargemiddelde voor NO<sub>2</sub> werd in 2000 in delen van de grote steden in de Randstad overschreden. Het betreft straten en wegen met een totale lengte van circa 1700 km. Met voortzetting van het huidige beleid is in 2010 een aanzienlijke verbetering van de luchtkwaliteit te verwachten. In 2010 vindt echter nog wel overschrijding plaats langs met name drukke snelwegen in stedelijk gebied met een totale weglengte van 450 km (Metz *et al.*, 2000). Dit betekent in een jaar met gunstige meteorologische omstandigheden dat overschrijding plaatsvindt bij circa 1500 woningen, maar in een jaar met ongunstige omstandigheden kan dit woningenaantal oplopen tot boven de 13.000. De meeste woningen staan langs snelwegen in Rotterdam (ruit van Rotterdam) en Amsterdam (A10 west). De kosten voor lokale aanpassingen (luisfels, tunnels, sloop van woningen) om in 2010 te voldoen aan de grenswaarde, bedragen circa 3-7 miljard gulden.

Met het uitvoeren van extra emissiereductiebeleid, zoals in het NMP4, zal het aantal overschrijdingen bij woningen langs snelwegen fors (met

een factor 4-13) kunnen afnemen (Folkert *et al.*, RIVM, 2001). Voor de strengste beleidsvariant (NMP4 + BOR-verkeersbeleid) wordt de norm in een jaar met ongunstige meteorologische omstandigheden bij circa 1000 woningen langs snelwegen overschreden. De kosten voor lokale aanpassingen liggen dan aanzienlijk lager (circa 0,5-2 miljard gulden).

Als Nederland na het NMP4-traject in 2010 maximaal emissiereductiebeleid inzet voor NO<sub>x</sub>, dan zal in 2015 onder ongunstige meteorologische omstandigheden voor nog slechts zo'n 100 huizen overschrijding plaatsvinden. De aanpassingskosten bij snelwegen liggen hier in de orde van nog (slechts) enkele tientallen miljoenen gulden. Als het maximale emissiereductiebeleid wordt voortgezet tot aan 2020, dan is in 2020 overschrijding van de norm niet meer waarschijnlijk. Op Vinex-locaties (Ypenburg, Delfgauw, Leidsche Rijn, Nesseland) is woningbouw gepland op relatief korte afstand van de snelweg. Of daadwerkelijk woningen binnen een overschrijdingsgebied zullen worden gebouwd, vergt een nadere analyse van stedenbouwkundige plannen.

## 4.5 Externe veiligheid

### *Ontwikkelingen in beleid en maatschappij*

In de afgelopen jaren is verontrusting ontstaan over de veiligheid in Nederland als gevolg van onder meer de rampen in de Bijlmermeer en Enschede. De commissie-Oosting concludeert dat de ramp in Enschede nooit in deze omvang had kunnen gebeuren als het bestaande veiligheidsbeleid zou zijn uitgevoerd en de bestaande regels waren gehandhaafd. Zij beveelt aan de handhaving te versterken, een compleet overzicht te maken van risicovolle situaties en een debat te organiseren over risicobeleving, risicoacceptatie en te voeren beleid. Om de externe veiligheid te verbeteren, lijkt een goede handhaving van de huidige wet- en regelgeving van meer belang dan het maken van nieuw beleid.

Inmiddels heeft het kabinet besloten de toegankelijkheid van technische informatie voor het bevoegd gezag te verbeteren door een projectdirectie Externe Veiligheid bij VROM en een Expertisecentrum Externe Veiligheid en Vuurwerk bij het RIVM op te richten. Daarnaast zullen de landelijke risiconormen wettelijk verankerd worden en wordt de eerste- en de tweedelijnsinspectie geïntensiveerd. Aan een volledig overzicht van mogelijk risicovolle situaties wordt gewerkt. Hiertoe wordt een landelijk register risicosituaties gevaarlijke stoffen ingesteld.

Het uitgangspunt van het NMP4-beleid is dat uiterlijk in 2004 niemand onvrijwillig mag worden blootgesteld aan een jaarlijkse overlijdenskans van meer dan één op de miljoen als gevolg van opslag, gebruik of transport van gevaarlijke stoffen. Volgens het NMP3 had dat doel in 2010 gerealiseerd moeten zijn (terwijl het NMP1 hetzelfde doel nog voor 2000 formuleerde). Op dit moment worden in Nederland tenminste 23.000 omwonenden in hun woonsituatie blootgesteld aan hogere risico's, waarvan 20.000 in situaties die te maken hebben met de luchtvaart. Daarnaast behoren spoorwegemplacements, LPG-tankstations, bedrijven die gevaarlijke stoffen gebruiken, opslaan of produceren, ammoniakkoelinstallaties en opslagen van bestrijdingsmiddelen, chemicaliën, vuurwerk en munitie tot de belangrijkste risicobronnen. De verwachting is dat 800-1000 bedrijven in 2004 niet aan de veiligheidseisen kunnen voldoen en zullen moeten worden gesloten.

Een ongeval waarbij meer dan tien doden tegelijk vallen, blijkt als een nationale ramp te worden ervaren. Nergens in Nederland mag volgens het NMP4 de kans op een ongeval met meer dan tien doden groter zijn dan eens in de 100.000 jaar, maar uitzonderingen kunnen door het bevoegd gezag worden toegelaten op basis van een maatschappelijke kosten-batenanalyse. Het NMP4 geeft aan dat voor het vervoer van gevaarlijke stoffen en voor de luchtvaart hogere risico's worden geaccepteerd. De kans dat ergens in Nederland bij een ongeval bij chemische bedrijven, luchtverkeer, wegtransport of spoorwegemplacements meer dan tien slachtoffers vallen, wordt – uitgaande van volledige handhaving van de vergunningen – geschat op ten minste eens in de 200 jaar. De ervaring met SE Fireworks leert dat de risico's bij onvolledige handhaving vele factoren hoger kunnen liggen. Vervoer van gevaarlijke stoffen en situaties bij spoorwegemplacements en luchtvaart leveren een veel grotere bijdrage aan het rampenpotentieel dan de gevaarlijke chemische bedrijven. Er zijn circa 40 locaties waar de oriënterende NMP-normen voor het vermijden van een ramp worden overschreden.

Voor luchthavens (Schiphol, Maastricht-Aachen, Rotterdam en Eelde) is de kans op een ongeval met meer dan tien slachtoffers onder de omwonenden berekend als eens in de 700 jaar; voor het wegtransport van gevaarlijke stoffen op eens in de 1500 jaar; voor chemische bedrijven op eens in de 3000 jaar; voor spoorwegemplacements op eens in de 25.000 jaar. Ter vergelijking: bij de bescherming van de kust is de risiconorm eens in de 100.000 jaar. De inschatting is dat de kans op een ramp in de laatste tien jaar enigszins is gestegen doordat gemeenten bij de bouw van nieuwe woningen en kantoren weinig rekening houden met de risicocontouren rond spoorwegen, wegen en luchthavens.

### ***Risiconormen***

Voor externe veiligheid worden verschillende risicomaten gehanteerd (tekstbox *Risicomaten*). Voor vaste installaties en het transport van gevaarlijke stoffen worden grenswaarden gehanteerd voor het individueel risico (IR). Voor bestaande situaties mag er geen bewoning zijn binnen de IR-contour van  $10^{-5}$  per jaar, voor nieuwe situaties niet binnen de IR-contour van  $10^{-6}$  per jaar.

Voor vaste installaties en voor het transport van gevaarlijke stoffen worden voor het groepsrisico landelijke normen gehanteerd, die echter een oriënterend karakter hebben.

## Risicomaten

### Individueel Risico

Het individueel risico is gedefinieerd als de kans per jaar dat een individu overlijdt als gevolg van blootstelling aan een agens. Deze definitie is goed houdbaar voor agentia die min of meer homogeen in het milieu zijn verdeeld en waarvan de gevolgen van blootstelling geen grote latentietijd hebben. Bij bijvoorbeeld kortdurende blootstelling aan zeer hoge doses ioniserende straling treedt het effect pas na zeer lange tijd op. Bij de beschrijving of kwantificering van het risico is dan een aanname nodig met betrekking tot het tijdstip waarop het effect wordt verondersteld te zijn opgetreden. Dit kan zowel het moment van blootstelling zijn als het moment van sterfte.

### Plaatsgebonden risico als variant van individueel risico

In het externe veiligheidsbeleid wordt het individueel risico onder andere gebruikt voor zoneeringsdoeleinden. Hiervoor is de bovenstaande definitie van het individueel risico minder geschikt. In het externe veiligheidsbeleid wordt daarom het individueel risico gedefinieerd als de kans dat een persoon die zich permanent op een bepaalde plaats bevindt, overlijdt. Recentelijk wordt hiervoor ook wel de term 'plaatsgebonden risico' gebruikt. Het plaatsgebonden risico kan worden weergegeven in lijnen van constant risico op een kaart: de risicocontouren. Het plaatsge-

bonden risico is een maat die zeer geschikt is voor de ruimtelijke ordening.

### Groepsrisico

Het groepsrisico geeft de kans weer op een ongeval met tenminste  $x$  slachtoffers. Dit is een zogenaamde tweedimensionale grootte, met 'de kans op' en 'het aantal slachtoffers' als variabelen. Het is een volumegrootte die de kans op een ongeval met meer dan  $x$  slachtoffers in de omgeving, als gevolg van een activiteit weergeeft.

### Verwachtingswaarde

De verwachtingswaarde is het gemiddelde aantal doden per jaar. Dit gemiddelde is over het algemeen hoog voor zogenaamde grote- kans-klein-gevolg ongevallen en klein voor de kleine- kans-groot-gevolg ongevallen, die in de externe veiligheid een rol spelen. Voor chronische blootstelling van de gehele bevolking aan een agens kan de verwachtingswaarde groot zijn.

### Risicogewicht

Het risicogewicht wordt alleen voor Schiphol gebruikt en is het product van het aantal vliegbevingen, de kans op neerstorten per beweging en het gemiddeld maximaal startgewicht. Hierin zijn niet de kenmerken van de omgeving meegenomen.

Het bevoegd gezag kan hiervan afwijken. Voor vaste installaties en spoorwegemplacements is de oriënterende waarde bepaald op een jaarlijkse kans van 1 op 100.000 voor 10 of meer slachtoffers en 1 op 10.000.000 voor 100 of meer slachtoffers. Voor het transport is de oriënterende waarde per kilometer tracé bepaald op een jaarlijkse kans van 1 op 10.000 voor 10 of meer slachtoffers en 1 op 1.000.000 voor 100 of meer slachtoffers. Voor luchthavens zijn de risiconormen nog in discussie. Deze hangen mede af van de wijze waarop het risicobeleid rond Schiphol geformuleerd zal worden.

## Risicoschattingen

Voor een beperkt aantal bedrijven is het op grond van het Besluit Risico's Zware Ongevallen (BRZO-1999) wettelijk verplicht om inzicht te geven in de risico's. De risicogegevens voor deze bedrijven zijn afkomstig uit de verplichte rapportages. De gebruikte risicogegevens voor de EVR-plichtige bedrijven in deze Milieubalans zijn maximaal twaalf jaar oud (terwijl volgens de regels elke vijf jaar een EVR – extern-veiligheidsrapport – moet worden overlegd). Behalve de bedrijven die vallen onder het BRZO, zijn er andere bedrijven die een risico veroorzaken. Voorbeelden zijn opslagen van chemicaliën en bestrijdingsmiddelen, LPG-tankstations en ammoniakkoelinstallaties. Voor deze

niet-rapportageplichtige bedrijven wordt veelal een generiek risicobeleid gevoerd. Momenteel wordt de reeds bestaande informatie gebundeld. Er is een verplichte registratie van deze bedrijven in voorbereiding.

Voor spoorwegemplacementen bestaat geen wettelijke verplichting tot het geven van inzicht in de risico's. Er zijn geen actuele gegevens beschikbaar: de risicogegevens zijn afkomstig uit analyses uitgevoerd begin jaren negentig.

Voor Schiphol is het risico voor het jaar 2000 in opdracht van het RIVM berekend door het NLR, op basis van de beschikbare gegevens over het gebruik van de luchthaven in 2000 (NLR, 2000).

De oriënterende waarde voor het groepsrisico wordt bij tien bedrijven overschreden. Het afwijkend aantal blootgestelden in vergelijking met de Milieubalans 2000 wordt voor zowel de EVR-plichtige bedrijven als voor de emplacements veroorzaakt door de bevolkingsontwikkeling rond deze inrichtingen.

Voor zover bekend heeft de uitbreiding van de stedelijke bebouwing in de afgelopen vijf tot tien jaar niet tot een hoger risiconiveau rond de rapportageplichtige bedrijven geleid, omdat deze bedrijven veelal op daarvoor ingerichte terreinen liggen en omdat over het algemeen de hand is gehouden aan de zonering rond deze bedrijven. Dit verklaart waarom het aantal blootgestelde personen binnen bijvoorbeeld de IR-contour van  $10^{-6}$  per jaar bij EVR-plichtige bedrijven kleiner is dan bij luchthavens, ondanks het grotere ruimtebeslag van EVR-plichtige bedrijven (*tabel 4.5.1*).

*Tabel 4.5.1 Het oppervlak (km<sup>2</sup>) in Nederland dat valt binnen de individuele risicocontouren van de EVR-plichtige bedrijven, spoorwegemplacementen, luchthavens en het transport over de weg, en het aantal mensen dat binnen deze contouren woont (peiljaar 2000).*

Risicobron	Individueel risico (per jaar)			
	> 10 <sup>-5</sup>	>10 <sup>-6</sup>	>10 <sup>-7</sup>	>10 <sup>-8</sup>
<b>Ruimtebeslag (km<sup>2</sup>)</b>				
EVR-plichtige bedrijven <sup>1)</sup>	26	83	212	489
Spoorwegemplacementen <sup>2)</sup>	-	3	17	62
Luchthavens <sup>3)</sup>	5	30	142	onbekend
Transport over de weg	-	21	580	1.500
<b>Aantal blootgestelde personen</b>				
EVR-plichtige bedrijven <sup>1)</sup>	20	630	22.000	150.000
Spoorwegemplacementen <sup>2)</sup>	-	3.200	39.000	160.000
Luchthavens <sup>3)</sup>	440	20.000	123.000	onbekend

1) Door de invoering van het BRZO-1999 moeten de bedrijven in 2001 een nieuw veiligheidsrapport indienen. Hierdoor zijn er in 2000 geen nieuwe gegevens beschikbaar gekomen.

2) Gebaseerd op gegevens Plan van Aanpak Goederen Emplacementen, 1991.

3) Voor Schiphol berekend door NLR, voor regionale luchthavens gebaseerd op gegevens Kadernota Algemeen Beoordelingskader Externe Veiligheid Luchthavens, 1998.

*Tabel 4.5.2 Schatting van het aantal niet-EVR-plichtige bedrijven inclusief vuurwerkopslagen en van het aantal bedrijven waar mogelijk personen wonen binnen de IR-contour van  $10^{-6}$  per jaar.*

Bedrijfstypen	Totaal aantal bedrijven	Aantal bedrijven met mogelijk personen in gebied met $IR > 10^{-6}$ per jaar
Vuurwerkopslagen:		
met minder dan 1 ton explosieven <sup>1)</sup>	2	
met 1-10 ton explosieven	136	de meeste
met 10-100 ton explosieven	54	27
met meer dan 100 ton explosieven	25	10
CPR-15 bedrijven	1.000	14
Ammoniakoelinstallaties	1.500	250
LPG-tankstations	2.200	1.500

1) Vuurwerkopslagen met een vergunning voor een bepaalde hoeveelheid opslag.

Er zijn veertien knelpuntemplacements waar zich overschrijding van de risiconormen voordoet of in de toekomst voor kan doen. Deze placements liggen veelal in steden waar de risico's in de afgelopen vijf tot tien jaar eerder zijn toe- dan afgenomen door nieuwbouw rond de placements.

Omdat er weinig specifieke gegevens zijn over het merendeel van de niet-rapportageplichtige maar wel risicoveroorzakende bedrijven, is voor deze groep alleen een indicatie te geven van het totale aantal bedrijven en van het deel dat mogelijk een bepaald risiconiveau overschrijdt (*tabel 4.5.2*).

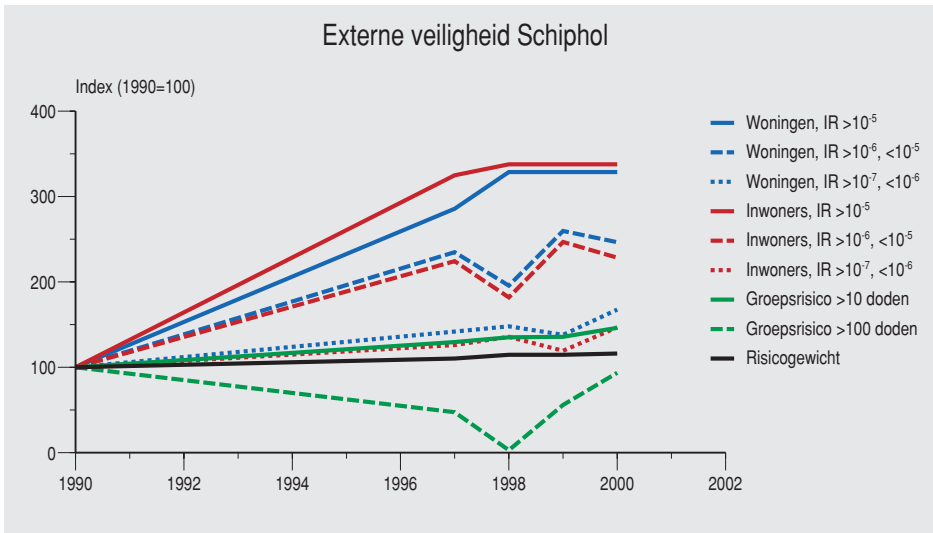
### **Groepsrisico**

Het groepsrisico is de meest gebruikte maat voor het rampenpotentieel van een activiteit. Het rampenpotentieel is de combinatie van de omvang van en de kans op een mogelijke ramp. Het is de enige maat die inzicht geeft in de mogelijke omvang van een ramp en de kans dat deze zich zal voordoen.

Figuur 4.5.2 geeft een beeld van de bijdrage van enkele grote risicodragende activiteiten aan het totale rampenpotentieel in Nederland. Daarbij is uitgegaan van volledige handhaving van de vergunningen. Het transport van gevaarlijke stoffen en het luchtverkeer leveren een veel grotere bijdrage aan het rampenpotentieel dan de EVR-plichtige bedrijven. De methode om het risico voor regionale luchthavens te berekenen wordt op dit moment herzien. Naar verwachting zal het aandeel van deze luchthavens in het totaal dalen. Bij spoorwegemplacements is de kans op een zeer grote ramp met meer dan 100 slachtoffers eens in de 50.000 jaar. Dat is aanzienlijk hoger dan de oriënterende risiconorm voor zo'n ongeval (eens in de 10.000.000 jaar per inrichting). Van vaarwegen zoals de Westerschelde bestaat een zeer kleine kans op een zeer groot ongeluk

### **Schiphol**

Voor Schiphol wordt de ontwikkeling van de externe veiligheidsrisico's afgemeten aan de situatie van 1990. Als maat voor de ontwikkeling van het risico werd in de PKB deel



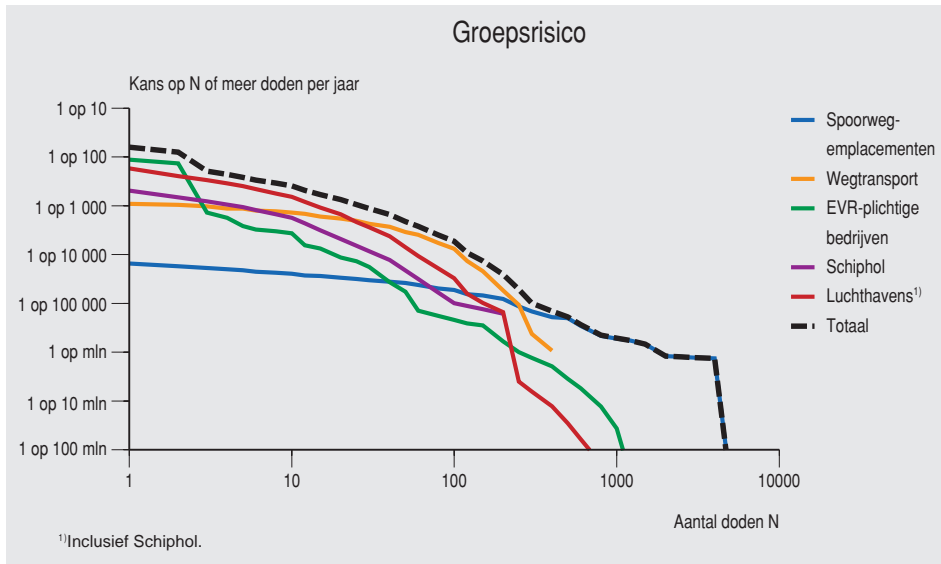
Figuur 4.5.1 De veiligheid rond Schiphol, uitgedrukt in het aantal huizen en inwoners binnen de Individueel-Risicocontouren, het Groepsrisico, en het risicogewicht, 1990-2000 (Bron: NLR, RIVM).

4 (1995) uitgegaan van de aantallen woningen binnen de Individueel-Risicocontouren  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$  en  $10^{-7}$ , alsmede van het zogenaamde gesommeerd gewogen risico binnen de  $10^{-5}$  en  $10^{-6}$  contour. Voor al deze risicoparameters heeft de situatie zich over de afgelopen tien jaar ongunstig ontwikkeld (figuur 4.5.1).

Zoals aangegeven in de Milieuverkenning 5 (2000) is de verwachting dat bij het gereedkomen van de vijfde baan de risicosituatie tijdelijk zal verbeteren, maar dat bij voortgaande groei van het aantal vliegbewegingen, alle risicoparameters, behalve het aantal woningen binnen de  $10^{-6}$  contour, weer boven het niveau van 1990 zullen uitstijgen.

Voor het afgelopen jaar blijkt de veiligheidssituatie rond Schiphol ongeveer gelijk te zijn aan de situatie in 1999, met dien verstande dat het aantal omwonenden binnen de risicocontouren enigszins is afgenomen, terwijl het groepsrisico is gestegen. Daarmee is de groep blootgestelden opnieuw iets kleiner geworden maar loopt deze groep wel een groter risico.

Het gebruik van de verschillende risicoparameters is de afgelopen jaren sterk aan verandering onderhevig geweest (In 't Veld, 2000). Het gesommeerd gewogen risico is in het Wetsvoorstel Wijziging Luchtvaartwet inmiddels vervallen en als nieuwe maat is het zogenaamde risicogewicht geïntroduceerd. Van de aantallen woningen is als maat alleen het aantal binnen de  $10^{-6}$  contour overgebleven. In de PKB is aangegeven dat nader onderzocht zou worden hoe het zogenaamde groepsrisico kan worden gekwantificeerd, zodat dit ook gehandhaafd kan worden. Het groepsrisico is de enige maat die de kans weergeeft op een vliegtuigongeluk met een groot aantal slachtoffers op de grond. Een internationaal panel van deskundigen heeft aangegeven dat de zogenaamde FN-curve



Figuur 4.5.2 Groepsrisico van verschillende activiteiten in Nederland.

voor dit groepsrisico een juiste maat is (figuur 4.5.2).

Het groepsrisico (de kans op een ramp met meer dan tien doden) lag in 2000 bijna 50% hoger dan in 1990. Eventuele omissies in het voor 1990 gebruikte woningbestand doen niets af aan de conclusie dat het groepsrisico toeneemt. De ontwikkeling van het groepsrisico hangt af van de ontwikkeling van de kans op een ongeval per vliegbeweging, het aantal bewegingen en het patroon van die bewegingen ten opzichte van de bebouwing in de omgeving. De verwachting is dat in de toekomst de verdere daling van de kans op een ongeval per vliegbeweging onvoldoende is om de groei van het aantal bewegingen te compenseren, zodat de totale kans op een ongeval bij Schiphol zal toenemen. Of daarmee ook de kans op een ramp zal toenemen hangt er vanaf of, als gevolg van het in gebruik nemen van de vijfde baan, het aantal bewegingen over het dichtbevolkte Amsterdam in absolute zin zal afnemen. Dit laatste is onzeker, vooral wanneer de omvang van het vliegverkeer de fysieke capaciteit van de luchthaven gaat benaderen.

In de PKB wordt beleid aangekondigd dat gericht is op de beperking van de geluidsproblematiek; dit beleid heeft ook gunstige gevolgen voor de veiligheid. In het voorstel voor de wijziging van de Luchtvaartwet wordt bovendien de instelling van een, ten opzichte van de PKB uitgebreidere sloopzone aangekondigd. Daarnaast zal blijkens het NMP4 de minister van VROM stappen ondernemen om het groepsrisico te beheersen door maatregelen in de sfeer van de ruimtelijke ordening in de omgeving. Het gaat daarbij echter om een partiële aanpak, omdat het gekozen vliegpatroon voor externe veiligheid niet meer wordt meegenomen en wat betreft het aantal vliegbewegingen alles afhangt van de daadwerkelijke implementatie van de aangekondigde begrenzing van het risicogewicht. Aangezien de bestaande bebouwing en een groot deel van de toekomstige bebouwing al vast liggen, kan met dit beleid daarom hooguit de toename van de kans op



een ramp worden afgeremd. Voor de beoordeling van de uiteindelijke effectiviteit van dit beleid is het groepsrisico de enige relevante maat. Echter, het groepsrisico lijkt als *maat* voor de kans op een vlieg-ramp steeds meer uit het zicht te verdwijnen:

- in de registratieplicht voor risicovolle situaties zijn luchthavens niet opgenomen;
- in artikel X van de wijziging van de Wet luchtvaart (2001) worden nog slechts grenswaarden aangekondigd voor de  $10^{-5}$ -contour voor het individueel risico, en
- in de richtlijnen voor Milieueffectrapportage (MER) Schiphol 2003 wordt gesteld dat in de MER voor het gesommeerd gewogen risico en het groepsrisico, zoals in de PKB was aangekondigd, geen berekeningen worden uitgevoerd.

### *Conclusie*

De recente rampen hebben geleerd dat de veronderstelde veiligheidscultuur in de daadwerkelijke taak- en verantwoordelijkheidsverdeling tussen overheden en bedrijfsleven niet werd waargemaakt. Tot nu toe zijn, voor zover bekend, door het bevoegd gezag (behalve in een enkel geval) geen consequenties verbonden aan overschrijdingen van risiconormen. Dat geldt eveneens voor overschrijdingen van de rapportagertermijn voor gevaarlijke inrichtingen. De praktijk laat zien dat het lastig is om lessen te trekken uit het verleden. Zo bleek het moeilijk de vuurwerkexplosie in Culemborg te vertalen in beleid. Zo is ook - na het jarenlang uitblijven van ongevallen met meelsilo's - na een uitspraak van de Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State (ABRvS, 29-06-1995, E03.94.0498) het verplicht aanbrenge van drukontlastingsvoorzieningen uit de Algemene maatregel van bestuur voor bakkerij-inrichtingen geschrapt. Dit veiligheidsvoorschrift is in het buitenland nog steeds van kracht.

Uit de maatschappelijke reacties op de rampen in de Bijlmermeer, Enschede en Volendam blijkt dat een calamiteit waarbij meer dan tien doden vallen veel ernstiger wordt opgevat dan wanneer er sprake is van tien ongevallen met elk één dode. Achteraf wordt de vraag gesteld hoe de risicosituatie zich zo heeft kunnen ontwikkelen. Om zulke rampen te voorkomen is een beleid gericht op beheersing van het groepsrisico essentieel. Daartoe is het nodig het groepsrisico te kennen. Echter, het groepsrisico dreigt als *maat* voor de kans op een vlieg-ramp steeds meer uit het zicht en daarmee uit de beleidsafweging te verdwijnen.



## 5 RISICO'S EN VEILIGHEID

### 5.1 Ontwikkelingen rond gezondheid en veiligheid

Na recente incidenten en rampen – zoals de legionella-uitbraak, de BSE-besmetting, de dioxinevervuiling, de Bijlmerramp, de vuurwerkramp te Enschede en de cafébrand in Volendam – is bij veel Nederlanders bezorgdheid ontstaan over de eigen veiligheid en gezondheid. Die zorg uit zich ook in het publieke debat over moeilijk aantoonbare, maar evenmin uit te sluiten gezondheidsrisico's die verband houden met wonen nabij hoogspanningsleidingen, GSM-apparatuur, genetisch gemanipuleerde organismen en hormoonversturende stoffen. Gezondheidsrisico's lijken in de maatschappij minder geaccepteerd te worden, en men stelt steeds meer de overheid en bedrijven aansprakelijk voor eventuele schade. Het beleid tendert steeds meer naar voorzorg. Erkend moet worden dat risico's nooit helemaal zijn uit te sluiten. Risicoschatting, -beleving en -acceptatie zijn nauw met elkaar verweven in de besluitvorming.

De toegenomen maatschappelijke aandacht voor risico's kan worden toegeschreven aan de toenemende aandacht hiervoor van de media, aan de toegenomen bezorgdheid over de relatie tussen gezondheid en milieukwaliteit en aan het afnemende vertrouwen in, met name door de overheid, verschaft informatie (Covello, 1995). Het resultaat van kwantificering van risico's levert niet dezelfde ordening als ordening naar beleving van risico's.

Risico is meer dan een getal: onzekerheid en subjectieve elementen bepalen de beoordeling van de risico's sterk. Die beoordeling hangt onder andere af van de invloed die men zelf kan uitoefenen, van de vrijwilligheid van de blootstelling, van de herkenbaarheid van een gebeurtenis, van de mate van onzekerheid van wetenschappelijke kennis en van het vertrouwen in de informatiebron. Zo wordt een ongeval met tien doden maatschappelijk erger gevonden dan tien ongevallen met één dode, en kan iemand die een gevaarlijke sport beoefent toch heel afwijzend staan tegenover de geringe risico's van bestrijdingsmiddelenresten in voeding.

Risicoschattingen door experts worden in het debat steeds meer opgevat als een van de vele aspecten van het begrip 'risico' (Gezondheidsraad, 1996; Otway, 1982). Er zijn inderdaad verschillende manieren om risico's te kwantificeren en te vergelijken. Helaas is er niet één methode die recht doet aan de verschillende manieren waarop beleid, wetenschap en maatschappij het begrip risico hanteren. Veel gebruikte methoden zijn enerzijds kwantitatieve schattingen die van verschillende eindpunten uitgaan (sterfte, ziektelast) eventueel uitgebreid met een kosteneffectiviteitsanalyse; anderzijds de acceptatie/perceptiebenadering waar ook een kosten-batenanalyse aan kan worden toegevoegd. Meer concreet gaat het om: het bepalen van de kans op sterfte en vergelijking met een maximaal toelaatbaar sterfterisico; het bepalen van de ziektelast in de bevolking en onderlinge vergelijking van factoren (waaronder de milieukwaliteit) die deze

veroorzaken; het in geld uitdrukken van de potentieel te winnen gezonde levensjaren en het afwegen daarvan tegen de kosten van (preventief) risicobeleid; het inventariseren van de bezorgdheid en acceptatie van risico door de bevolking.

Deze verschillende manieren van kwantificering leiden in de regel tot verschillende rangordes voor de ernst van de risico's en voor de aanvaardbaarheid van activiteiten waar die risico's uit voortkomen.

De Nederlander leeft nu langer en gezonder dan ooit. Over de afgelopen 150 jaar bezien is dit voor een groot deel te danken aan een goed beheer van omgevingsfactoren (bijvoorbeeld riolering, centrale drinkwatervoorziening), preventieve activiteiten (vaccinaties), de toegenomen welvaart, en verbeterde voeding en arbeidsomstandigheden.

De gezondheidstoestand wordt bepaald door vele factoren, waar milieuverontreiniging er één van is. De invloed van de afzonderlijke factoren is hierbij moeilijk te ontrafelen. Leefstijlfactoren, zoals roken en alcoholgebruik, maar ook de sociaal-economische status, hebben een grotere invloed op de gezondheid dan milieuverontreiniging. Op basis van de huidige kennis over gezondheidsrisico's van milieuverontreiniging wordt geschat dat het aan het fysieke milieu toe te schrijven gezondheidsverlies ongeveer 2-5% van de totale ziektelast in Nederland bedraagt (RIVM, 2000). Luchtverontreiniging, UV-straling, geluid, een ongezond binnenmilieu en microbiële verontreiniging van water en voedsel dragen hier relatief sterk aan bij. Hierbij worden wettelijke normen overschreden. Van veel stoffen, agentia en factoren is nog slechts weinig bekend. Zo kunnen de mogelijke gezondheidsrisico's van klimaatverandering nog niet worden ingeschat.

Aan diverse soorten risico's zijn in het milieubeleid maximaal toelaatbare grenzen gesteld. Kwantitatieve risicoschattingen staan daarbij centraal. Deze kwantitatieve schattingen worden ook gebruikt om het beleidsrendement te beoordelen en om kosten-batenanalyses uit te voeren.

## 5.2 Risicobeleid in historisch perspectief

### *Een eeuw gezondheidsbescherming*

Tot in de tweede helft van de 19e eeuw was de kindersterfte groot. Bijna de helft van de kinderen stierf vóór het vijfde levensjaar. De levensverwachting lag rond de 35 jaar. Infectieziekten als cholera, tyfus, pokken en tuberculose eisten vele slachtoffers. Het ontbreken van voorzieningen voor veilig drinkwater en (gesloten) riolen, nauwe en slechte behuizing en gebrekkige voeding verschaften de infectieziekten alle kans; met name in de steden wisselden de epidemieën elkaar af.

Vanaf het begin van de 20ste eeuw is de gezondheidsbescherming steeds meer vooruitgegaan. Vooral de milieuhygiënische ingrepen, vaccinatieprogramma's en verbetering van de voeding hebben voor een enorme winst in levensverwachting gezorgd. De

geneeskunde werd eerst na de Tweede Wereldoorlog een echt belangrijke factor voor de volksgezondheid, vooral waar het gaat om de kwaliteit van leven en het uitstellen en verminderen van de beperkingen van chronische aandoeningen van de oude dag.

De positieve gevolgen van de industriële, economische en maatschappelijke ontwikkelingen voor de volksgezondheid kenden ook een keerzijde. Als gevolg van het beschikbaar en betaalbaar zijn van tabaksproducten begon langzaam maar zeker de incidentie van longkanker op te lopen bij mannen, veel later ook bij vrouwen. In 1952 werd Londen getroffen door de eerste goed gedocumenteerde periode van smog waaraan vele duizenden mensen stierven. Het risicodenken ontstond, waarbij niet alleen kortetermijnrisico's in beeld werden gebracht, maar er ook steeds meer aandacht uitging naar lange-termijn- en wereldomspannende risico's.

In de afgelopen dertig jaar is er zeer veel werk verricht om methoden te ontwikkelen voor kwantitatieve risicoanalyses. Niettemin zijn nog steeds slechts voor minder dan 15% van de industrieel geproduceerde stoffen enige gegevens beschikbaar die bij kunnen dragen aan het inschatten van de milieurisico's van die stoffen. Voor het overgrote deel van de stoffen zijn er geen of vrijwel geen gegevens. Recentelijk is in Nederland besloten om dit enorme tekort aan gegevens binnen één generatie te gaan dichten door middel van de vernieuwing van het stoffenbeleid: de Strategie Omgaan Met Stoffen. In het kader van de Europese Unie (EU) worden vergelijkbare acties voorbereid. Over de haalbaarheid van de beleidsambitie heeft de industrie twijfels geuit.

### *Naar een uniform risicobeleid*

Als gevolg van enkele grote rampen in de chemische industrie (Flixborough, Beek, Los Alphaques, Bhopal, Seveso) ontstond eind jaren zeventig, begin jaren tachtig belangstelling voor de mogelijke gevolgen van ongelukken. Omdat de schaal van de gevolgen van industriële rampen zorgen begon te baren, werd in Nederland beleid geformuleerd op het gebied van externe veiligheid.

Het beheersen van de externe veiligheidsrisico's was er vooral op gericht om de kans op een ramp te verkleinen via operationele veiligheidseisen in vergunningverlening en in aanpassingen in de ruimtelijke ordening. De beslissing over een activiteit waaraan risico's waren verbonden, werd tot dan toe per geval, en vaak voor de Raad van State, afgewogen. Het te ontwikkelen beleid had behoefte aan een meer uniform en routinematig toe te passen systeem. Er werd gekozen voor een systeem gebaseerd op kwantitatieve risicoanalyse, naar analogie van wat destijds in de nucleaire industrie en in de luchtvaartindustrie al gemeengoed was geworden. In deze gedachtelijn worden de kansen op en de omvang van mogelijke rampen berekend en beoordeeld op aanvaardbaarheid, aan de hand van vooraf gestelde normen. Daarbij was de evenwichtigheid ten opzichte van andere beleidsterreinen (normstelling milieugevaarlijke stoffen, waaronder kankerverwekkende stoffen) een belangrijk vraagstuk. In Omgaan met Risico's (Tweede Kamer, 1985-1986 en 1988-1989) stond de regering voor alle risico's in het milieubeleid eenzelfde aanpak voor als voor de inrichtingen met gevaarlijke stoffen: een aanpak gebaseerd op toetsing van gekwantificeerde risico's aan een normenstelsel.

In de aanpak van het risico werden drie zones onderscheiden: een zone waarin het risico onaanvaardbaar genoemd wordt, gemarkeerd door het Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR); een zone waarin reductie wenselijk is; een zone waarin het risico als verwaarloosbaar (VR) wordt beschouwd en die als streefwaarde wordt gebruikt.

Voor de externe veiligheid werden de begrippen individueel en groepsrisico geïntroduceerd en voor deze grootheden werden de grenzen tussen de drie zones kwantitatief aangegeven:

- Het individueel risico werd gedefinieerd als de kans dat een persoon die zich permanent op een bepaalde plaats bevond, zou overlijden als gevolg van een ongeval.
- Het groepsrisico werd gedefinieerd als de kans dat bij een ongeval tenminste een bepaald aantal personen zou overlijden.

Voor het individueel risico werd de onaanvaardbaarheidsgrens gelegd op een jaarlijkse overlijdenskans voor een individu van een op de miljoen ( $10^{-6}$  per jaar) en de verwaarloosbaarheidsgrens bij een kans van een op de honderd miljoen ( $10^{-8}$  per jaar). Ook aan het groepsrisico werden grenzen gesteld. Dit alles leidde tot een relatief snelle reductie van risico's rond potentieel gevaarlijke inrichtingen.

De normering van milieugevaarlijke stoffen vond tot dan toe niet plaats in termen van risico, maar in termen van toelaatbare concentratie in water, bodem of lucht. Na de nota *Omgaan met Risico's* werd ook voor milieugevaarlijke stoffen de verwaarloosbaarheidsgrens voor de gezondheid gelijkgesteld aan een overlijdenskans van  $10^{-8}$  per jaar; voor stoffen zonder drempelwaarde (kankerverwekkende stoffen) werd het MTR gelijkgesteld aan een overlijdenskans van  $10^{-6}$  per jaar. Voor stoffen met een drempelwaarde (het niveau waaronder geen effecten optreden) geldt de gezondheidskundige advieswaarde als MTR. De aard van het effect (sterfte, ziekte) en de zeggingskracht van het beschikbare onderzoek worden in de bepaling van de advieswaarde betrokken. Dat verklaart bijvoorbeeld dat voor micro-organismen in drinkwater een norm geldt van slechts één geïnfecteerde per 10.000 inwoners per jaar.

Zolang een vastgestelde norm zonder hoge kosten kon worden gehaald, was er geen implementatieprobleem. In gevallen dat de kosten wél hoog waren, werd de vraag gesteld of het werkelijke risico wel hoger was dan de verwaarloosbaarheidsgrens en of het gezien de kosten niet verantwoord zou zijn een niveau te aanvaarden dat dichterbij het MTR zou liggen.

Er ontstond een situatie waarin aanvankelijk van de overheid werd gevraagd de risico's op een doorzichtige en voorspelbare manier te beheersen. Naast de toetsing van risicoschattingen aan MTR en VR werd het later ook noodzakelijk de economische consequenties in de risicobeoordeling te betrekken. Tenslotte schafte het parlement de verwaarloosbaarheidsgrens voor externe veiligheid af. Op dit moment worden in Nederland tenminste 23.000 inwoners blootgesteld aan een hogere jaarlijkse overlijdenskans door ongevallen met gevaarlijke stoffen en door luchtvaart dan de norm van

een op de miljoen mensen per jaar. De verwaarloosbaarheidsgrens bij normstelling van milieugevaarlijke stoffen bleef wel bestaan, maar ook op dit beleidsterrein zijn er voorbeelden waarbij risico's worden geaccepteerd die daar ruim boven liggen, zoals bij radon in woningen.

### 5.3 Risicobeleving

Voor de burger zijn niet alleen kwantitatieve schattingen maatgevend maar spelen bij de beoordeling van sterfterisico's in de praktijk van alledag ook kenmerken mee als de mate van vrijwilligheid van blootstelling, de bijdrage aan de gewenste persoonlijke levensstijl en de mate waarin risico's individueel beïnvloedbaar zijn (*tabel 5.3.1*). Vergeleken met de min of meer vrijwillige risico's van bijvoorbeeld deelname aan het verkeer, lijken de onvrijwillige risico's die veroorzaakt worden door opslag, transport of gebruik van gevaarlijke stoffen in Nederland over het algemeen beperkt. In de praktijk beoordeelt niet iedereen dat zo. Beleving en feitelijke risicoschattingen komen blijkbaar niet overeen.

Het beoordelen en beheersen van risico's vergt per definitie het omgaan met onzekerheden. Enerzijds gaat het om een kans, anderzijds is ook die kansberekening onzeker. Het risico voor een roker om longkanker te krijgen, is vrij precies aan te geven: 10%. Andere risico's zijn minder zeker, bijvoorbeeld omdat ze gebaseerd zijn op proefdiergegevens of op kwalitatieve noties (BSE kan op de mens worden overgedragen en de ziekte van Creutzfeldt-Jacob veroorzaken). Over sommige risico's ontbreken eenvoudig nog te veel gegevens om een onbetwiste uitspraak te kunnen doen (bijvoorbeeld over de risico's van elektromagnetische straling, hormoonverstorende stoffen, straling van mobiele telefoons en genetisch gemanipuleerde organismen). In zulke onzekere situaties leiden verschillen in risicohouding en belangen tot uiteenlopende risicobeoordelingen en is het gevaar van miscommunicatie groot. Het blijkt dan vaak lastig om te komen tot een transparante besluitvorming die gedragen wordt door de belanghebbende partijen.

*Tabel 5.3.1 Enkele risicokenmerken en de wijze waarop ze de bezorgdheid en acceptatie van risico's beïnvloeden (Fischhoff et al., 2000; Gezondheidsraad, 1996; Lowrance, 1976; Otway, 1982; Sjöberg, 1994; Slovic, 2000).*

Factoren van invloed op risicoperceptie en acceptatie	Leidt tot meer bezorgdheid, en minder acceptatie	Leidt tot minder bezorgdheid, en meer acceptatie
Vrijwilligheid van blootstelling	onvrijwillig	vrijwillig
Individuele beheersbaarheid	gering	groot
Informatiebron	onbetrouwbaar	betrouwbaar
Aard van de gebeurtenis	technisch, 'man-made'	natuurlijke oorzaak
Waarneembaarheid	niet-waarneembaar	waarneembaar
Bekendheid met risico	gering	groot
Type gebeurtenis	ramp <sup>1)</sup>	diffuus <sup>2)</sup>
Herkenbaarheid van de betrokkenen	groot	'anoniem'
Media-aandacht	veel, emotioneel	weinig, zakelijk

1) Groot aantal betrokkenen in één keer.

2) Betrokkenen verspreid in tijd/ruimte.

## 5.4 Risicovergelijking

Afhankelijk van het beleidskader, het wetenschapsdomein of sociaal-maatschappelijke belangen worden verschillende risicokenmerken betrokken in de beoordeling, vergelijking en acceptatie van risico's. Er worden in de beleidspraktijk verschillende maten en methoden gebruikt om risico's te beoordelen.

In het *milieubeleid* is de risicomaat 'sterftekans' van dominant belang bij het bepalen van normen voor straling, externe veiligheid en milieugevaarlijke stoffen.

Het *volksgezondheidsbeleid* is vooral gericht op verhoging van de gezonde levensverwachting (leven zonder beperkingen in functioneren) en op verlaging van de ziektelast in de bevolking. Het accent ligt daarbij steeds meer op het verbeteren van de kwaliteit van leven. Ziekteelast of gezondheidsverlies kan worden uitgedrukt in bijvoorbeeld 'Disability Adjusted Life Years' (DALY's). In deze maat zijn drie belangrijke aspecten van de volksgezondheid verdisconteerd: het verlies aan levensduur door vroegtijdige sterfte, de aantasting van de kwaliteit van leven door ziekte en het aantal personen dat een effect ondervindt. De DALY is een effectmaat waarmee verschillende (geconstateerde of geschatte) effecten van milieufactoren geaggregeerd kunnen worden die qua aard en gezondheidskundige ernst uiteenlopen.

Door verschillende risicomaten, kenmerken en wegingen te hanteren, leiden kwantitatieve risicovergelijkingen vaak tot verschillende uitkomsten. Dit belemmert een evenwichtige integrale afweging van maatschappelijke kosten en baten en bemoeilijkt de risicocommunicatie. In tabel 5.4.1 zijn de risico's en effecten van een aantal risicobronnen vergeleken op basis van het verwachte aantal sterfgevallen per jaar, de overschrijding van het MTR en de geschatte ziektelast in de Nederlandse bevolking uitgedrukt in DALY's. Het gaat hier niet om een terreindekkende risicovergelijking, maar om enkele voorbeelden die illustreren dat risicovergelijkingen op basis van slechts één of enkele risicomaten een te beperkt beeld geven. In de tabel zijn ook voorbeelden van risico's opgenomen die niet tot de milieurisico's worden gerekend. Daarbij moet aangetekend worden dat het bij een vergelijking van milieurisico's met meer vertrouwde risico's (als onderdeel van risicocommunicatie) de voorkeur verdient om 'gelijksoortige' risico's te vergelijken. Zo dienen onvrijwillige milieurisico's vergeleken te worden met andere onvrijwillige risico's (bijvoorbeeld een vergelijking van luchtverontreiniging met passief roken en niet met actief roken).

Prioritering op basis van jaarlijkse sterfte of ziektelast in de bevolking levert niet hetzelfde beeld op als prioritering op basis van verwacht aantal doden per jaar. Bij gebruik van DALY's komt verkeer bovenaan omdat sterfte op jonge leeftijd zwaarder telt en de last van de gewonden aanzienlijk is. Uit de tabel blijkt dat het gebruik van het MTR een te beperkte reikwijdte heeft om de verschillende milieugerelateerde risicobronnen te vergelijken. Het is niet toepasbaar voor blootstelling aan 'mengsels' zoals bij 'passief roken' (met meer dan 3500 verschillende stoffen in tabaksrook) of 'vocht in woningen' (met een combinatie van mijt- en schimmelallergeen en toxinen als veroorzakers van



Tabel 5.4.1 Rangschikking van risicobronnen op basis van sterftekans en geschatte ziektelast in de Nederlandse bevolking (RIVM, 2000a; de Hollander et al., RIVM, 1999; RIVM, 200b).

Rangschikking op basis van verwacht aantal doden per jaar	Rangschikking volgens geschatte ziektelast (aantal DALY's)
Grootschalige luchtverontreiniging <sup>1)</sup>	Verkeer <sup>2)</sup>
Verkeer <sup>2)</sup>	Grootschalige luchtverontreiniging <sup>1)</sup>
Radon in woningen <sup>1)</sup>	Passief roken <sup>2)</sup>
Passief roken <sup>2)</sup>	Geluid <sup>2)</sup>
Geluid <sup>2)</sup>	Radon in woningen <sup>1)</sup>
PAK's <sup>3)</sup>	Vocht in woningen
Ongevallen met gevaarlijke stoffen <sup>1)</sup>	PAK's <sup>3)</sup>
Vocht in woningen <sup>2)</sup>	Ongevallen met gevaarlijke stoffen <sup>1)</sup>
Dioxine <sup>3)</sup>	Dioxine <sup>3)</sup>

1) Overschrijding MTR aan de orde.  
 2) MTR niet van toepassing.  
 3) Risico's min of meer gelijk aan MTR.

gezondheidseffecten). Prioritering op basis van kwalitatieve risicokenmerken als genoemd in tabel 5.3.1 is nog niet mogelijk wegens het ontbreken van gegevens.

## 5.5 Risicobeoordelingen in de beleidspraktijk

Ook in het afgelopen jaar zijn zowel in Nederland als in de EU afwegingen gemaakt tussen economische belangen en de beheersing van risico's voor gezondheid en ecosystemen. Zo besloot het kabinet tot een verbod op het gebruik van met koperverbindingen verduurzaamd hout en koperhoudende antifouling (algenaangroeiwerende scheepsverven), waardoor mogelijk 3000 banen verloren gaan (VHIN, 2001).

Het voorstel van de Europese Commissie om binnen twintig jaar het gegevenstekort over tienduizenden chemische stoffen te repareren, kost naar schatting ruim 2 miljard euro (EC, White paper, 2001). Dit voorstel werd gedaan ondanks dat de verwachte baten in de vorm van verminderde sterftekansen en minder chronische ziekten en allergieën niet kunnen worden aangegeven. Dit is per definitie niet mogelijk, omdat de gegevens nu eenmaal ontbreken.

Om de gezondheidsrisico's door BSE te voorkomen, besloten de EU-ministers tot een aanzienlijke verscherping van de controle-eisen op vee. De kosten van testen, vernietigen en opkopen van vee in de EU bedragen 5-10 miljard euro. In Europa zijn tot dusverre meer dan 100 gevallen van Creutzfeldt-Jacob geconstateerd.

### *Dioxine*

De dioxineproblematiek kwam weer in de belangstelling te staan door dioxinevondsten in kippenvoer. De dioxinevervuiling is in Nederland sinds eind jaren tachtig sterk verminderd, vooral door het afdwingen van kostbare maatregelen bij afvalverbrandingsin-

stallaties. Hierdoor vindt er minder ophoping plaats van deze stoffen in de voedselketen en daalt de belasting van de mens. De niveaus van de meeste dioxineachtige stoffen zijn bijna teruggebracht tot het achtergrondniveau. Dioxineachtige stoffen kunnen zich via de voeding ophopen in het vetweefsel van mensen. Bij vrouwen die borstvoeding geven, is moedermelk een belangrijke route voor de belasting door en de uitscheiding van deze stoffen. Sinds 1988 zijn de niveaus van zowel dioxinen als PCB's in moedermelk gehalveerd.

### *Hoogspanningsleidingen*

De besluitvorming rond mogelijke risico's van hoogspanningsleidingen en GSM-apparatuur is nog niet afgerond. Sinds 1979 hebben vele onderzoekers en commissies in binnen- en buitenland het verband onderzocht tussen blootstelling aan magnetische velden van hoogspanningslijnen en het optreden van leukemie bij kinderen. In maart 2000 concludeerde de Gezondheidsraad dat "er sprake is van een redelijk consistente associatie tussen het vóórkomen van leukemie bij kinderen en het wonen in de nabijheid van bovengrondse elektriciteitslijnen". Uit onderzoek is echter niet bekend op welke manier magnetische velden leukemie zouden kunnen veroorzaken. Er is daarom nationaal en internationaal veel discussie over een al of niet mogelijk oorzakelijk verband.

Als van een oorzakelijk verband wordt uitgegaan, dan wordt het aantal extra gevallen van leukemie bij kinderen in de buurt van bovengrondse hoogspanningslijnen geschat op maximaal 0,2 tot 1 per jaar, op een totaal van circa 110 nieuwe gevallen van kinderleukemie per jaar. Op dit moment wordt voor het invloedsgebied van hoogspanningsleidingen een zone gehanteerd van 30 meter aan weerszijde van de lijnen. De minister van VROM overweegt momenteel het bestaande beleid voor hoogspanningslijnen aan te scherpen.

## **5.6 Conclusie**

In het NMP4 wordt een gezonde en veilige leefomgeving als beleidsambitie geformuleerd. Dit betekent dat lucht, water en bodem, maar ook voeding en drinkwater zo veilig moeten zijn dat de risico's om hier ziek van te worden of hier dood aan te gaan op een verwaarloosbaar niveau uitkomen. Ook aan de risico's van calamiteiten worden daarbij grenzen gesteld. Gezien de huidige overschrijding van deze verwaarloosbare risico-niveaus en lokaal zelfs overschrijding van onaanvaardbaarheids grenzen bij calamiteiten zal deze ambitie een extra beleidsinspanning vergen. Vooral handhaving en naleving van bestaande regelgeving kan hier een substantiële bijdrage leveren. Om ook op de lange termijn gezondheid en veiligheid te kunnen bieden, wordt in het NMP4 een beleidsvernieuwing aangekondigd. Daarbij moet de integrale afweging van economische, ecologische en sociale belangen een belangrijke rol spelen. Er ontstaat meer behoefte aan kwantificering van risico's en aan toetsing van de beleidseffectiviteit. Speciale aandacht vraagt de beleidsondersteuning inzake de niet beoordeelde chemische stoffen (non-assessed chemicals) en de zogeheten 'unknown unknowns' (de zich aandienende maar nog onbekende, mogelijk gezondheidsbedreigende milieufactoren).

De beleidsambities van het NMP4 sluiten goed aan bij het moderne risicodenken, zoals bijvoorbeeld beschreven door de Amerikaanse National Academy of Science (*Understanding Risk; Informing Decisions in a Democratic Society*, NRC 1996) en in recente Gezondheidsraadrapporten. Om het afnemende vertrouwen in de overheid als beoordeelaar en handhaver bij het toelaten van riskante activiteiten te herstellen, is het noodzakelijk dat het klassieke, op kwantitatieve risicoschattingen gebaseerde beleid wordt uitgebreid met risicoanalyses die ook aandacht besteden aan gevoelens en aan houdingen van bevolking en belangengroepen. Risicocommunicatie wordt een essentieel middel om tot een breed gedragen risicobeoordeling te kunnen komen.



## 6 DUURZAME ONTWIKKELING

In 1992 hebben regeringsleiders en milieuministers in de verklaring van Rio de Janeiro over milieu en ontwikkeling vastgelegd dat milieubescherming en een rechtvaardige verdeling van inkomens en milieurisico's integrale bestanddelen vormen van een duurzame ontwikkeling. Hiermee verbonden de landen zich aan een wereldwijde duurzame ontwikkelingsstrategie: Agenda 21. In 2002 komen regeringsleiders en milieuministers in Johannesburg opnieuw bijeen om de balans op te maken. Ter voorbereiding werken alle landen een eigen duurzaamheidsstrategie uit. Dit laatste hoofdstuk van de Milieubalans beoogt aan te geven wat bereikt is en welke spanningen er bestaan tussen de verschillende dimensies van duurzaamheid: economie, ecologie en sociale rechtvaardigheid.

### *Balans van de vorige eeuw*

In de afgelopen eeuw is de wereldbevolking meer dan verdubbeld. Het gemiddelde inkomen per hoofd verzesvoudigde, net als het energie- en materiaalengebruik. De verschillen tussen arm en rijk verdubbelden. Het areaal natuurgebied nam met 30% af en het door de mens gecultiveerde areaal nadert de helft van de landoppervlakte (RIVM, 2000). Landbouwgronden bestaan vooral uit monoculturen. Meer dan de helft van de visgronden wordt volledig geëxploiteerd of zelfs overgeëxploiteerd.

### *De sociale dimensie*

Duurzame ontwikkeling is meer dan het zoeken naar een langetermijnevenwicht tussen milieu en economie. Solidariteit met toekomstige generaties is wellicht nog moeilijker te effectueren dan solidariteit met generatiegenoten. De sociale ongelijkheid in de wereld is in de afgelopen eeuw verdubbeld als gekeken wordt naar de inkomensverhouding tussen OECD-landen en landen als China en India. Circa 20% van de wereldbevolking is nu ondervoed en moet leven van minder dan één dollar per dag. Bijna 25% van de wereldbevolking is analfabeet en een derde van de wereldbevolking heeft geen toegang tot gezondheidszorg (Gladwin, 1995). Daarnaast bestaat er een grote ongelijkheid in de toegang tot (technologische) kennis.

### *Duurzaamheid en de rol van overheden*

Duurzame ontwikkeling kan worden opgevat als het vermijden van toekomstige problemen als:

- uitputting van niet-vernieuwbare voorraden, het plegen van roofbouw op vernieuwbare natuurlijke hulpbronnen en accumulatie van stoffen in bodem, water, voedselketens en atmosfeer (tezamen de ecologische invalshoek);
- maatschappelijke ontwrichting door ongelijkheid, onvrijheid en het ontbreken van solidariteit (de sociale invalshoek).

Vaak zijn zulke problemen lang onzichtbaar omdat ze zich voordoen in andere delen van de wereld of pas (onomkeerbaar) optreden na jarenlange uitputting van de buffercapaciteit van systemen.

Individuele kortetermijnbelangen kunnen strijdig zijn met de bescherming van collectieve belangen op de lange termijn. Het denken in termen van duurzaamheid vraagt niet alleen om het verbreden van de ecologische tijd- en ruimtehorizon, maar ook om zicht op de rechtvaardigheid van het milieu- en natuurbeleid. Wie betaalt de rekening en wie profiteert? Wie ondervindt de meeste milieurisico's?

Het grote probleem blijft hoe in een liberaliserende en globaliserende samenleving – met een afnemende rol van nationale overheden en een toenemende invloed van multinationalaal opererende bedrijven – duurzaamheid bereikt kan worden. En: hoe kunnen internationale en nationale milieu- en natuurwaarden (zoals onder andere vastgelegd in internationale afspraken over emissiereducties en behoud van unieke soorten en landschappen) worden beschermd als de afwegingen tussen economie en ecologie steeds meer worden gedecentraliseerd naar het lokale niveau en ingevuld door convenanten met het bedrijfsleven?

De niet direct zichtbare duurzaamheidsproblemen vragen een structurele institutionele regeling. Zo moet worden voorkomen dat gemaakte democratische afwegingen weer snel (even democratisch) ongedaan worden gemaakt. Kortom: duurzaamheidsvragen vergen een duurzame regeling; zoals bijvoorbeeld bij de afschaffing van de kinderarbeid.

## 6.1 Indicatoren voor duurzame ontwikkeling

Bij de keuze van indicatoren voor duurzame ontwikkeling gaat het erom een goed evenwicht te vinden tussen indicatoren die het uiteindelijke doel goed beschrijven (zoals natuurwaarde, gezondheid, inkomensgelijkheid, veiligheid) én daarvan afgeleide indicatoren die snellere veranderingen laten zien (zoals concentraties, emissies en procentuele mutaties in economie en energie- en materialengebruik). Als de afgeleide indicatoren domineren in het beleidsdebat, kan – terwijl emissies dalen of minder snel stijgen dan het bruto binnenlands product (BBP) – de kwaliteit van natuur en milieu toch achteruitgaan. Sturing op afgeleide grootheden geeft weliswaar een positieve boodschap, maar brengt duurzaamheid niet zonder meer dichterbij.

De keuzes die gemaakt worden tussen economische continuïteit, ecologische stabiliteit en sociale rechtvaardigheid verschuiven in de loop van de tijd. Waar tien jaar geleden milieubescherming nog van een hogere orde werd geacht dan economische belangen (net als destijds de ethische bezwaren tegen kinderarbeid zwaarder wogen dan economische belangen), gaat het nu veeleer om een afweging van belangen zoals die ook jaarlijks wordt gemaakt bij de invulling van het begrip 'rechtvaardige inkomensverdeling'. Participatie in de besluitvorming wordt daarbij steeds meer gezien als een voorwaarde voor invulling van het begrip rechtvaardige verdeling. Daarnaast lijkt ook de sociale verdeling van milieurisico's een nieuw aandachtspunt te worden, evenals de mate waarin buitenlandse investeringen, internationale handel, toerisme en ontwikkelingssamenwerking invloed hebben op duurzaamheid in het buitenland.

Het blijkt lastig, zo niet onmogelijk, om alle economische, sociale en ecologische doelstellingen onder één gezamenlijke noemer (bijvoorbeeld geld) te brengen. Vaak kunnen niet alle doelen tegelijk worden gerealiseerd en gaat het om een uitruil: zo worden bij de afweging tussen economische continuïteit en sociale rechtvaardigheid vaak BBP-groei en inkomensverdeling tegen elkaar afgewogen. In de leidraad van het kabinet voor de beoordeling van rijksprojecten wordt gesteld dat wanneer monetarisering van ecologische effecten niet goed mogelijk is, in de afwegingen, de milieueffecten in fysieke termen moeten worden meegenomen (CPB/NEI, 2000). Maar ook dan gaat het vaak om ongelijksoortige milieuaspecten waarvoor niet één maat bestaat: zo kunnen natuurwaarden, gezondheidsrisico's en de beleving van omgevingskwaliteit niet zonder een subjectieve weging bij elkaar worden opgeteld.

De verschillende indicatoren in de rest van dit hoofdstuk schetsen een beeld van de prestaties van Nederland op het gebied van duurzaamheid. Begonnen wordt met een internationale vergelijking; vervolgens wordt gekeken naar de verschuivingen die binnen Nederland hebben plaatsgevonden tussen de economische, de ecologische en de sociale kapitaalvoorraden; en tot slot wordt aandacht besteed aan de bijdragen van bedrijven en consumenten aan een duurzame ontwikkeling.

#### **Duurzaam nationaal inkomen als ultieme indicator?**

Het nationaal inkomen wordt gebruikt als een van de indicatoren voor de toestand van de economie. Als indicator voor een duurzame welvaart is het echter geen goede maatstaf, omdat aspecten als milieukwaliteit, inkomensverdeling en veiligheid er niet in zijn meegenomen. Het Instituut voor Milieuvraagstukken heeft het duurzaam nationaal inkomen (DNI) uitgewerkt volgens de methode van Hueting (IVM, 2000). Het is een indicator voor de economische ontwikkeling voorzover die het milieu niet schaadt. Het DNI corrigeert het nationaal inkomen voor de kosten van maatregelen die genomen hadden moeten worden om aantasting van milieufuncties zo te beperken dat ze voor onbeperkte tijd behouden blijven. De economie moet hierbij voldoen aan ecologische randvoorwaarden, die vitale milieufuncties moeten garanderen.

De berekening van het DNI is gebaseerd op de veronderstellingen dat de samenleving streeft naar 'sterke duurzaamheid' en dat duurzaamheidsnormen wetenschappelijk kunnen worden vastgesteld. De kosten voor het herstel en behoud van milieufuncties betreffen zowel de technische maatregelen die genomen moeten worden, als de benodigde verschuiving in volume naar minder milieubelastende activiteiten. Het berekende DNI volgens de methode Hueting geeft aan hoeveel nationaal inkomen binnen milieugebruiksgrenzen gegenereerd kan worden, gegeven een bepaalde stand van de techniek. De resulta-

ten blijken erg gevoelig voor de hoogte van de veronderstelde milieugebruiksgrenzen en de stand van de techniek. Uit de berekeningen blijkt dat een DNI in 1990 ongeveer de helft lager ligt dan het nationaal inkomen zelf. Dit komt vooral doordat technische maatregelen niet voldoende zijn om de duurzaamheidsniveaus te halen, zodat aanvullende reducties in het productievolume nodig zouden zijn. Bij een verruiming van de milieugrenzen (met 10-20% voor de meeste milieuthema's en 40% voor klimaatverandering), zodanig dat volstaan kan worden met technologische maatregelen, blijkt het DNI maar enkele procenten lager uit te vallen dan het oorspronkelijke nationaal inkomen. Voor de toekomstige ontwikkeling van DNI is de beschikbaarheid en de ontwikkeling van goedkopere technologie van groot belang.

Het DNI brengt allerlei aspecten van duurzaamheid samen, maar maakt daarmee ook minder goed duidelijk met welke aspecten het goed gaat of slecht en welke beleidsafwegingen er bestaan. Net zoals het nationaal inkomen niet de enige maat is voor de gezondheid van de economie (er wordt daarnaast ook gekeken naar indicatoren als inflatie, inkomensverdeling, werkloosheid en staatsschuld), is het ook voor het beschrijven van een duurzame ontwikkeling verstandig te werken met een verzameling van indicatoren die de verschillende facetten dekken en die kunnen worden gebruikt voor beleidsafwegingen.

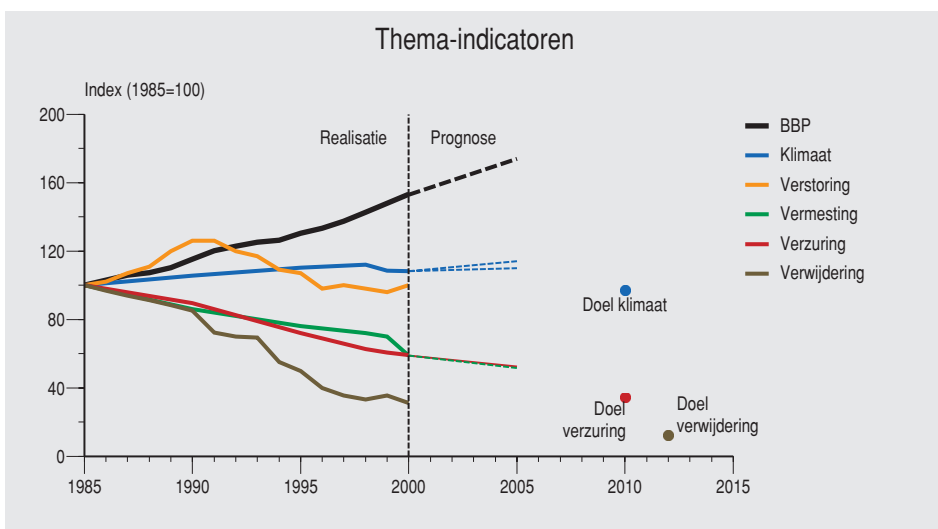
## 6.2 Nederland in internationale context

Bij de meeste milieuthema's is in Nederland dankzij regelgeving en allerlei technische maatregelen sprake van een absolute ontkoppeling van de groei van het BBP (figuur 6.1). Bij het thema 'klimaat' is de emissie van broeikasgassen in de afgelopen twee jaar licht gedaald, maar in de komende jaren wordt weer een lichte stijging verwacht. Inkomenseffecten maken hier de effecten van prijsmaatregelen (zoals de verhoging van de regulerende energiebelasting) ongedaan.

De vraag is nu of deze ontwikkelingen in een internationale context gezien uitzonderlijk zijn. Nederland kan op een aantal manieren met het buitenland worden vergeleken. Zo kan gekeken worden naar de milieudruk per km<sup>2</sup>, als indicatie voor de verschillen in milieukwaliteit, en naar de milieudruk per eenheid BBP, als benchmark voor de milieuefficiëntie van een land (tabel 6.1).

Tabel 6.1 geeft aan dat Nederland de typische kenmerken heeft van een verstedelijkt gebied met relatief veel industrie. Voor alle milieuproblemen geldt dat de milieudruk per km<sup>2</sup> in Nederland het hoogst is. Deze conclusies worden bevestigd door een internationale vergelijking van de mate van bescherming van natuur en volksgezondheid (tabel 6.2). De natuur is in Nederland het minst beschermd tegen verzuring vergeleken met de andere landen, maar de ozonproblematiek is in Frankrijk, Duitsland en België groter, mede vanwege de relatief gunstige meteorologische condities in Nederland.

De Nederlandse economie is energie-intensief. Op België na is de uitstoot van koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>) per euro in Nederland het hoogst. Ook de milieubestedingen per eenheid BBP liggen in Nederland het hoogst (tabel 6.2). De milieutechnologie is in Nederland relatief ver ontwikkeld, wat zich uit in de goede performance voor de hoeveelheid



Figuur 6.1 De milieudruk per thema in relatie tot de ontwikkeling van het BBP, 1985-2005.



Tabel 6.1 Milieudruk<sup>1)</sup> en milieuefficiëncy<sup>2)</sup> in enkele omringende landen ten opzichte van Nederland, 1997 (Bron: EEA, UNECE, IIASA/RIVM, EEA, OECD). De indicatoren zijn afgezet tegen het grondoppervlak respectievelijk het BBP in miljard euro (Bron: Eurostat).

	Klimaat <sup>3)</sup>	Verzuring <sup>4)</sup>	Vermesting <sup>5)</sup>	Verwijdering <sup>6)</sup>	Verstoring <sup>7)</sup>
<b>Milieudruk per km<sup>2</sup></b>					
Nederland	100	100	100	100	100
België	67	91	51	80	67
Denemarken	27	52	54	30	31
Duitsland	43	52	35	62	57
Frankrijk	14	31	26	32	28
Groot-Brittannië	40	67	40	80	63
<b>Milieudruk per eenheid BBP</b>					
Nederland	100	100	100	100	100
België	94	<b>128</b>	73	<b>112</b>	95
Denemarken	76	<b>146</b>	<b>152</b>	83	89
Duitsland	78	95	65	<b>114</b>	<b>105</b>
Frankrijk	61	<b>133</b>	<b>111</b>	<b>141</b>	<b>121</b>
Groot-Brittannië	82	<b>138</b>	81	<b>165</b>	<b>129</b>

1) Landen met een milieudruk per km<sup>2</sup> die hoger is dan in Nederland, zijn vet gedrukt.

2) Landen die minder efficiënt produceren dan Nederland zijn vetgedrukt.

3) Klimaat = broeikasgasemissies in miljard kg CO<sub>2</sub>-equivalenten.

4) Verzuring = miljard zuur-equivalenten.

5) Vermesting = mestgebruik (kunstmest en dierlijke mest tezamen) in miljoen kg N.

6) Verwijdering = miljoen kg gestort en verbrand afval van huishoudens.

7) Verstoring = miljard voertuigkilometers.

gestort en verbrand afval van huishoudens, respectievelijk voor de uitstoot van verzurende stoffen per euro. Alleen Duitsland presteert beter bij verzuring en Denemarken bij afvalverwijdering. De Nederlandse landbouw is erg intensief. Gemiddeld is het stikstofgebruik per km<sup>2</sup> ruim tweemaal zo hoog als in de andere landen. Per eenheid BBP ligt het stikstofgebruik in Nederland rond het gemiddelde, vanwege het beperkte economische belang van de landbouwsector.

Tabel 6.2 Bescherming<sup>1)</sup> natuur en volksgezondheid en omvang milieuproductiesector, 1994-1997 (Bron: EMEP, EEA, EC).

	% natuur niet beschermd tegen verzuring 1997	Aantal dagen met overschrijding van de WHO-norm voor ozon 1997	Omvang (in % BBP) milieuproductiesector 1994
Nederland	89	14	2,3
België	28	<b>23</b>	0,8
Denemarken	3	5	1,1
Duitsland	58	<b>23</b>	2,0
Frankrijk	5	<b>18</b>	1,5
Groot-Brittannië	59	9	1,0

1) Vetgedrukt zijn landen met lagere beschermingsniveaus dan Nederland.

Tabel 6.3 Procentuele veranderingen<sup>1)</sup> in BBP en milieudruk, 1994-1999.

	BBP	Klimaat	Verzuring	Vermesting <sup>2)</sup>
Nederland	22	3	-19	2
België	17	-5	<b>-11</b>	<b>3</b>
Denemarken	16	-9	-24	-9
Duitsland	11	-8	-29	0
Frankrijk	15	3	<b>-5</b>	<b>3</b>
Groot-Brittannië	18	-8	-39	-2

1) Vetgedrukt zijn de procentuele veranderingen van landen waar de milieudruk zich ongunstiger ontwikkelde dan in Nederland.

2) Toepassing dierlijke mest en kunstmest in kg stikstof, afgeleid uit ammoniakemissie.

Over de afgelopen zes jaar bezien is Nederland in deze vergelijking het land met de sterkste economische groei. Mede door die hoge groei heeft de milieudruk zich in Nederland in veel gevallen wat ongunstiger ontwikkeld dan in andere landen. Alleen Frankrijk en België scoorden slechter bij verzuring en vermisting (tabel 6.3).

Hoe presteert Nederland als niet alleen naar milieu gekeken wordt, maar ook naar de andere aspecten van duurzaamheid, zoals materiële welvaart en sociale gelijkheid? Er bestaat een grote verzameling van uiteenlopende internationale vergelijkingsmaten op basis waarvan de 188 landen in de wereld kunnen worden gerangschikt. In al deze maten komt Nederland naar voren als een bovengemiddeld gezond, welvarend en egalitair land, met een hoog opleidingsniveau, met weinig resterende natuurlijke rijkdommen en met een grote ecologische voetafdruk elders in de wereld. Nederland staat meestal in de top-tien. Slechts enkele landen scoren beter dan Nederland op het terrein van inkomen, materiële bezittingen, gelijkheid van de inkomensverdeling, levensverwachting, emancipatie, onderwijs of R&D. Wel is er in Nederland relatief weinig bos en veel CO<sub>2</sub>-uitstoot en worden de beschikbare grondstofvoorraden er in hoog tempo uitgeput. De Wereldbank kijkt met haar index voor de ware spaarvoet (Genuine Savings Index) naar het saldo van afschrijvingen en investeringen in economisch, sociaal en ecologisch kapitaal. In deze index wordt de waarde van onderwijs en natuur (op wetenschappelijk kwetsbare wijze) in geld uitgedrukt. Natuur wordt in deze methode slechts in geld uitgedrukt voorzover het gaat om een economisch winbare hout- of grondstofvoorraad. Over de afgelopen dertig jaar gezien scoorden vooral de Verenigde Staten, Duitsland en China erg goed. Ook in Nederland was het saldo volgens de Wereldbank positief: de verarming van de natuur werd meer dan goedgehaakt door investeringen in onderwijs, infrastructuur en vooral bedrijfsinstallaties.

## 6.3 Afwegingen rond duurzaamheid

Het idee van de Wereldbank wordt ook toegepast in de uitwerking van de Nederlandse strategie om de economische structuur te versterken. De gedachtegang daarbij is dat de overheidsinkomsten uit aardgas op een zodanige wijze geïnvesteerd dienen te worden

dat toekomstige generaties voldoende gecompenseerd worden voor een verminderde aardgasvoorraad. In beginsel is het een politieke keus die compensatie uit te keren in meer natuur, meer wegen, meer sociale veiligheid of meer kennis.

Een andere manier om veel explicieter dan voorheen om te gaan met de afweging tussen milieu en economie is om jaarlijks de milieugevolgen in beeld te brengen van de economische groei, voorzover die eerdere verwachting overtreft. Vervolgens kan dan berekend worden hoeveel extra middelen nodig zijn om die onverwachte en ongewenste milieugevolgen ongedaan te maken (tekstbox *Milieudruk door hogere economische groei*).

Omgekeerd is het ook gebruikelijk om de kosten van milieumaatregelen en economische gevolgen te schatten en af te zetten tegen de milieueffecten. Echte monetaire baten-schattingen zijn daarbij alleen mogelijk met een groot aantal vooronderstellingen. Ondanks alle onzekerheden daarbij komt wel naar voren dat de macro-economische gevolgen van aanvullend milieubeleid veelal binnen de onzekerheidsmarges blijven van economische modellen, en dat door een combinatie van milieuthema's een aanzienlijke synergiewinst te behalen is. Zo zijn klimaatmaatregelen gericht op vermindering van het fossiele energiegebruik de goedkoopste maatregelen tegen verzuring en emissies van fijn stof.

#### Milieudruk door hogere economische groei

Meer productie en consumptie leidt meestal tot meer milieuvervuiling. Het milieubeleid zoals vastgelegd in het NMP3 ging uit van een gemiddelde economische groei van 2,75% per jaar (het zogenaamde EC-scenario); het klimaatbeleid is geformuleerd op basis van een gemiddelde economische groei van 3,25% per jaar (het zogenaamde GC-scenario). In 2000 groeide de Nederlandse economie met bijna 4%.

Op basis van het verschil tussen de gerealiseerde economische groei en de groei volgens het EC/GC-scenario is berekend hoe de milieudruk verandert (tabel 6.4). Doordat de groei per sector verschilt, is de milieudruk niet evenredig toegenomen. De hogere groei vond met name plaats in de dienstensector. Vooral de communicatiesector kende een enorme groei (18%). De groei in de industrie wijkt slechts in geringe mate af van het EC-scenario; het grootste verschil zit in de chemische sector (+0,8%). Ten opzichte van het GC-scenario zijn de verschillen kleiner. Het negatieve verschil in CO<sub>2</sub>-emissie is het gevolg van dit kleine verschil met het GC-scenario en het gegeven dat de extra groei vooral in de dienstensector

plaatsvond. Het negatieve verschil voor SO<sub>2</sub> hangt samen met de krimp van de aardolie-industrie. De extra toename van het verkeer leverde in het algemeen een belangrijke bijdrage aan de positieve verschillen tussen de realisaties in 2000 en de scenarioverwachtingen. Om de extra milieudruk ongedaan te maken is in 2001 een jaarlijks bedrag van 35 miljoen gulden beschikbaar gesteld en zijn de fiscale faciliteiten met 300 miljoen gulden verruimd.

Tabel 6.4 Extra milieudruk door hogere economische groei in 2000: vergelijking met het GC-scenario voor CO<sub>2</sub> en met het EC-scenario voor de overige stoffen.

	Eenheid	Absoluut verschil
CO <sub>2</sub>	miljard kg	-0,4
NO <sub>x</sub>	miljoen kg	2,1
SO <sub>2</sub>	miljoen kg	-1,4
VOS	miljoen kg	1,5
Fijn stof	miljoen kg	0
Afval	miljard kg	0,6

## 6.4 Wat dragen bedrijven bij aan duurzaamheid?

In de afgelopen decennia hebben veel bedrijven verschillende maatregelen genomen om de afvalstromen naar water, bodem en lucht te beperken. Voorlopers erkennen dat zulke afvalstromen een teken van inefficiëntie en geldverspilling waren en dat afval- en emissiepreventie zichzelf terugbetaalden. Het product zou idealiter de enige stofstroom moeten zijn die het bedrijf verlaat. Op basis van milieuverlagen kan worden becijferd hoe het nu staat met de duurzaamheid van bedrijven: door aan de emissies een geldbedrag te verbinden dat de milieuschade weergeeft en dit voorheen niet-geprijsde milieugebruik af te trekken van de winst van een bedrijf (Jantzen, 2001). Veel bedrijven zouden bij zo'n benadering in de rode cijfers terechtkomen.

Uiteindelijk gaat het bij duurzaamheid niet om de prestaties van individuele bedrijven, maar om de mate waarin de hele kringloop van stoffen door de economie gesloten is. Daarbij dient ook rekening te worden gehouden met de milieudruk die in het buitenland ontstaat door de Nederlandse invoer. De milieudruk in het buitenland (uitgedrukt in CO<sub>2</sub>-emissies) die met de invoer samenhangt, blijkt voor Nederland in 1997 circa 30% lager uit te vallen dan de milieudruk in Nederland voor de uitvoer. Vergelijken met de invoer bestaat de Nederlandse uitvoer uit producten met een relatief hoge energie-inzet, zoals producten uit de chemische en basismetalenindustrie. Toch lijkt het vanuit mondiaal (milieu)oogpunt weinig zinvol om deze productie naar het buitenland te verplaatsen. Voor een aanzienlijk aantal industrietakken kent Nederland een lager energiegebruik per ton productie dan andere landen (De Beer en Blok, 1999; Phylipsen, 2000).

In 1999 droeg de productie van *industriële goederen* voor circa 17% bij aan het BBP en voor ruim 30% aan de Nederlandse broeikasgasemissies. Een deel van deze productie is bestemd voor het buitenland en zou dus toegerekend kunnen worden aan de buitenlandse consument. Bij de productie van basismetalen is meer dan 90% van het energiegebruik in 1995 toe te schrijven aan de export.

De *landbouw* levert een beperkte directe bijdrage aan het BBP (3% in 1999), maar draagt wel fors bij aan Nederlandse emissies: bijna de helft van de verzurende emissies en ruim 80% van de vermestende emissies. Van de verzurende landbouwemissies kan circa 80% worden toegerekend aan de export. Verder is het ruimtebeslag in het buitenland voor landbouwproducten drie tot vier keer zo groot als het ruimtebeslag in Nederland.

Ook het *goederenvervoer* koppelt een hoge milieubelasting (een bijdrage van ruim 5% aan de broeikasgasemissies en ruim 20% aan de verzurende emissies) aan een relatief kleine directe bijdrage aan het BBP (3% in 1999). Met name de directe doorvoer van goederen zorgt voor milieubelasting zonder grote toegevoegde waarde. Nederland vervoert zowel per inwoner als per eenheid BBP meer dan de omringende landen, maar verdient per ton minder aan de vervoerde tonnen (OECD, 1998; AVV, 1998). De vraag is of het vervoer wel door Nederland moet worden uitgevoerd, en zo ja, of daar bij het bepalen van Nederlandse emissieplafonds door de Europese Unie geen rekening mee

### Marginale maatschappelijke kosten van vervoer

Als de maatschappelijke kosten van het vervoer zouden opwegen tegen de maatschappelijke baten, zou dat een krachtig argument zijn om het goederenvervoer via Nederland te laten lopen. In een onderzoek van het CE (Dings, 1999) zijn de maatschappelijke kosten van vervoer onderzocht. De achterliggende gedachte bij dit onderzoek was het bepalen van de benodigde extra heffingen om de marginale maatschappelijke kosten te compenseren: de vervuiler betaalt. Behalve met milieueffecten (emissies en geluid) is hierbij rekening gehouden met kosten van onderhoud en beheer van infrastructuur en verkeersongevallen, maar niet met kosten die veroorzaakt worden door files.

Voor zowel het vervoer over de weg als voor dat per spoor of per binnenschip geldt dat de marginale maatschappelijke kosten niet volledig worden betaald via de huidige heffingen. Met andere woorden: er blijft een maatschappelijke rekening open staan. De binnenschepen kennen de laagste maatschappelijke kosten (circa 2 eurocent per tonkilometer), maar betalen nu geen enkele heffing. Een grote vrachtwagencombinatie betaalt bijna de helft van de maatschappelijke kosten terug via heffingen.

moet worden gehouden. Het Rijnmondgebied kent een relatief hoge concentratie schadelijke stoffen die voor een groot deel verband houdt met de doorvoerfunctie. Door de doorvoerfunctie van de Rotterdamse haven te verminderen, kan een bijdrage geleverd worden aan het oplossen van de lokale knelpunten, maar dat kan de situatie elders verslechteren. Daarnaast beschikt Nederland over een relatief goed binnenvaartnet, waardoor bij verplaatsing van de doorvoerfunctie naar elders de energie-efficiency Europees gezien kan afnemen.

### *De meest vervuilende sectoren*

Op basis van de input-output-tabellen voor de Nederlandse economie kan per sector bepaald worden welke toelevering vanuit andere sectoren plaatsheeft, zodat inzicht ontstaat in de hele 'economische keten'. Op deze manier kan ook de totale milieudruk die een sector veroorzaakt, worden geanalyseerd. De totale milieudruk van de eindproducten bestaat uit de directe milieudruk van de sector zelf plus de indirecte milieudruk die wordt veroorzaakt bij de toeleverende sectoren. De emissies per sector zijn uitgedrukt per gulden product. Op basis van de analyse geeft tabel 6.5 een top-tien van de relatief

### Wordt de economie weer materiaalintensiever?

Economische cijfers zeggen nog weinig over de daadwerkelijke materiaalstromen door het maatschappelijk systeem, terwijl deze voor het bepalen van uitputting van voorraden en ophoping in ecosystemen wel zo belangrijk zijn. In gewichtstermen zijn bouwmaterialen, metaal, kunststof en papier het belangrijkste. Tussen 1990 en 1997 is de omvang van de Nederlandse economie in termen van economische transacties van ijzer- en kunststofproducten met circa 37% toegenomen, wat hoger ligt dan de volume-ontwikkeling van de toegevoegde waarde. De uitvoer en de onderlinge leveringen tussen sectoren vormen de belangrijk-

ste verklaring voor de gewichtstoename van de transacties. Binnen productgroepen is de toename – met name bij elektrotechnische producten en in mindere mate bij primaire kunststoffen en metaalproducten – meer dan gemiddeld (CBS, 2001). Mogelijke verklaringen hiervoor zijn: het verlengen van de productieketen door specialisatie, waardoor er meer economische transacties per product plaatsvinden, en/of rematerialisatie van de productie. Er zal nader onderzoek worden uitgevoerd om een verklaring te vinden voor de geconstateerde gewichtstoename (VU, 2001).

Tabel 6.5 De top-tien van de relatief meest vervuilende sectoren per milieuthema (IVAM et al., 2001).

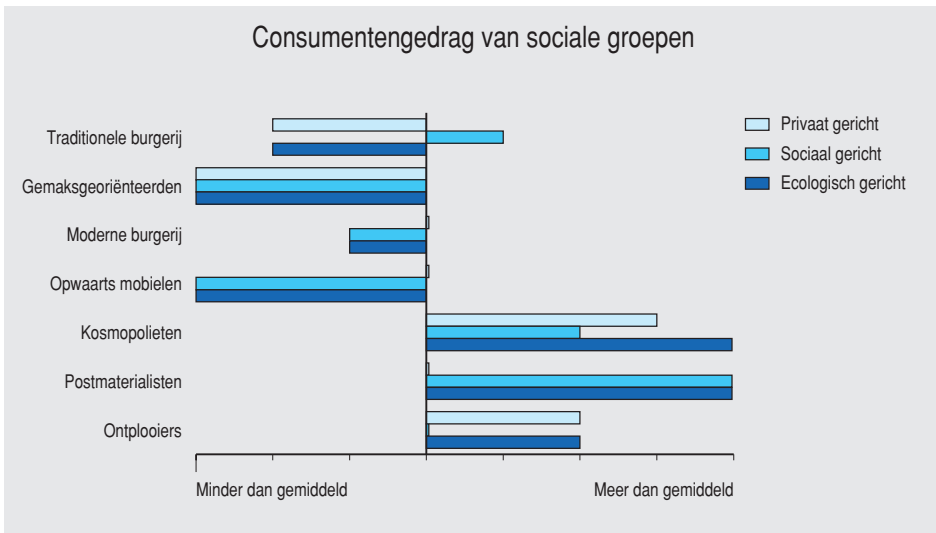
Klimaat (NL gem.: 0,10)		Verzuring (NL gem.: 0,071)		Vermesting (NL gem.:0,05)		Toxiciteit (NL gem.:0,143)	
sector	milieu- druk <sup>1)</sup>	sector	milieu- druk <sup>1)</sup>	sector	milieu- druk <sup>1)</sup>	sector	milieu- druk <sup>1)</sup>
1 kunstmest	2,09	keramiek	2,37	glas	1,27	bestrijdings- middelen	10,9
2 keramiek	2,01	glas	1,68	keramiek	1,0	ov. non-ferro	5,47
3 elektriciteit	1,69	ov. organische grondstoffen	0,85	kunstmest	0,62	ov. organische grondstoffen	2,21
4 ov. organische grondstoffen	1,04	ov. non-ferro	0,83	ov. organische grondstoffen	0,49	ijzer	1,26
5 recycling afval	1,01	elektriciteit	0,59	elektriciteit	0,48	ov. anorganische grondstoffen	0,88
6 glas	0,88	ov. anorganische grondstoffen	0,59	betonwerken	0,30	ov. vloeibare brandstoffen	0,54
7 koolwaterstoffen	0,80	jetfuel	0,52	ov. anorganische grondstoffen	0,30	jetfuel	0,54
8 ov. anorganische grondstoffen.	0,72	ov. vloeibare brandstoffen	0,52	koolwaterstoffen	0,26	afval(water)- behandeling	0,53
9 afval(water)- behandeling	0,57	stookolie	0,52	ov. non-ferro	0,24	looi/kleurstoffen	0,53
10 ijzer	0,54	diesel	0,51	ijzer	0,22	stookolie	0,53

1) De milieudruk wordt uitgedrukt in kg/100.000 gulden product.

meest vervuilende sectoren voor een aantal milieuthema's. Kunstmest, glas, keramiek en enkele laagwaardige chemische en metaalproducten (zoals (an)organische grondstoffen, brandstoffen en leveringen van ijzer en non-ferro) leveren relatief veel milieuvervuiling op vergeleken met de waarde van de producten en zouden bij een verrekening van de milieuschade in de prijzen vermoedelijk aanzienlijk duurder worden.

## 6.5 De bijdrage van de burger aan duurzaamheid

Voor zeven verschillende sociale milieus is geanalyseerd of de groepen die zich inzetten voor maatschappij en milieu ook rekening houden met de maatschappelijke gevolgen van hun private consumptiegedrag (Motivaction, 2000). Een sociaal milieu is een groep mensen die op een vergelijkbare manier in het leven staan: zij hebben vergelijkbare waarden en normen voor werk, vrije tijd en relaties en tonen bovendien overeenkomstige ambities en aspiraties. Voor traditionele burgers (ongeveer 22% van de bevolking) zijn orde, regelmaat, plicht en zuinigheid belangrijke waarden. Hun leven is traditioneel ingericht, met een belangrijke rol voor het gezin. Het gezin is ook belangrijk voor moderne burgers (27%), maar zij zoeken meer dan traditionele burgers een evenwicht tussen het noodzakelijke en het aangename. Bij gemaksgoerienteerden (16%) slaat de balans weer door naar het aangename: een zorgeloos leven met veel plezier en vermaak



*Figuur 6.2 Privaat, sociaal en ecologisch gericht gedrag. Een positieve score betekent dat het gedrag bij de betreffende sociale groep meer dan gemiddeld voorkomt (Bron: Motivacion, bewerking RIVM).*

is voor hen belangrijk. Opwaarts mobielen (8%) zijn (veelal jonge) hardwerkende carrièremakers, die streven naar succes en erkenning. Ook kosmopolieten (11%) en ontplooiers (7%) zijn ambitieus en hardwerkend, maar zij doen dit meer vanuit intrinsieke waarden (ontplooiing, uitdaging). Ontplooiers zijn onafhankelijker en minder sociaal betrokken dan kosmopolieten. Postmaterialisten (9%) zijn sociaal bewogen en leven bij voorkeur volgens eigen principes, die vooral op immateriële waarden gebaseerd zijn. Circa 65 gedragingen zijn ingedeeld in de categorieën privaat gericht, sociaal gericht of ecologisch gericht. Vervolgens is voor elk sociaal milieu nagegaan in hoeverre hun gedrag afwijkt van het gemiddelde van de Nederlandse bevolking (*figuur 6.2*).

Kosmopolieten, ontplooiers en postmaterialisten (ongeveer een kwart van de bevolking) vertonen een meer dan gemiddeld ecologisch gericht gedrag. Kosmopolieten, postmaterialisten en de traditionele burgers (ruim 40% van de bevolking) vertonen een meer dan gemiddeld sociaal gericht gedrag. Inkomen lijkt daarbij nauwelijks een rol te spelen. Bij het meer privaat gerichte gedrag is een relatie met het inkomen wél aanwezig. Gemaksgeoriënteerden en de traditionele burgerij hebben doorgaans een wat lager inkomen dan de andere sociale milieus, waardoor ze bepaalde goederen niet kunnen aanschaffen. Maar inkomen is hierbij niet de enige factor: het geringe privaat gerichte gedrag van traditionele burgers past bij de door hen aangehangen ‘calvinistische’ waarden als soberheid, nuttigheid en degelijkheid.

Het uiteindelijke effect van verschillen in het gedrag op het milieu is niet alleen afhankelijk van de mate van de ecologische gerichtheid van de burger, maar van het totale consumptiepatroon. Alle aangekochte goederen leiden immers bij productie, transport

en/of gebruik tot milieudruk. Uit een eerste analyse blijkt dat kosmopolieten, postmaterialisten en ontplooiers weliswaar een meer dan gemiddeld ecologisch gericht gedrag vertonen, maar dat komt niet tot uitdrukking in duidelijk minder (direct en indirect) energiegebruik. Een uitzondering vormen de huishoudens uit de traditionele burgerij. Deze huishoudens gebruiken significant minder energie dan huishoudens uit alle andere sociale milieus.

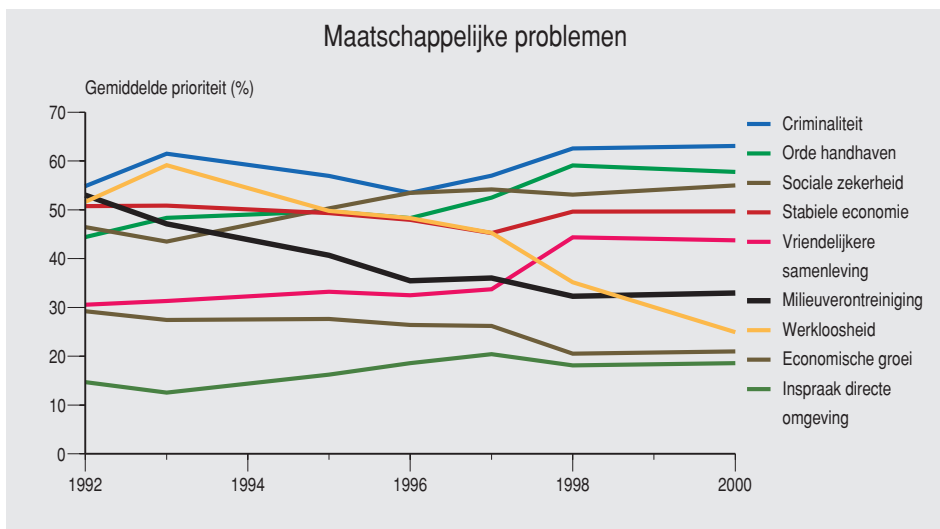
### *Burger blijft milieu belangrijk vinden*

Milieu en natuur worden in Nederland als belangrijke elementen van de kwaliteit van het leven beschouwd. Dat wil niet zeggen dat de Nederlandse bevolking de kwaliteit van natuur en milieu tot de allerbelangrijkste problemen rekent. Milieu wordt vooral gezien als een kwaliteitsaspect in de leefomgeving en niet meer als een risicofactor voor de Nederlandse burger.

Zowel het belang van de economische groei als het belang van de bestrijding van milieuverontreiniging is gedurende de jaren negentig in de ogen van burger verminderd (figuur 6.3). De verklaring hiervoor is vermoedelijk dat welvaart en milieukwaliteit op dit moment in de perceptie een voldoende niveau bereikt hebben. Daardoor ervaart de meerderheid deze problemen nu als minder belangrijk in vergelijking met andere problemen. De aandacht van de burger gaat momenteel meer uit naar sociaal-maatschappelijke onderwerpen als ordehandhaving, inspraak over de directe leefomgeving en een vriendelijkere samenleving.

### *Tot besluit*

Zowel internationaal als nationaal zijn indices en indicatoren beschikbaar voor duurzame ontwikkeling die inzicht geven in de mate waarin (vaak specifieke) duurzame



Figuur 6.3 De belangrijkste problemen in Nederland in procenten van de bevolking van 16 jaar en ouder, 1992-2000 (Bron: SCP).



doelen worden bereikt. Deze indicatoren zouden daarom als globaal richtsnoer kunnen dienen in de besluitvorming. Daarbij kan de aandacht niet beperkt blijven tot het nationale perspectief. Een modelmatige benadering kan hierbij bruikbaar zijn als hulpmiddel en als gemeenschappelijke taal. Dit verschilt niet wezenlijk van de wijze waarop in Nederland al sinds de Tweede Wereldoorlog op basis van modellen en toekomstverkenningen economisch beleid wordt gevoerd. We gaan er vanuit dat er over het ecologische systeem (op de verschillende ruimtelijke schaalniveaus) net als over het economische systeem binnen bandbreedten voldoende kennis bestaat om hierop beleid te kunnen baseren.

De ervaringen die inmiddels zijn opgedaan met wetenschappelijke en maatschappelijke dialoogprocessen (zoals rond het klimaat en de grootschalige luchtverontreiniging), hebben laten zien dat een modelbenadering geaccepteerd wordt. Een voorwaarde hierbij is wel dat de modellen de verschillende gezichtspunten redelijk kunnen weergeven. Modellen kunnen zo een rol spelen in de gezamenlijke zoektocht naar duurzame ontwikkeling. Duurzame ontwikkeling wordt dan een participatief leerproces van deskundigen, beleidsmakers en belanghebbenden, met oog voor zowel de rechtvaardige verdeling over de huidige wereldbevolking als voor de erfenis die wordt nagelaten aan toekomstige generaties.



## Bijlage 1 Emissies per thema per doelgroep

De hier gepresenteerde cijfers zijn afkomstig van de Emissieregistratie, een samenwerkingsverband van een aantal onderzoeksinstituten onder auspiciën van de Hoofdinспекtie voor de Milieuhygiëne. De emissies over 2000 zijn voorlopige cijfers. Dit jaar kon niet voor alle stoffen de emissies naar lucht worden vastgesteld door de Emissieregistratie (tekstbox *Emissie monitoring nog niet op orde*). Voor de stoffen waarvoor de emissies van 1999 niet konden worden vastgesteld zijn in de tabellen voor de doelgroepen energie, industrie (inclusief raffinaderijen) en afvalverwijderingsbedrijven de voorlopige emissieramingen van de inventarisatie van vorig jaar opgenomen (EAJR, 2000).

De emissies van broeikasgassen (en andere stoffen in deze bijlage) zijn voor de periode 1990 tot 1999 gecorrigeerd voor een aantal nieuwe inzichten. De nieuwe emissiecijfers voor broeikasgassen liggen voor de hele periode, dus ook voor referentiejaar 1990 en 1995, lager dan de cijfers uit de Milieubalans van vorig jaar.

Eind 2001 zullen de emissiecijfers uit de Emissieregistratie voor 1990, 1995, 1998, 1999 en de raming voor 2000 via internet beschikbaar worden gesteld ([www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl)). Voor een uitgebreider overzicht van emissies van de stoffen die in deze bijlage zijn gepresenteerd wordt verwezen naar het Milieucompendium ([www.rivm.nl/milieucompendium](http://www.rivm.nl/milieucompendium)).

In samenwerking met andere instituten is gewerkt aan het in kaart brengen van de onzekerheid van emissiecijfers. In de tabellen B1.1d en B1.2c is de huidige kennis over onzekerheden van de emissiecijfers samengevat (95% betrouwbaarheidsinterval). De onzekerheden van broeikasgassen zijn berekend volgens de ‘tier 1-methodiek’ van de IPCC (IPCC, 2000). De tier 1-berekeningen zijn gebaseerd op voorlopige inschattingen van onzekerheden en gaan uit van normale verdelingen. Ook is verondersteld dat de emissies op het gekozen aggregatieniveau onafhankelijk zijn. Voor een uitgebreide beschrijving van de onzekerheidsanalyse voor broeikasgassen zie Olivier *et al.*, 2001. Analooq aan de tier 1-methodiek voor broeikasgassen zijn ook de onzekerheden van emissies van verzurende stoffen en stoffen uit het thema grootschalige luchtverontreiniging berekend. De resultaten van deze studies zijn een eerste inschatting, de komende jaren zal er verder onderzoek plaatsvinden naar de onzekerheden van de emissies. Voor de compartimenten bodem en water en voor het thema verspreiding zijn de onzekerheden niet bekend. Omwille van de leesbaarheid van de tabel en om schijnnaauwkeurigheid te voorkomen is afgerond op hele cijfers met een maximum van drie bepalende cijfers. Uitspraken over de significantie van trends en verschillen tussen doelgroepen en afstanden tot de doelstellingen worden in de Milieubalans gedaan in het licht van de onzekerheden in de emissieschattingen.

Wanneer doelgroepen minder dan 5% van de totale emissie voor hun rekening nemen zijn deze doelgroepen gesommeerd.

### Emissie monitoring nog niet op orde

Voor de bepaling van de emissies van de doelgroepen energie, industrie (inclusief raffinaderijen) en afvalverwerking wordt gebruikgemaakt van een individueel bedrijvenbestand. De bedrijven uit dit bestand dragen in de regel voor circa 80% bij aan de totale milieubelasting van genoemde doelgroepen. De emissies van de overige bedrijven worden mede op basis van het individuele bedrijvenbestand geëxtrapoleerd naar een totaalbeeld voor de betreffende doelgroepen. Dit jaar werd de belangrijkste input voor het bestand geleverd door circa 220 van de 250 verplichte milieujaarverslagen (MJV's). In een onderzoek naar de juistheid van de MJV's werden in een deel van de goedgekeurde MJV's fouten en tekortkomingen aangetroffen. Uit een analyse van de emissies voor acht stoffen (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, N<sub>2</sub>O, NMVOS, fijn stof en de F-gassen) bleek dat er grote onverklaarbare verschillen optraden tussen 1998 en 1999 (bij CO<sub>2</sub> een afname van 33%). In deze vorm was het individuele bedrijvenbestand ongeschikt om te gebruiken voor het vaststellen van emissies. Daarom is een nader onderzoek uitgevoerd onder de bedrijven (totaal 57) waar de grootste verschillen optraden. Uiteindelijk zijn 31 fouten en onvolkomenheden in overleg met de bedrijven en hun bevoegd gezag aangepast. Daarna was het bestand voor vijf stoffen -CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO en N<sub>2</sub>O- geschikt om gebruikt te worden voor de samenstelling van een totaalbeeld voor 1999 en 2000. De emissies van een aantal andere stoffen konden via een andere methodiek worden bepaald (zie ook de Emissie en Afvaljaarrapportage van 2001). Voor de overige stoffen heeft echter door bovengenoemde problematiek geen vaststelling van emissies naar lucht voor de betreffende doelgroepen over 1999 en ramingen over 2000 plaatsgevonden. Voor de Milieubalans zijn dat: fijn stof, zware metalen, dioxine, fluoride, benzeen, benzo(a)pyreen en fluorantheen.

Ondanks de fouten en tekortkomingen bij de registratie is gebleken dat de emissies van prioritaire stoffen naar water, en van NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, fluorgassen

en N<sub>2</sub>O naar lucht worden, zeker bij grote bronnen, voldoende nauwkeurig gemeten om emissieontwikkelingen op nationale schaal te kunnen volgen. Voor NO<sub>x</sub> en SO<sub>2</sub> bij grote bedrijven bleek dit uit een opdracht van het RIVM uitgevoerd onderzoek. De aandacht voor stoffen vanuit de verschillende overheden, de omgeving en het bedrijf zelf is bepalend voor de monitoringsintensiteit van emissies. Voor NO<sub>x</sub> en SO<sub>2</sub> is die aandacht evident en vertaald vanuit nationale emissiedoelen naar sectorale doelen naar lokale emissienormen met, voor grote bronnen, meetverplichtingen. Voor emissies naar water gelden voor een aantal stoffen lokale vergunningseisen waaraan een heffing is gekoppeld. Zowel bedrijf als overheid hebben dan belang bij een goede meting en registratie van emissies. Maar ook lokale hinder of risicoperceptie van omwonenden kan aanleiding zijn voor specifieke meetcampagnes, voorbeelden zijn er onder andere rond fijn stof. Voor een aantal stoffen die recent sterk in de aandacht zijn gekomen is of wordt de meetintensiteit verhoogd. Dit geldt voor de overige broeikasgassen, onder invloed van het Reductieprogramma Overige Broeikasgassen (ROB), en voor NO<sub>x</sub> onder invloed van het instrument NO<sub>x</sub>-emissiehandel. De registratie van sommige gegevens wordt echter in de weg gestaan door hun concurrentiegevoelige karakter. Dit geldt met name voor het brandstofgebruik. Wanneer de aandacht voor stoffen afneemt, of nog niet groot genoeg is, ontbreekt een belangrijke prikkel voor een goede monitoring en registratie van emissies door bedrijven. De aandacht van de lokale overheid speelt daarin een cruciale rol. Die aandacht kan afnemen doordat emissiedoelen, -taken en lokale uitstootnormen gehaald zijn (veel prioritaire stoffen naar lucht) of niet aanwezig zijn (fijn stof, CO<sub>2</sub>) of omdat eenduidige meetrichtlijnen ontbreken (fijn stof). Helderere richtlijnen van de overheid, met name de vergunningverlener, over het belang van de stoffen en de noodzakelijke meet- en registratieinspanning zijn dan van groot belang. Het Interprovinciaal Overleg (IPO) ontwikkelt hiervoor momenteel handreikingen.

De presentatiewijze van de emissies naar water is in overeenstemming gebracht met het Emissie- en Afvaljaarrapport en hierdoor gewijzigd ten opzichte van voorgaande jaren. Voor een goed begrip van de tabellen B1.4 en B1.5 is het van belang onderscheid te maken tussen emissies en belasting. Emissies zijn de vrachten die uit een bron vrijkomen en kunnen onderscheiden worden in directe emissies naar het oppervlaktewater en

indirecte emissies op het riool. De indirecte emissies bereiken niet in hun geheel het oppervlaktewater, omdat een deel door zuivering achterblijft of wordt afgebroken in de rioolwaterzuiveringsinrichtingen (RWZI's). De belasting van het oppervlaktewater is de vracht die daadwerkelijk het water bereikt. Dit zijn de directe emissies van de verschillende doelgroepen en indirecte emissies (uit de RWZI's en via overstorten en regenwaterriolen). Belasting van het oppervlaktewater door atmosferische depositie en uit- en afspoeling van bodems zijn niet meegenomen.

Tabel B1.1a De emissies in 1990, 1995, 1999 en 2000 voor het thema **Klimaatverandering**.

Stof/doelgroep	Eenheid	1990	1995	1999	2000
<b>LUCHT</b>					
<b>Koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>)<sup>1)</sup></b>	miljard kg				
Industrie (incl. raffinaderijen)		53	55	56	56
Energiesector		41	46	46	47
Verkeer		29	32	35	35
Consumenten		22	22	21	21
HDO		8	10	8	8
Landbouw		10	9	8	8
Overige doelgroepen <sup>2)</sup>		3	2	3	3
TOTAAL (incl. temperatuurcorrectie (A))		165	175	177	179
<i>w.v. temperatuurcorrectie (B)</i>		6	3	5	5
Vastlegging in biomassa <sup>3)</sup> (C)		p.m.	p.m.	p.m.	p.m.
TOTAAL volgens Kyoto Protocol (A-B-C) <sup>3) 4)</sup>		160	173	172	174
Internationale bunkers		40	44	51	54
<i>w.v. scheepvaart</i>		35	37	41	43
<i>w.v. luchtvaart</i>		4	8	10	10

1) Onzekerheden in CO<sub>2</sub>-emissies zijn gepresenteerd in tabel B1.1d.

2) CO<sub>2</sub> overige doelgroepen: afvalverwijderingsbedrijven, bouw, riolering en waterzuiveringsinstallaties, drinkwaterbedrijven.

3) De berekeningsmethodiek staat momenteel internationaal ter discussie; volgens de huidige methodiek wordt de netto vastlegging in alle bossen geschat op circa 1,5 miljard kg per jaar.

4) Zie [www.rivm.nl/milieucompendium](http://www.rivm.nl/milieucompendium) voor de doelgroepentotalen volgens IPCC (Kyoto Protocol).

Tabel B1.1b De emissies in 1990, 1995, 1999 en 2000 voor het thema *Klimaatverandering*

Stof/doelgroep	Eenheid	1990	1995	1999	2000
<b>Methaan (CH<sub>4</sub>)<sup>1)</sup></b>	miljoen kg				
Afvalverwijderingsbedrijven		562	480	428	404
Landbouw		508	480	427	410
Energiesector		181	174	150	137
Overige doelgroepen <sup>2)</sup>		41	36	32	32
<b>TOTAAL</b>		<b>1292</b>	<b>1170</b>	<b>1038</b>	<b>983</b>
<b>Distikstofoxide (N<sub>2</sub>O)<sup>1)</sup></b>	miljoen kg				
Industrie (incl. raffinaderijen)		25	24	23	23
Landbouw		22	27	25	24
Verkeer		1	2	2	2
Overige doelgroepen <sup>3)</sup>		5	5	5	5
<b>TOTAAL</b>		<b>53</b>	<b>59</b>	<b>56</b>	<b>55</b>
<b>HFK's<sup>1)</sup></b>	1000 kg				
Industrie (incl. raffinaderijen)		379	516	507	440
Overige doelgroepen			138	626	631
<b>TOTAAL</b>		<b>379</b>	<b>654</b>	<b>1133</b>	<b>1071</b>
<b>PFK's<sup>1)</sup></b>	1000 kg				
Industrie (incl. raffinaderijen)		353	269	203	214
<b>SF<sub>6</sub><sup>1)</sup></b>	1000 kg				
<b>TOTAAL</b>		<b>8</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>14</b>

1) Onzekerheden in emissies van de overige broeikasgassen zijn gepresenteerd in tabel B1.1d.

2) CH<sub>4</sub> overige doelgroepen: consumenten, industrie, verkeer en vervoer, bouw, drinkwaterbedrijven, HDO, riolering en waterzuiveringinstallaties, exclusief natuur en overig.

3) N<sub>2</sub>O overige doelgroepen: energiesector, afvalverwijderingsbedrijven, consumenten, HDO, riolering en waterzuiveringsinstallaties, vervuild oppervlaktewater.

Tabel B1.1c De emissies in 1990, 1995, 1999 en 2000 voor het thema **Klimaatverandering**.

Stof/doelgroep	Eenheid	1990	1995	1999	2000
<b>Totaal per doelgroep<sup>1)</sup></b>	miljard kg CO <sub>2</sub> -eq				
Industrie (incl. raffinaderijen)		68	70	69	68
Energiesector		45	50	49	50
Verkeer		30	33	35	36
Landbouw		27	27	25	24
Consumenten		23	22	22	22
Afvalverwijderingsbedrijven		14	12	12	11
HDO		8	10	8	8
Overige doelgroepen <sup>2)</sup>		2	2	3	3
<b>TOTAAL (inclusief temperatuurcorrectie)</b>		<b>217</b>	<b>226</b>	<b>223</b>	<b>222</b>
<b>Totaal per gas<sup>1)</sup></b>	miljard kg CO <sub>2</sub> -eq				
CO <sub>2</sub>		166	175	177	179
CH <sub>4</sub>		27	25	22	21
N <sub>2</sub> O		17	18	17	17
HFK's		4	6	5	4
PFK's		2	2	1	2
SF <sub>6</sub>		0	0	0	0
<b>TOTAAL (inclusief temperatuurcorrectie)</b>		<b>217</b>	<b>226</b>	<b>223</b>	<b>222</b>
<b>TOTAAL (exclusief temperatuurcorrectie)<sup>3)</sup></b>		<b>210</b>	<b>224</b>	<b>218</b>	<b>217</b>

1) Onzekerheden in emissies van de broeikasgassen uitgedrukt in CO<sub>2</sub>-equivalenten zijn gepresenteerd in tabel B1.1d.

2) CO<sub>2</sub>-equivalenten overige doelgroepen: bouw, riolering en waterzuiveringsinstallaties, drinkwaterbedrijven.

3) Exclusief vastlegging van CO<sub>2</sub> in biomassa.

Tabel B1.1d Onzekerheden in de jaarlijkse emissies en in de emissietrend van **broeikasgassen** (95% betrouwbaarheidsinterval) volgens de zogenaamde IPCC tier 1-methodiek.

Stof	Onzekerheid in jaarlijkse emissies <sup>1) 3)</sup>	Trend in emissies 1990-1999 <sup>2)</sup>	Onzekerheid in trend 1990-1999 <sup>2) 3)</sup>
%			
CO <sub>2</sub>	3	8	3 <sup>4)</sup>
CH <sub>4</sub>	25	-20	7
N <sub>2</sub> O	50	13	12
F-gassen	22	32	20
HFK's	50		
PFK's	50		
SF <sub>6</sub>	-10; +100		
CO <sub>2</sub> -equivalenten	5	6	3

1) Eerste inschatting van de onzekerheden, gecorrigeerd voor mogelijke correlaties. De hier genoemde onzekerheden gelden niet voor de emissies in 2000, omdat deze een voorlopig karakter hebben.

2) Analyse gebaseerd op de trendcijfers zoals gerapporteerd in de Milieubalans 2000. Voor de F-gassen met basisjaar 1995.

3) Voor meer informatie over de onzekerheden in de jaarlijkse emissies en in de emissietrend zie Olivier *et al.*, 2001.

4) Onzekerheid van 3%punt in de trend betekent een range van 5-11% in de emissietrend.

Tabel B1.2a De emissies in 1990, 1995, 1999 en 2000 voor het thema **Verzuring**.

Stof/doelgroep	Eenheid	1990	1995	1999	2000
<b>LUCHT</b>					
<b>Ammoniak (NH<sub>3</sub>)<sup>1)</sup></b>	miljoen kg				
Landbouw		220	179	153	147
Overige doelgroepen <sup>2)</sup>		12	11	11	11
<b>TOTAAL</b>		<b>231</b>	<b>191</b>	<b>164</b>	<b>157</b>
<b>Stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>)<sup>1)</sup></b>	miljoen kg				
Verkeer		350	304	282	283
Industrie (incl. raffinaderijen)		96	78	56	54
Energiesector		80	58	45	47
Overige doelgroepen <sup>3)</sup>		47	43	38	38
<b>TOTAAL</b>		<b>574</b>	<b>484</b>	<b>422</b>	<b>421</b>
<b>Zwavel dioxide (SO<sub>2</sub>)<sup>1)</sup></b>	miljoen kg				
Industrie (incl. raffinaderijen)		114	88	64	50
Verkeer		29	30	23	24
Energiesector		45	17	13	15
Overige doelgroepen <sup>4)</sup>		14	8	3	3
<b>TOTAAL</b>		<b>202</b>	<b>141</b>	<b>103</b>	<b>91</b>
<b>Totaal</b>	miljard z-eq				
Landbouw		13	11	9	9
Verkeer		8	7	7	7
Industrie (incl. raffinaderijen)		5	4	3	3
Energiesector		3	2	1	1
Overige doelgroepen <sup>5)</sup>		2	1	1	1
<b>TOTAAL</b>		<b>31</b>	<b>25</b>	<b>21</b>	<b>21</b>

1) Onzekerheden in emissies van verzurende stoffen zijn gepresenteerd in tabel B1.2c.

2) NH<sub>3</sub> overige doelgroepen: consumenten, industrie, HDO en bouw.

3) NO<sub>x</sub> overige doelgroepen: consumenten, landbouw, HDO, afvalverwijderingsbedrijven, bouw, riolering en waterzuiveringsinstallaties.

4) SO<sub>2</sub> overige doelgroepen: afvalverwijderingsbedrijven, bouw, consumenten, HDO, landbouw, riolering en waterzuiveringsinstallaties.

5) Zuur-equivalenten overige doelgroepen: consumenten, HDO, afvalverwijderingsbedrijven, bouw, riolering en waterzuiveringsinstallaties



B1.2b De emissies in 1990, 1995, 1999 en 2000 voor het onderdeel **Grensoverschrijdende luchtverontreiniging**.

Stof/doelgroep	Eenheid	1990	1995	1999	2000 <sup>6)</sup>
<b>Fijn stof<sup>1)</sup> (PM<sub>10</sub>)</b>	miljoen kg				
Verkeer		27	21	19	19
Industrie (incl. raffinaderijen)		32	19	12 <sup>5)</sup>	.
Consumenten		4	4	4	4
Overige doelgroepen <sup>2)</sup>		7	5	3 <sup>5)</sup>	.
<b>TOTAAL</b>		<b>70</b>	<b>49</b>	<b>38</b>	<b>.</b>
<b>Niet-methaan-VOS (NMVOS)<sup>3)</sup></b>	miljoen kg				
Verkeer		202	153	121	118
Industrie (incl. raffinaderijen)		147	96	73	69
Consumenten		42	37	30	29
HDO		55	34	23	23
Bouw		28	21	18	18
Energiesector		25	25	22	20
Overige doelgroepen <sup>4)</sup>		4	4	4	4
<b>TOTAAL</b>		<b>504</b>	<b>370</b>	<b>290</b>	<b>281</b>

1) Onzekerheden onbekend.

2) Fijn stof overige doelgroepen: energiesector, afvalverwijderingsbedrijven, bouw, HDO en landbouw.

3) Onzekerheden in emissies van niet-methaan-VOS zijn gepresenteerd in tabel B1.2c.

4) NMVOS overige doelgroepen: afvalverwijderingsbedrijven en landbouw.

5) Emissies van fijn stof van de doelgroepen energie, industrie (inclusief raffinaderijen) en afvalverwijderingsbedrijven konden niet worden vastgesteld voor 1999. Voor deze doelgroepen is de raming van vorig jaar voor 1999 opgenomen (Emissie- en Afvaljaarrapportage, 2000).

6) Een emissieraming voor fijn stof voor de doelgroepen energie, industrie (inclusief raffinaderijen) en afvalverwijderingsbedrijven voor 2000 is niet beschikbaar.

Tabel B1.2c Onzekerheden in emissies van **verzurende stoffen en grensoverschrijdende luchtverontreiniging** (95% betrouwbaarheidsinterval) volgens de zogenaamde IPCC tier 1-methodiek.

Stof	Onzekerheid in emissies 1999 <sup>1)</sup>
	%
NH <sub>3</sub>	17
NO <sub>x</sub>	11
SO <sub>2</sub>	8
Fijn stof <sup>2)</sup> (PM <sub>10</sub> )	.
NMVOS (volgens KWS2000)	26
zuur-equivalenten <sup>3)</sup>	.

1) Eerste inschatting van de onzekerheden, niet-gecorrigeerd voor mogelijke correlaties. De hier genoemde onzekerheden gelden niet voor de emissies in 2000, omdat deze een voorlopig karakter hebben.

2) Onzekerheid onbekend.

3) De onzekerheid in zuur-equivalenten is niet berekend vanwege afhankelijkheden in activiteitsniveaus tussen stoffen.

Tabel B1.3 De emissies in 1990, 1995, 1999 en 2000 voor het thema *Vermesting*.

Stof/doelgroep	Eenheid	1990	1995	1999	2000
<b>BODEM<sup>1)</sup></b>					
<b>N-totaal<sup>3)</sup></b>	miljoen kg				
Landbouw		406	460	424	338
Overige doelgroepen <sup>2)</sup>		2	2	2	2
<b>TOTAAL</b>		<b>408</b>	<b>462</b>	<b>426</b>	<b>340</b>
<b>P-totaal<sup>3)</sup></b>	miljoen kg				
Landbouw		73	63	57	48
<b>TOTAAL</b>		<b>73</b>	<b>63</b>	<b>57</b>	<b>48</b>
<b>Totaal</b>	M-eq				
Landbouw		114	109	100	82
<b>OPPERVLAKTEWATER<sup>6)</sup></b>					
<b>N-totaal</b>	miljoen kg				
Industrie (incl. raffinaderijen)		21	14	12	12
Consumenten		50	53	54	55
Landbouw		9	6	6	6
Overige doelgroepen <sup>4)</sup>		3	6	5	5
<b>TOTAAL</b>		<b>83</b>	<b>78</b>	<b>77</b>	<b>78</b>
<b>P-totaal</b>	miljoen kg				
Industrie (incl. raffinaderijen)		12	5	5	3
Consumenten		5	6	6	6
Landbouw		1	0	0	0
Overige doelgroepen <sup>5)</sup>		0	0	0	0
<b>TOTAAL</b>		<b>18</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>9</b>
<b>Totaal</b>	M-eq				
Industrie (incl. raffinaderijen)		14	6	6	4
Consumenten		10	11	11	12
Landbouw		2	1	1	1
Overige doelgroepen		0	1	1	1
<b>TOTAAL</b>		<b>26</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>17</b>

1) De hier gepresenteerde emissies betreffen de aanvoer minus de afvoer.

2) N-totaal overige doelgroepen: RWZI's, afvalverwijderingsbedrijven, consumenten.

3) De ingeschatte onzekerheid in de emissie van N- en P-totaal naar de bodem is circa 10%.

4) Overige doelgroepen oppervlaktewater N-totaal: afvalverwijderingsbedrijven, HDO, bouw, drinkwaterbedrijven, energiesector.

5) Overige doelgroepen oppervlaktewater P-totaal: afvalverwijderingsbedrijven, HDO, bouw.

6) Data zijn exclusief atmosferische depositie en af- en uitspoeling landbouw.

Tabel B1.4 Belasting van oppervlaktewater<sup>1)</sup> in 2000.

	Eenheid	Industrie	Consumenten	Landbouw	Overig	RWZI's, overstorten en regenwaterriool	TOTAAL
P-totaal	miljoen kg	1	0	6	0	3	10
N-totaal	miljoen kg	5	1	92	5	32	136
Totaal	M-eq	2	0	15	1	6	24

1) Data zijn inclusief atmosferische depositie (aangegeven bij Overig) en af- en uitspoeling landbouw.

De belasting vanuit de doelgroepen heeft slechts betrekking op de directe emissies naar oppervlaktewater, de emissies vanuit de doelgroepen op riool zijn terug te vinden als belasting oppervlaktewater onder de posten: RWZI's, overstorten en regenwaterriool.

Tabel B1.5 De emissies in 1990, 1995, 1999 en 2000 voor het thema **Verspreiding** (bodem).

Stof/doelgroep	Eenheid	1990	1995	1999	2000
<b>BODEM<sup>1)</sup></b>	1000 kg				
Cadmium (Cd)		5	2	2	2
Chroom (Cr)		49	42	46	46
Koper (Cu)		790	670	670	670
Kwik (Hg)		1	1	1	1
Lood (Pb)		260	109	170	170
Nikkel (Ni)		38	40	31	31
Zink (Zn)		1400	1440	1590	1580

1) De hier gepresenteerde emissies zijn uitsluitend emissies van de landbouw op landbouwgrond en betreffen de aanvoer minus de afvoer. Data zijn exclusief atmosferische depositie en af- en uitspoeling.

Tabel B.1.5 (vervolg) De emissies in 1990, 1995, 1999 en 2000 voor het thema *Verspreiding* (lucht).

Stof/doelgroep	Eenheid	1990	1995	1999	2000 <sup>2)</sup>
<b>LUCHT</b>					
<b>Cadmium (Cd)</b>					
	1000 kg				
Industrie (incl. raffinaderijen)		1	1	1 <sup>1)</sup>	.
Afvalverwijderingsbedrijven		1	0	0 <sup>1)</sup>	.
Overige doelgroepen		0	0	0 <sup>1)</sup>	.
TOTAAL		2	1	1 <sup>1)</sup>	.
<b>Chroom (Cr)</b>					
	1000 kg				
Industrie (incl. raffinaderijen)		5	5	4 <sup>1)</sup>	.
Verkeer		1	2	2	2
Afvalverwijderingsbedrijven		4	0	0 <sup>1)</sup>	.
Overige doelgroepen		1	1	0 <sup>1)</sup>	.
TOTAAL		11	8	6	.
<b>Koper (Cu)</b>					
	1000 kg				
Verkeer		7	8	8	9
Consumenten		6	8	11	9
Industrie (incl. raffinaderijen)		5	5	4 <sup>1)</sup>	.
Overige doelgroepen		3	1	0 <sup>1)</sup>	.
TOTAAL		19	20	23	.
<b>Kwik (Hg)</b>					
	1000 kg				
Industrie (incl. raffinaderijen)		1	1	0 <sup>1)</sup>	.
Afvalverwijderingsbedrijven		1	0	0 <sup>1)</sup>	.
Overige doelgroepen		0	0	0 <sup>1)</sup>	.
TOTAAL		3	1	1 <sup>1)</sup>	.
<b>Lood (Pb)</b>					
	1000 kg				
Industrie (incl. raffinaderijen)		69	71	28 <sup>1)</sup>	.
Verkeer		244	84	1	1
Overige doelgroepen		19	4	3 <sup>1)</sup>	.
TOTAAL		333	159	32	.
<b>Nikkel (Ni)</b>					
	1000 kg				
Industrie (incl. raffinaderijen)		66	78	40 <sup>1)</sup>	.
Verkeer		9	10	10	11
Overige doelgroepen		9	8	2 <sup>1)</sup>	.
TOTAAL		84	96	52	.
<b>Zink (Zn)</b>					
	1000 kg				
Industrie (incl. raffinaderijen)		148	107	64 <sup>1)</sup>	.
Verkeer		26	29	33	34
Overige doelgroepen		47	8	6 <sup>1)</sup>	.
TOTAAL		221	144	103	.

1) Emissies van bovengenoemde stoffen voor de doelgroepen energie, industrie (inclusief raffinaderijen) en afvalverwijderingsbedrijven konden niet worden vastgesteld voor 1999. Voor deze doelgroepen is de raming van vorig jaar voor 1999 opgenomen (Emissie- en Afvaljaarrapportage, 2000).

2) Een emissieraming voor bovengenoemde stoffen voor de doelgroepen energie, industrie (inclusief raffinaderijen) en afvalverwijderingsbedrijven voor 2000 is niet beschikbaar.

Tabel B.1.5 (vervolg) De emissies in 1990, 1995, 1999 en 2000 voor het thema **Verspreiding** (lucht).

Stof/doelgroep	Eenheid	1990	1995	1999	2000 <sup>2)</sup>
<b>Dioxine</b>	gram				
Consumenten		31	28	25	24
Industrie (incl. raffinaderijen)		38	29	3 <sup>1)</sup>	.
Afvalverwijderingsbedrijven		537	6	4 <sup>1)</sup>	.
Overige doelgroepen		4	3	3 <sup>1)</sup>	.
TOTAAL		611	67	35	.
<b>Fluoride</b>	miljoen kg				
Industrie (incl. raffinaderijen)		1	1	1 <sup>1)</sup>	.
Overige doelgroepen		0	0	0 <sup>1)</sup>	.
TOTAAL		2	1	1 <sup>1)</sup>	.
<b>Benzeen</b>	miljoen kg				
Verkeer		6	4	3	3
Energiesector		2	2	2 <sup>1)</sup>	.
Consumenten		1	1	1	0
Industrie (incl. raffinaderijen)		1	0	0 <sup>1)</sup>	.
Overige doelgroepen		1	0	0 <sup>1)</sup>	.
TOTAAL		10	8	6	.
<b>Benzo(a)pyreen</b>	1000 kg				
Consumenten		1	1	1	1
Verkeer		1	0	0	0
Industrie (incl. raffinaderijen)		3	1	0 <sup>1)</sup>	.
Overige doelgroepen		0	0	0 <sup>1)</sup>	.
TOTAAL		5	3	1	.
<b>Fluorantheen</b>	1000 kg				
Industrie (incl. raffinaderijen)		57	30	35 <sup>1)</sup>	.
Consumenten		19	14	13	13
Verkeer		11	9	8	8
Landbouw		9	7	7	7
Overige doelgroepen		7	5	5 <sup>1)</sup>	.
TOTAAL		102	65	68	.
<b>Koolmonoxide (CO)</b>	miljoen kg				
Verkeer		754	590	473	462
Industrie (incl. raffinaderijen)		272	215	151	153
Consumenten		70	62	54	52
Overige doelgroepen		68	28	34	34
TOTAAL		1164	894	712	701

1) Emissies van bovengenoemde stoffen voor de doelgroepen energie, industrie (inclusief raffinaderijen) en afvalverwijderingsbedrijven konden niet worden vastgesteld voor 1999. Voor deze doelgroepen is de raming van vorig jaar voor 1999 opgenomen (Emissie- en Afvaljaarrapportage, 2000).

2) Een emissieraming voor bovengenoemde stoffen voor de doelgroepen energie, industrie (inclusief raffinaderijen) en afvalverwijderingsbedrijven voor 2000 is niet beschikbaar.

Tabel B.1.5 (vervolg) De emissies in 1990, 1995, 1999 en 2000 voor het thema **Verspreiding** (water).

Stof/doelgroep	Eenheid	1990	1995	1999	2000
<b>EMISSIES NAAR OPPERVLAKTEWATER<sup>1)</sup></b>					
<b>Cadmium (Cd)</b>	1000 kg				
Consumenten		1	1	1	1
Industrie (incl. raffinaderijen)		4	1	0	0
Overige doelgroepen		0	0	0	0
TOTAAL		5	2	1	1
<b>Chroom (Cr)</b>	1000 kg				
Industrie (incl. raffinaderijen)		46	32	29	30
Consumenten		3	3	3	3
Overige doelgroepen		2	3	2	2
TOTAAL		51	38	34	36
<b>Koper (Cu)</b>	1000 kg				
Consumenten		113	122	136	127
Industrie (incl. raffinaderijen)		54	39	41	39
Verkeer		27	28	29	29
HDO		14	14	14	14
Overige doelgroepen		2	3	1	1
TOTAAL		209	206	221	210
<b>Kwik (Hg)</b>	1000 kg				
HDO		2	1	0	0
Consumenten		0	0	0	0
Industrie (incl. raffinaderijen)		1	0	0	0
Overige doelgroepen		0	0	0	0
TOTAAL		3	2	1	1
<b>Lood (Pb)</b>	1000 kg				
Consumenten		68	72	74	74
Landbouw		62	36	34	35
HDO		13	13	14	14
Industrie (incl. raffinaderijen)		26	12	10	9
Verkeer		10	9	7	7
Overige doelgroepen		2	1	1	1
TOTAAL		180	142	140	139
<b>Nikkel (Ni)</b>	1000 kg				
Industrie (incl. raffinaderijen)		43	29	23	25
Consumenten		7	8	8	8
Overige doelgroepen		3	2	2	2
TOTAAL		53	38	33	36
<b>Zink (Zn)</b>	1000 kg				
Consumenten		253	230	212	212
Verkeer		108	101	103	106
Industrie (incl. raffinaderijen)		176	79	62	67
HDO		61	45	37	36
Overige doelgroepen		6	9	9	9
TOTAAL		603	464	423	430

1) Data zijn exclusief atmosferische depositie en af- en uitspoeling landbouw.

Tabel B.1.5 (vervolg) De belasting in 2000 voor het thema **Verspreiding** (water)<sup>1)</sup>.

	Industrie	Consumenten	Verkeer	Landbouw	Ov. doelgroepen	Overig	RWZI's, overstorten en regenwaterriool	TOTAAL
1000 kg								
Cadmium	0	0	0		0	0	0	1
Chroom	5	0	0	0	1	1	7	14
Koper	15	3	26	0	0	2	21	68
Kwik	0	0			0	0	0	0
Lood	3	1	6	35	0	11	38	94
Nikkel	6	0	0		0	3	17	27
Zink	37	8	47	4	3	8	161	268

- 1) De belasting van het oppervlaktewater is exclusief uit- en afspoeling vanuit landbouwgronden en inclusief atmosferische depositie (aangegeven bij Overig). De belasting vanuit de doelgroepen heeft slechts betrekking op de directe emissies naar oppervlaktewater, de emissies vanuit de doelgroepen op riool zijn terug te vinden als belasting oppervlaktewater onder de posten: RWZI's, overstorten en regenwaterriolen.

## Bijlage 2 Milieukwaliteit

Tabel B2.1 **Luchtkwaliteit** in Nederland, 1990-2000. Jaargemiddelde concentraties van een aantal milieurelevante stoffen in Nederland. Gemiddelde van een aantal meetpunten (Bron: Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit RIVM).

Stof	Norm <sup>1)</sup>	% <sup>2)</sup>	1990	1995	1999	2000
<b>Bevolking, chronische blootstelling<sup>3)</sup>, µg/m<sup>3</sup></b>						
Fijn stof	40	4	42 <sup>4)</sup>	37	32	31
NO <sub>2</sub> regio	40		27	23	21	21
NO <sub>2</sub> stad	40		48	41	40	38
NO <sub>2</sub> straat	40		50	47	46	42
Benzeen regio	10	0	1 <sup>4)</sup>	1	1	1
Benzeen straat	10	0	5 <sup>4)</sup>	4	2	2
SO <sub>2</sub>	75	0	8	4	3	2
<b>Bevolking, tijdens smogperiodes, µg/m<sup>3</sup></b>						
Ozon <sup>5)</sup>	110	100	47	29	16	12
Fijn stof <sup>5)</sup>	140	0	1 <sup>4)</sup>	1	0	0
NO <sub>2</sub> regio	135		75	63	58	56
NO <sub>2</sub> stad	135		110	90	87	79
NO <sub>2</sub> straat	135		120	100	90	84
Zwarte rook straat	150	0	100	90	70	66
CO straat	6000	0	3400	2800	1800	1500
<b>Drukke straten, km weglengte boven de norm</b>						
NO <sub>2</sub>	40	2	3500	2400	2100	1700
CO	6000	0	14	4	0	0
Benzeen	10	0	240	50	0	0
B[a]P	0,001	~0	190	70	20	1
Zwarte rook	90	~0	150	90	0	7
Lood	0,5	0	5	0	0	0
<b>Natuur, chronische blootstelling, (µg/m<sup>3</sup>) x uur voor ozon</b>						
Ozon	6000	96	15000	8700	8100	7200
<b>Overig, jaargemiddelde in µg/m<sup>3</sup></b>						
VOS-regio			14 <sup>4)</sup>	12	7	8
VOS-straat			70 <sup>4)</sup>	60	30	26
Arseen			0,0020	0,0010	0,0008	0,0007
Cadmium			0,0005	0,0004	0,0003	0,0002
Zink			0,07	0,04	0,03	0,03
NH <sub>3</sub>			11 <sup>6)</sup>	11	9	8
<b>Potentieel zure depositie, z-eq/ha per jaar (o.b.v. modelberekening)</b>						
SO <sub>x</sub> <sup>7)</sup>			1680	1120	720	680
NO <sub>y</sub> <sup>7)</sup>			730	740	730	670
NH <sub>x</sub> <sup>7)</sup>			2210	2170	1950	1790
TOTAAL	2400	74	4630	4050	3410	3140

Naast de Nederlandse emissies zijn er nog grote invloeden van buitenlandse emissies en van meteorologische condities, die in veel gevallen het beeld kunnen domineren.

<sup>1)</sup> Norm uitgedrukt in µg/m<sup>3</sup>, <sup>2)</sup> Het percentage van de bevolking of natuur dat in 2000 is blootgesteld aan normoverschrijdingen, <sup>3)</sup> voor chronische blootstelling is steeds het jaargemiddelde als maat aangehouden, behalve voor SO<sub>2</sub> waar de norm op de mediaanwaarde betrekking heeft, <sup>4)</sup> de waarde over 1992, <sup>5)</sup> eenheid is dagen boven de norm in plaats van µg/m<sup>3</sup>, <sup>6)</sup> de waarde over 1993, <sup>7)</sup> Het betreft het aandeel van respectievelijk SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub> en hun volgproducten in de totale potentieel zure depositie. Na berekening zijn alle getallen afgerond op tientallen.



Tabel B2.2 **Bodemkwaliteit** in Nederland in het landelijk gebied, 1995. Percentage locaties per bodemtype waar het gehalte hoger is dan de streefwaarde<sup>1)</sup>. Diepte 0-10 cm beneden maaiveld (Bron: Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit RIVM).

	Cadmium	Zink	Lood	Koper	Chroom	Kwik	B[a]P	Som PAK	Som DDT
Streefwaarde in een standaardbodem (mg/kg)	0,8	140	85	36	100	0,3	0,025	1	0,0025
Zandgebieden	2	1	0	6	0	0	64	4	35
Rivierkleigebieden	30	15	10	10	0	5	75	10	5
Zeekleigebieden	2	2	2	5	0	2	93	9	20
Laagveengebieden	0	11	33	33	0	22	67	0	6

<sup>1)</sup> De streefwaarde is afhankelijk van het organische-stof- en lutumgehalte van de bodem. In de eerste rij is de streefwaarde voor een standaardbodem gegeven (10% organische stof en 25% lutum).

Tabel B2.3 **Grondwaterkwaliteit** in Nederland, 1990-2000. Percentage waarnemingen per fysisch-geografisch gebied waarin de concentratie van een stof in het grondwater hoger is dan de kwaliteitsnorm (meestal de streefwaarde). Diepte 5-15 m beneden maaiveld<sup>1)</sup> (Bron: Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit RIVM).

Component	Grondsoort (grondgebruik)	Aantal waarnemingen	1990 1995 1999 2000				Streefwaarde (mg/l)
			% > sw				
Cadmium	Zandgebieden-landbouw	113	14	17	13	15	0,0004
	Zandgebieden-natuur	43	26	23	19	19	
	Rivierengebied-landbouw	29	3	0	0	0	
	Zeekleigebied-landbouw	44	2	7	0	0	
	Laagveen-landbouw	26	0	0	0	0	
Zink	Zandgebieden-landbouw	113	10	10	9	11	0,065
	Zandgebieden-natuur	43	23	23	19	23	
	Rivierengebied-landbouw	29	3	3	0	0	
	Zeekleigebied-landbouw	44	0	9	2	5	
	Laagveen-landbouw	26	4	4	4	4	
Lood	Zandgebieden-landbouw	113	3	2	2)	2)	0,015
	Zandgebieden-natuur	43	2	0	2)	2)	
	Rivierengebied-landbouw	28	4	0	2)	2)	
	Zeekleigebied-landbouw	43	0	2	2)	2)	
	Laagveen-landbouw	26	0	4	2)	2)	
Nikkel	Zandgebieden-landbouw	113	14	18	14	14	0,015
	Zandgebieden-natuur	43	26	26	23	26	
	Rivierengebied-landbouw	29	0	0	0	0	
	Zeekleigebied-landbouw	44	0	0	2	2	
	Laagveen-landbouw	26	0	0	0	0	
Koper	Zandgebieden-landbouw	113	5	4	5	4	0,015
	Zandgebieden-natuur	43	5	5	5	7	
	Rivierengebied-landbouw	29	0	0	0	0	
	Zeekleigebied-landbouw	44	0	0	0	0	
	Laagveen-landbouw	26	0	0	4	4	
Chroom	Zandgebieden-landbouw	113	67	40	36	91	0,001
	Zandgebieden-natuur	43	61	42	37	95	
	Rivierengebied-landbouw	29	38	3	3	7	
	Zeekleigebied-landbouw	44	79	36	29	36	
	Laagveen-landbouw	26	81	50	42	65	
Arseen	Zandgebieden-landbouw	113	3	3	4	2	0,01
	Zandgebieden-natuur	43	2	0	0	2	
	Rivierengebied-landbouw	29	14	21	17	17	
	Zeekleigebied-landbouw	44	2	5	5	5	
	Laagveen-landbouw	26	0	0	0	0	

Tabel B2.3 (vervolg) **Grondwaterkwaliteit** in Nederland, 1990-2000. Percentage waarnemingen per fysisch-geografisch gebied waarin de concentratie van een stof in het grondwater hoger is dan de kwaliteitsnorm (meestal de streefwaarde). Diepte 5-15 m beneden maaiveld<sup>1)</sup> (Bron: Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit RIVM).

Component	Grondsoort (grondgebruik)	Aantal waarnemingen	1990	1995	1999	2000	Streefwaarde (mg/l)
			% > sw				
Aluminium	Zandgebieden-landbouw	113	21	19	16	16	0,2
	Zandgebieden-natuur	43	33	33	35	39	
	Rivierengebied-landbouw	29	3	0	0	0	
	Zeekleigebied-landbouw	44	5	7	5	5	
	Laagveen-landbouw	26	4	4	4	4	
Sulfaat	Zandgebieden-landbouw	113	8	9	6	5	150
	Zandgebieden-natuur	43	0	2	2	2	
	Rivierengebied-landbouw	29	7	7	17	17	
	Zeekleigebied-landbouw	44	25	23	18	18	
	Laagveen-landbouw	26	4	4	4	4	
Kalium	Zandgebieden-landbouw	113	20	22	23	23	12
	Zandgebieden-natuur	43	5	2	2	2	
	Rivierengebied-landbouw	29	7	7	7	7	
	Zeekleigebied-landbouw	44	52	52	52	52	
	Laagveen-landbouw	26	27	27	31	31	
Nitraat-stikstof	Zandgebieden-landbouw	113	23	22	19	20	11,3 <sup>3)</sup>
	Zandgebieden-natuur	43	2	7	2	5	
	Rivierengebied-landbouw	29	3	3	3	3	
	Zeekleigebied-landbouw	44	0	0	0	0	
	Laagveen-landbouw	26	0	0	0	0	
Ammonium- stikstof	Zandgebieden-landbouw	113	23	22	19	20	2
	Zandgebieden-natuur	43	5	7	7	7	
	Rivierengebied-landbouw	29	3	7	7	7	
	Zeekleigebied-landbouw	44	45	45	41	41	
	Laagveen-landbouw	26	31	31	31	31	
Totaal-fosfor	Zandgebieden-landbouw	113	6	10	5	7	0,4
	Zandgebieden-natuur	43	0	0	0	0	
	Rivierengebied-landbouw	29	0	0	0	0	
	Zeekleigebied-landbouw	44	18	18	11	11	
	Laagveen-landbouw	26	11	11	11	11	

1) Indien in het aangegeven jaar waarnemingen ontbreken zijn waarnemingen gebruikt van hoogstens een van de twee vorige jaren of van één of twee volgende jaren.

2) Geen metingen uitgevoerd.

3) Dit betreft de EU-richtwaarde voor voor nitraat water.

Tabel B2.4 Geïndexeerde oppervlaktewaterkwaliteit in Nederland voor rijks- en regionale wateren (Bron: CIW).

**Regionale wateren<sup>1)</sup>** (Bron: CIW, Water in beeld, 2001).

	1990	1995	1997	1998	1999
Totaal-P	3,3	2,2	2,1	2,0	2,1
Totaal-N	2,2	2,2	2,3	2,7	1,7
Cu	2,7	2,9	2,5	2,3	2,6
Ni	1,5	1,4	1,3	1,4	1,3
Zn	1,4	1,3	1,1	1,6	1,5

Andere zware metalen beneden MTR.

1) De circa 200 locaties waarop gemeten wordt wisselen van jaar tot jaar. Alle getallen van regionale wateren moeten daarom worden geïnterpreteerd als indicatieve waarden. Geïndexeerd ten opzichte van de richtinggevende waarde (nutriënten) of MTR (zware metalen).

**Grote rivieren<sup>1)</sup>** (Bron: CIW, Water in Beeld, 2001).

	1990	1995	1997	1998	1999 <sup>2)</sup>	2000 <sup>2)</sup>
Totaal-P (zomergem.)	2,3	1,7	1,9	1,9	1,6	1,8
Totaal-N (zomergem.)	2,3	2,0	1,9	1,8	1,8	1,7
Cu	2,2	2,0	1,7	2,3	2,4	2,0
Zn	2,0	1,7	1,2	1,3	1,6	0,8

Andere zware metalen niet gerapporteerd.

1) Geïndexeerd ten opzichte van de richtinggevende waarde (nutriënten) of MTR (zware metalen).

2) Door het RIVM berekende waarden.

**Zoute wateren<sup>1)</sup> Nutriënten** (Bron: RIKZ).

	1990	1995	1997	1998	1999
<b>Kustzone Noordzee</b>					
DIP <sup>2)</sup> winter	3,0	2,1	1,6	1,7	1,8
DIN <sup>2)</sup> winter	3,8	4,4	3,9	3,7	5,1
<b>Zuidelijke Noordzee</b>					
DIP <sup>2)</sup> winter	0,9	0,9	0,9	0,7	0,7
DIN <sup>2)</sup> winter	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7

1) 50 percentiel; geïndexeerd ten opzichte van de achtergrondwaarden.

2) DIP = dissolved inorganic phosphorus; DIN = dissolved inorganic nitrogen.

**Zoute wateren<sup>1)</sup> Zware metalen** (Bron: RIKZ).

	1996	1997	1998	1999
<b>Westerschelde</b>				
Cu	1,0	0,9	0,9	0,9
Zn	1,8	1,7	1,6	1,7
<b>Kustzone</b>				
Cu	0,7	0,7	1,1	0,9
Zn	1,4	1,2	1,2	1,3
<b>Waddenzee West</b>				
Cu	0,7	0,6	0,6	0,6
Zn	1,2	1,2	1,1	1,3
<b>Waddenzee Oost</b>				
Cu	0,6	0,6	0,6	0,7
Zn	1,1	1,1	1,1	1,2
<b>Eems-Dollard</b>				
Cu	0,5	0,5	0,6	0,7
Zn	1,1	1,1	1,1	1,6

1) Zware metalen in zwevende stof, 90-percentiel, gestandaardiseerd en geïndexeerd ten opzichte van de streefwaarde.

## Bijlage 3 Productie en verwerking van afval per doelgroep

*Productie en verwerking van afval per doelgroep in 1990, 1995, 1999 en 2000 (exclusief verontreinigde grond, baggerspecie en mest) in miljoen kg.*

Doelgroep	Verwerkingswijze	1990	1995	1999	2000 (voorlopig)
Consumenten	hergebruik	985	2925	3790	3860
	verbranden	1925	1865	3615	3645
	storten	3285	2530	980	1140
	<b>totaal</b>	<b>6195</b>	<b>7320</b>	<b>8385</b>	<b>8645</b>
Verkeer	hergebruik	1060	990	785	760
	verbranden	70	60	50	45
	storten	155	40	35	45
	<b>totaal</b>	<b>1285</b>	<b>1090</b>	<b>870</b>	<b>850</b>
Landbouw	hergebruik	1210	1250	1760	1765
	verbranden	75	75	45	45
	storten	305	305	10	10
	<b>totaal</b>	<b>1590</b>	<b>1630</b>	<b>1815</b>	<b>1820</b>
Industrie (incl. raffin.)	hergebruik	13880	16240	16535	16490
	verbranden	645	890	1200	1270
	storten	3660	1580	1375	1310
	lozen	1805	1420	1210	1155
<b>totaal</b>	<b>19990</b>	<b>20130</b>	<b>20320</b>	<b>20225</b>	
HDO	hergebruik	740	1580	2370	2515
	verbranden	900	750	890	965
	storten	2350	1775	1540	1390
	<b>totaal</b>	<b>3990</b>	<b>4105</b>	<b>4800</b>	<b>4870</b>
Bouw	hergebruik	9315	12910	16615	17970
	verbranden	165	160	210	210
	storten	3200	1030	1220	870
	<b>totaal</b>	<b>12690</b>	<b>14100</b>	<b>18045</b>	<b>19050</b>
Energie	hergebruik	1280	1355	1395	1615
	verbranden	25	0	10	10
	storten	85	25	45	45
	<b>totaal</b>	<b>1390</b>	<b>1380</b>	<b>1450</b>	<b>1670</b>
RWZI's	hergebruik	2075	360	170	185
	verbranden	80	895	1080	1050
	storten	770	880	270	250
	lozen	0	0	0	0
<b>totaal</b>	<b>2920</b>	<b>2135</b>	<b>1520</b>	<b>1485</b>	
Drinkwatervoorz.	hergebruik	60	50	110	110
	storten	65	50	25	25
	<b>totaal</b>	<b>125</b>	<b>100</b>	<b>135</b>	<b>135</b>
TOTAAL	HERGEBRUIK	30605	37660	43530	45270
	VERBRANDEN	3885	4695	7100	7240
	STORTEN	13880	8215	5500	5085
	LOZEN	1815	1420	1210	1155
	<b>TOTAAL</b>	<b>50180</b>	<b>51990</b>	<b>57340</b>	<b>58750</b>

## Bijlage 4 Ontwikkeling milieukosten

Milieukosten per doelgroep per thema voor de jaren 1990, 1995, 1999, 2000 en 2005 in miljoenen euro (prijspeil 2001).

	land- bouw	indu- strie & raffina- derijen	energie	verkeer	consu- menten	HDO	bouw	afval- ver- werking	actoren in de water- keten	TOTAAL
<b>1990</b>										
Verzuring <sup>1)</sup>	2	124	171	175	2	6	1	0	0	<b>482</b>
Klimaatverandering	0	0	0	0	0	97	0	0	0	<b>97</b>
Vermesting	41	27	0	0	0	1	0	52	108	<b>228</b>
Verspreiding	0	600	53	237	0	16	0	88	452	<b>1445</b>
Verwijdering	0	44	9	0	0	16	25	1613	706	<b>2414</b>
Verstoring	0	62	53	130	0	110	1	0	0	<b>355</b>
Onderzoek en ontw.	0	53	14	0	0	186	0	0	42	<b>295</b>
Uitvoering en handhaving	0	49	7	0	0	389	2	0	110	<b>556</b>
Verontreiniging bodem	0	57	28	0	2	163	7	0	0	<b>257</b>
Overig <sup>2)</sup>	0	12	15	0	1	0	0	0	0	<b>29</b>
<b>TOTAAL</b>	<b>43</b>	<b>1027</b>	<b>351</b>	<b>541</b>	<b>5</b>	<b>984</b>	<b>36</b>	<b>1753</b>	<b>1418</b>	<b>6158</b>
<b>1995</b>										
Verzuring <sup>1)</sup>	54	177	275	176	15	8	2	2	0	<b>709</b>
Klimaatverandering	0	0	10	0	0	231	0	0	0	<b>242</b>
Vermesting	56	29	0	0	0	10	0	87	152	<b>335</b>
Verspreiding	80	669	79	226	0	82	23	143	546	<b>1850</b>
Verwijdering	0	76	12	0	0	9	33	2579	679	<b>3387</b>
Verstoring	0	63	73	132	0	183	1	0	0	<b>454</b>
Onderzoek en ontw.	0	61	20	0	0	247	0	0	53	<b>382</b>
Uitvoering en handhaving	0	74	17	0	0	623	3	0	145	<b>862</b>
Verontreiniging bodem	0	89	73	0	6	330	13	0	42	<b>551</b>
Overig <sup>2)</sup>	2	68	19	0	7	19	0	0	0	<b>115</b>
<b>TOTAAL</b>	<b>192</b>	<b>1306</b>	<b>578</b>	<b>534</b>	<b>28</b>	<b>1743</b>	<b>76</b>	<b>2812</b>	<b>1617</b>	<b>8886</b>
<b>1999</b>										
Verzuring <sup>1)</sup>	42	243	227	186	49	13	3	2	0	<b>765</b>
Klimaatverandering	0	1	10	0	6	479	0	0	0	<b>496</b>
Vermesting	49	30	0	0	0	169	0	78	167	<b>493</b>
Verspreiding	105	720	74	239	5	107	80	142	540	<b>2011</b>
Verwijdering	0	90	12	0	2	33	38	2852	683	<b>3711</b>
Verstoring	0	69	85	145	0	209	1	0	0	<b>510</b>
Onderzoek en ontw.	0	65	20	0	0	500	0	0	56	<b>641</b>
Uitvoering en handhaving	0	88	15	0	0	617	4	0	150	<b>874</b>
Verontreiniging bodem	0	120	73	0	7	441	14	0	42	<b>697</b>
Overig <sup>2)</sup>	3	74	30	0	0	54	0	0	0	<b>162</b>
<b>TOTAAL</b>	<b>199</b>	<b>1500</b>	<b>547</b>	<b>570</b>	<b>69</b>	<b>2621</b>	<b>140</b>	<b>3075</b>	<b>1638</b>	<b>10360</b>

1) Milieukosten Verzuring hebben betrekking op NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> en NH<sub>3</sub>.

2) Overig omvat aantasting ozonlaag, verdroging en landschap.

Milieukosten (vervolg) per doelgroep per thema voor de jaren 1990, 1995, 1999, 2000 en 2005 in miljoenen euro (prijspeil 2001).

	land- bouw	indu- strie & raffina- derijen	energie	verkeer	consu- menten	HDO	bouw	afval- ver- werking	actoren in de water- keten	TOTAAL
<b>2000</b>										
Verzuring <sup>1)</sup>	43	261	222	322	52	14	3	2	0	<b>918</b>
Klimaatverandering	0	1	10	0	8	597	0	0	0	<b>617</b>
Vermesting	52 <sup>3)</sup>	30	0	0	0	261	0	78	179	<b>599</b>
Verspreiding	111	737	75	168	7	110	81	146	579	<b>2014</b>
Verwijdering	0	93	12	0	6	22	40	3080	751	<b>4004</b>
Verstoring	0	72	84	154	0	249	1	0	0	<b>561</b>
Onderzoek en ontwikkeling	0	66	20	0	0	419	0	0	56	<b>561</b>
Uitvoering en handhaving	0	90	15	0	0	599	4	0	150	<b>857</b>
Verontreiniging bodem	0	125	74	0	7	386	14	0	42	<b>648</b>
Overig <sup>2)</sup>	3	76	31	0	0	43	0	0	3	<b>156</b>
<b>TOTAAL</b>	<b>208</b>	<b>1551</b>	<b>542</b>	<b>643</b>	<b>81</b>	<b>2699</b>	<b>143</b>	<b>3307</b>	<b>1760</b>	<b>10936</b>
<b>2005 behoedzaam</b>										
Verzuring <sup>1)</sup>	62	295	237	508	67	51	3	3	0	<b>1225</b>
Klimaatverandering	24	39	38	0	28	901	0	0	0	<b>1029</b>
Vermesting	77 <sup>3)</sup>	16	0	0	0	50	0	82	224	<b>450</b>
Verspreiding	116	627	72	346	18	101	87	149	723	<b>2239</b>
Verwijdering	0	103	12	0	30	35	41	3226	1102	<b>4550</b>
Verstoring	0	86	79	191	0	141	2	0	0	<b>499</b>
Onderzoek en ontwikkeling	0	74	20	0	0	582	0	0	56	<b>731</b>
Uitvoering en handhaving	0	98	13	0	0	527	4	0	150	<b>793</b>
Verontreiniging bodem	0	144	73	0	8	441	17	0	42	<b>725</b>
Overig <sup>2)</sup>	4	74	29	0	0	44	0	0	37	<b>189</b>
<b>TOTAAL</b>	<b>283</b>	<b>1556</b>	<b>575</b>	<b>1045</b>	<b>150</b>	<b>2873</b>	<b>154</b>	<b>3459</b>	<b>2334</b>	<b>12429</b>

1) Milieukosten Verzuring hebben betrekking op NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> en NH<sub>3</sub>.

2) Overig omvat aantasting ozonlaag, verdroging en landschap.

3) Voorlopig cijfer, bevat slechts een deel van de milieukosten.

# Afkortingenlijst

ACEA	Association des constructeurs Européens d'automobiles	MKZ	Mond- en klauwzeer
AOT	Accumulated over threshold	MIG	Modernisering instrumentarium geluidbeleid
B[a]P	Benzo [a] pyreen	MOP	Meerjaren ontwikkelings- programma
BBP	Bruto Binnenlands Product	MTR	Maximaal Toelaatbaar Risico
BRZO	Besluit Risico's Zware Ongevallen	MW	Mega-Watt
CFK	Chloorfluorkoolwaterstoffen (volledig gehalogeneerd)	N	Stikstof
CH <sub>4</sub>	Methaan	N <sub>2</sub> O	Distikstofoxide
CIW	Commissie Integraal Waterbeheer	NAP	Noordzee actieplan
CO	Koolmonoxide	NEC	National Emissions Ceiling
CO <sub>2</sub>	Koolstofdioxide	NH <sub>3</sub>	Ammoniak (emissie)
CPB	Centraal Planbureau	NH <sub>x</sub>	Ammoniak (depositie)
dB(A)	decibel (audio)	NMP	Nationaal Milieubeleidsplan
DALY	Disability adjusted life years	NO <sub>2</sub>	Stikstofdioxide
DLO	Dienst Landbouwkundig Onderzoek	NO <sub>x</sub>	Stikstofoxiden (emissie)
DNI	Duurzaam nationaal inkomen	NO <sub>y</sub>	Stikstofoxiden (depositie)
EAJR	Emissie- en afvaljaarrapportage	NVVP	Nationaal verkeers- en vervoersplan
EFTEC	Economics for the Environmental Consultancy	O <sub>3</sub>	Ozon
EHS	Ecologische hoofdstructuur	OECD	Organization for economic cooperation and development
ETC-AQ/EEA	European Topic Centre on Air Quality/European Environment Agency	OESO	Organisatie voor economische samenwerking en ontwikkeling
EU	Europese Unie	OSPAR	Oslo-Parijs conventies (1972/1973)
EVR	Extern-veiligheidsrapport	ppm	parts per million (10 <sup>-6</sup> )
HDO	Handel, diensten en overheid	P	Fosfor
HFK	Fluorkoolwaterstoffen	PAK	Polycyclische aromatische koolwaterstoffen
ICES	Interdepartementale Commissie voor het Economisch Structuurbeleid	PCB	Polychloorbifenylnyl
IPO	Interprovinciaal overleg	PFK	Perfluorkoolwaterstof
IPCC	Intergovernmental Panel Climate Change	PJ	Peta Joule (10 <sup>15</sup> )
IR	Individueel risico	PKB	Planologische Kernbeslissing
ISV	Investeringsbudget stedelijke vernieuwing	PM <sub>10</sub>	Fijn stof
KWS2000	Koolwaterstoffen2000	RAP	Rijn actieplan
m-eq	vermestingsequivalenten	REB	Regulerende Energiebelasting
MAP	Milieuactieplan	RWZI	Rioolwaterzuiveringsinstallatie
MER	Milieueffectrapportage	SF <sub>6</sub>	Zwavelhexafluoride
MINAS	Mineralenaangiftesysteem	SEO	Stichting voor economisch onderzoek
MJA	Meerjarenafpraak	SO <sub>2</sub>	Zwavel dioxide (emissie)
MJP-G	Meerjarenplan gewasbescherming	SO <sub>x</sub>	Zwavel dioxide (depositie)
MJV	Milieujaarverslag	SVV-2	Structuurschema verkeer en vervoer
		UKI	Uitvoeringsnota Klimaatbeleid deel 1

UV	Ultraviolette straling	VR	Verwaarloosbaar risico
UN-ECE	United Nations Economic Commission for Europe	WHO	World Health Organization
VAMIL	Willekeurige (voorheen Vervroegde) afschrijving van milieu-investeringen	WKK	Warmtekrachtkoppeling
VOS	Vluchtige organische koolwaterstoffen	z-eq	zuur-equivalenten
		ZOAB	zeer open asfaltbeton



# Referenties

## 1 Klimaatverandering en ozonlaag

- AVV (2001). Kostenbarometer Verkeer en Vervoer. Adviesdienst Verkeer en Vervoer, Rotterdam. <http://www.rws-avv.nl>
- Brink, R. van den, and B. van Wee (1999). Passenger car fuel consumption in the recent past, Why has passenger car fuel consumption no longer shown a decrease since 1990? Paper presented at Workshop 'Indicators of transportation activity, energy and CO<sub>2</sub> emissions, 9-11. mei 1999, Stockholm.
- CPB (1993). Effecten van een kleinverbruikersheffing op energie bij lage en hoge prijsniveaus, Werkdocument Nr. 64. Centraal Plan Bureau, Den Haag.
- Daamen, D. en V. Bos (2000). Reactie van Nederlandse huishoudens op de energieheffing. Rapportnr. VROM Lucht & Energie 134. Ministerie van VROM, Den Haag.
- Environment Canada (1997). Global Benefits and Costs of the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone layer. Environment Canada, Ottawa, Canada.
- Gruil, F.R. de, and J.C. van der Leun (1994). Estimate of the wavelength dependency of ultraviolet carcinogenesis in humans and its relevance to the risk assessment of a stratospheric ozone depletion. *Health Physics* 67, 319-325.
- Harvey, D. (2000). *Global Warming, The hard science*. Prentice Hall, New Jersey.
- IPCC (1990). *IPCC Scientific Assessment 1990*. Cambridge University Press, Cambridge.
- IPCC (2001, in press). *Climate change 2001: the scientific basis, WGI Third Assessment Report*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- IPCC-II (2001, in press). *Climate change 2001: Impacts, adaptation and vulnerability, WGII Third Assessment Report*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Jones, P.D., M. New, D.E. Parker, S. Martin and I.G. Rigor (1999). Surface air temperature and its changes over the past 150 years. *Rev. Geophys.*, 37, 173-199. <http://www.cru.uae.ac.uk/cru/info/warming>
- Kageson, P. (2000). *The drive for less Fuel, 2000*. European federation for transport and environment, Brussel.
- Keeling, C.D. and T.P. Whorf (1999). Atmospheric CO<sub>2</sub> records from sites in the SIO air-sampling network. In *Trends: A Compendium of Data on Global Change*. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A. <http://cdiac.esd.ornl.gov/trends>
- KNMI (1999). *De toestand van het klimaat in Nederland*. Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, De Bilt. <http://www.knmi.nl>
- Können, G.P. en W. Fransen (1996). *De toestand van het klimaat in Nederland 1996*. Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, De Bilt.
- Können, G.P. (red) (1999). *De toestand van het klimaat in Nederland 1999*. Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, De Bilt.
- Linderhof, V. (2001). *Household demand for energy, water and the collection of waste, a microeconomic analysis, academisch proefschrift*. Rijksuniversiteit Groningen, Groningen.
- Lovins, A.B., M.M. Brylawski, D.R. Cramer and T.C. Moore (1996). *Hypercars; Materials, Manufacturing and Policy Implications*. The Hypercar Center, Rocky Mountains Institute, Snowmass, Colorado.
- Middelkoop, H. (red) (2000). *The impact of climate change on the river Rhine and the implications for water management in the Netherlands*. Summary report of NRP project 952210. RIZA-report 2000.10. ICG report 00/04. RIZA, Lelystad.
- NIBUD (1995). *Budgethandboek 1995, gegevens omtrent inkomsten, uitgaven en bestedingpatronen van particuliere huishoudens*. Nationaal Instituut voor Budgetvoorlichting, Den Haag.
- Outer, P.N. van, H. Slaper, J. Matthijsen, H.A.J.M. Reinen and R. Tax (2000). *Variability of ground-level ultraviolet: model and measurement*. *Radiat. Prot. Dosim.* 91, 105.
- PriceWaterhouseCoopers (2000). *Fiscale instrumenten effectief in stimuleren van milieugerichte innovatie*. PriceWaterhouseCoopers N.V., Den Haag.
- Prinn, R.G., R.F. Weiss, P.J. Fraser, P.G. Simmonds, F.N. Alyea and D.M. Cunnold (1997). *The ALE/GAGE/AGAGE database, DOE-CDIAC World Data Center, Dataset No. DB-1001, 1998*. [http://cdiac.esd.ornl.gov/ftp/ale\\_gage\\_Agag](http://cdiac.esd.ornl.gov/ftp/ale_gage_Agag)
- RIVM, EFTEC, NTUA and IIASA (2001). *European Environmental Priorities: an Integrated Economic and Environmental Assessment*. RIVM (report no. 481505010), Bilthoven.

- RIVM (2000). Nationale Milieuverkenning 5 2000-2030. Samsom bv, Alphen aan den Rijn.
- RIVM, A. Howarth, D.W. Pearce, E. Ozdemiroglu, T. Seccombe-Hett, K. Wieringa, C.M. Streefkerk, and A.E.M de Hollander (2001). Valuing the benefits of environmental policy: the Netherlands. RIVM, Bilthoven.
- SEO, P.H.G. Berkhout en J.W. Veldhuijzen (2001). De haalbaarheid van een Milieu en Gedragsmonitor, bieden bestaande CBS bronnen een basis? SEO, Amsterdam.
- Slaper, H., J. Matthijssen, P.N. den Outer and G. J. M. Velders (2001). Climatology of Ultraviolet Budgets using Earth Observation (CUBEO): mapping UV from the perspective of risk assessments, BCRS USP-2 report 00-17, ISBN 90 54 11 32 6.
- Swighem, J. van, A. Blijenberg, J. Dings, B. Leurs, m.m.v G. de Wit (2000). De prijs van groeiend. Economisch Instituut voor midden en klein bedrijf, Rijswijk.

## 2 Grensoverschrijdende luchtverontreiniging

- Janssen, L.H.J.M., E. Buringh, A. van der Meulen and K.D. van den Hout (1999). A method to estimate the distribution of various fractions of PM<sub>10</sub> in ambient air in the Netherlands.
- RIVM (2001). Luchtqualiteit Jaaroverzicht 1998 en 1999. RIVM (rapportnr. 725 301 006), Bilthoven.

## 3 Land en water

- CIW (2001). Water in beeld 2001. Voortgangsrapportage over het waterbeheer in Nederland. Commissie Integraal Waterbeheer, Den Haag.
- Philippart, C.J.M, G.C. Cadée, W. van Raaphorst and R. Riegman (2000). Long-term phytoplankton - nutrient interactions in a shallow coastal sea: algal community structure, nutrient budgets and denitrification potential. *Limnol. Oceanogr.* 45: 131-144.
- RIVM (2001a). Who is afraid of red, green and blue? Toets van de Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening op ecologische effecten. RIVM, Bilthoven.
- RIVM (2001b). Natuurbalans 2000. Samsom bv, Alphen aan den Rijn.
- TNO, Duyzer J.H. en A.W. Vonk. Atmosferische depositie van POP in Nederland: Resultaten van de metingen in het jaar 2000, Rapport Nr. R2001/246. TNO, Delft.

- Vonk, M., D.C.J. van der Hoek, D. van de Meent, F.G. Wortelboer en J.R.M. Alkemade (2001). Berekening van effecten van milieu op natuur ten behoeve van de 5e Nationale Milieuverkenning. RIVM (rapportnr. 408 129 017), Bilthoven.

## 4 De Leefomgeving

- Bouman, A. (2001, in voorbereiding). Verdeling milieudruk over de bevolking. RIVM, Bilthoven.
- CBS (2001). Permanent Onderzoek Leefsituatie 2000. Centraal Bureau voor de Statistiek, Voorburg/Heerlen.
- CPB (2000). Naar een efficiënter milieubeleid; een maatschappelijk-economische analyse van vier hardnekkige milieuproblemen. Centraal Planbureau, Den Haag.
- Duyvendak, J.W. en L. Veldboer (2000). Gelijkheid en verschil in het wonen. In: Meindertsma MC (ed). Stadslab. Over stedelijke vernieuwing en herstructurering. Stadslab.
- Folkert, R.J.M., H.C. Eerens, M. Odijk, P.B. van Breugel en S.A. Mogith (2001). Implementatie 1e EU-dochterrichtlijn lucht –realisatie stikstofdioxidenormen in Nederland. RIVM (rapportnr. 725 601 06), Bilthoven.
- Gemeente Rotterdam (1999). Leefkwaliteit in Overschie; onderzoek in het kader van project Stad en Milieu. Gemeente Rotterdam en Inficio, Rotterdam.
- Jonge, J. de, en A.N van der Zande (1999). De toekomst van de groene ruimte en de compacte stad. In: F.M. Dieleman, S. Musterd. Voorbij de compacte stad? Van Gorcum&Comp, Assen.
- Metz D., P. Janse, J.M. Faber en S.D. Teeuwisse (2000). Luchtqualiteit langs het Nederlandse snelwegennet in 2010; analyse van knelpunten en oplossingen. Centrum voor energiebesparing en schone technologie, Delft.
- Nijland, H. (2001). De nacht steeds minder stil in Verkeerskunde nr 5. RIVM, Bilthoven.
- Nijland, H.A., E. van Kempen, J. Jabben en J.A. Annema (2001). Geluidsmaatregelen: kosten en baten. RIVM (rapportnr. 715 120 005), Bilthoven.
- Poll, R. van (1997). The perceived quality of the urban residential environment: a multi-attribute evaluation. Thesis Groningen University, Groningen.
- RIVM (1997). Nationale Milieuverkenning 4 1997-2020. Samsom H.D. Tjeenk Willink bv, Alphen aan den Rijn.
- RIVM (2000). Nationale Milieuverkenning 5. Samsom H.D. Tjeenk Willink bv, Alphen aan den Rijn.

- RPD (2000). Balans Ruimtelijke Kwaliteit 2000. Ministerie Van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Den Haag.
- Tweede Kamer (2001). Wijziging van de Wet luchtvaart inzake de inrichting en het gebruik van de luchthaven Schiphol. Vergaderjaar 2000-2001, 27 603, nrs. 1-2, Den Haag.
- Veld, R.J. in 't (2000). Willens en Wetens. RMNO, Rijswijk.
- Vries, S. de, R.A. Verheij en O.P. Groenewegen (2000). Natuur en gezondheid een verkennend onderzoek naar de relatie tussen volksgezondheid en groen in de leefomgeving. Uit: Mens & Maatschap, jaargang 570, Nr.4 Pagina 320 t/m 337.
- VROM (2000). Perspectief op wonen. Ministerie Van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Den Haag.
- WHO (1999). Guidelines for community noise. World Health Organization.  
[http://www.who.int/environmental\\_information/Noise.htm](http://www.who.int/environmental_information/Noise.htm)
- Woudenberg, F. en L. Elsmans (2000). Leefbaarheid in Rijnmond. GGD, Rotterdam.
- Sjöberg, L. and B.M. Drottz-Sjöberg (1994). Risk perception. Riskkollegiet, Stocholm. Radiation and society: comprehending radiation risk. 1, 29-60. 94. Vienna, IAEA.
- Slovic, P., B. Fischhoff and S. Lichtenstein (2000). Facts and fears: understanding perceived risk. An extended study of risk perception. In Slovic, P. (ed.) The perception of risk. Earthscan Publications Ltd, London, Sterling.
- VHIN (2001). Persoonlijke mededeling. Vereniging voor Hout Verduurzaming in Nederland, Utrecht.

## 5 Risico's en veiligheid

## 6 Duurzame ontwikkeling

- Covello, V.T. (1995). Risk perception and communication. Canadian Journal of Public Health 1995; 86:78-82.
- EC (2001). White Paper. Europese Commissie, <http://www.europa.eu.int/comm/environment/chemicals/index.htm>
- Fischhoff, B., P. Slovic, S. Lichtenstein, S. Read and B. Combs (2000). How safe is safe enough? A psychometric study of attitudes toward technological risks and benefits. In Slovic, P. (ed.) The perception of risk. Earthscan Publications Ltd, London, Sterling.
- Gezondheidsraad (1996). Risico, meer dan een getal. Handreiking voor een verdere ontwikkeling van de risicobenadering in het milieubeleid. Gezondheidsraad, Den Haag.
- Hollander, A.E.M. de, J.M. Melse, E. Lebrecht and P.G.N. Kramers (1999). An Aggregate Public Health Indicator to Represent the Impact of Multiple Environment Exposures. RIVM, Bilthoven.
- Lowrance, W.W. (1976). Of acceptable risk. Science and the determination of safety. William Kaufmann, Inc., Los Altos, California.
- Otway, H.J. and D. van Winterfeldt (1982). Beyond acceptable risk: on the social acceptability of technologies. Policy Sciences 14, 247-256.
- RIVM (2000). Milieubalans 2000. Samsom bv, Alphen aan de Rijn.
- AVV (1998). Jaarrapport Goederenvervoer, editie 1998. Adviesdienst Verkeer en Vervoer, Rotterdam.
- Beer, J.G. de, and K. Blok (1999). Benchmarking the energy-efficiency using a dynamic approach. NW&S-99018, Utrecht.
- CBS (2001, in voorbereiding): IJzer, staal en kunststoffen in de Nederlandse economie, 1997 en 1990. Nationale Rekeningen. Centraal Bureau voor de Statistiek, Voorburg.
- CPB/NEI (2000). Evaluatie van infrastructuurprojecten; leidraad voor kosten-batenanalyse. Centraal Plan Bureau, Den Haag.
- Gladwin, T.N. (1995). Beyond Eco-Efficiency: Towards Socially Sustainable Business, Sustainable Development, vol 3. P35-43.
- IVAM, Muldis en TME (2001). De top-tien van de relatief meest vervuilende sectoren per milieuthema. Amsterdam.
- IVM (2000). Duurzaam Nationaal Inkomen volgens Huetting: berekeningen en analyse voor 1995. Vrije Universiteit, Amsterdam.
- Jantzen, J. (2001). Hoe duurzaam zijn AEX-genoteerde bedrijven? Instituut voor Toegepaste Milieu-Economie, Den Haag.
- Motivaction, M. Lampert en B. van der Lelij (2000). Socioconsult 2000 -basisrapport-. Projectnummer: D128. Motivaction Amsterdam BV, Amsterdam. <http://www.motivaction.nl>
- OECD (1998). OECD in figures, statistics of the member countries. OECD, Parijs.
- Phylipsen, G.J.M. (2000). International Comparisons and National Commitments; Analyzing energy and technological differences in the climate debate. Utrecht.
- RIVM (2000). Nationale Milieuverkenning 5 2000-2030. Samsom bv, Alphen aan de Rijn.
- VU, R. Hoekstra, and J.C.J.M van den Bergh (2001). Structural decomposition analysis of physical flows in the economy. Working paper. Vrije Universiteit, Amsterdam.



# Index

- aantasting ozonlaag 19, 41, 157-158  
 aardgasverbruik 25  
 afval 18, 129, 131, 134, 156  
 ammoniak zie NH<sub>3</sub>  
 Amsterdam 13, 56, 64, 95, 105-106, 111  
 BBP 11, 18, 24-25, 27, 30, 126,  
 128-130, 132  
 benzeen 13, 18, 49, 87, 104-105,  
 140, 149, 152  
 bestrijdingsmiddelen 15-16, 69, 79, 81,  
 83-86, 89, 107-108  
 Bijlmermeer 17, 94, 106, 113  
 biodiversiteit 81  
 bodem 14, 39, 67-68, 72-73, 77-79,  
 84-85, 98, 118, 122, 125, 132, 139,  
 146-147, 153, 157-158  
 -kwaliteit 76-78, 153  
 -sanering 98, 103  
 -verontreiniging 94, 98  
 broeikaseffect 43  
 broeikasgasemissie 21, 36  
 BSE 71, 119, 121  
 CFK's 37-38, 41  
 CH<sub>4</sub> 18-19, 36, 38, 88, 142-143  
 chloorverbindingen 41  
 CO<sub>2</sub> 9, 11, 18-19, 21, 23, 31-32, 34-35,  
 38, 88, 128, 131, 140-141, 143  
 -emissie 12-13, 19, 23, 30, 32, 34-36, 131  
 -reductie 21, 37  
 -uitstoot 23, 26, 30, 130  
 consumenten 23, 25, 28, 57, 71, 77,  
 127, 141-150, 156  
 consumptie 29, 131  
 -gedrag 134  
 -patroon 135  
 convenanten 48, 58-59, 126  
 DALY's 120-121  
 depositie 13-14, 18, 47-48, 53-54, 69,  
 72, 74-77, 79, 81, 85, 89, 141,  
 147, 150-152  
 derogatie 68, 73  
 dioxine 71, 121, 140, 149  
 distikstofoxide zie N<sub>2</sub>O  
 DNI 127  
 drinkwater 14, 71, 83, 116, 118, 122  
 duurzaamheid 103, 125-127, 130, 132, 134  
 Duurzaam Nationaal Inkomen zie DNI  
 duurzame energie 12, 21-23, 36-37  
 duurzame ontwikkeling 69, 125-137  
 ecosystemen 9, 14, 69, 80-82,  
 86-87, 121, 133  
 elektriciteitsverbruik 12, 23, 26, 28  
 emissie monitoring 13, 139-140  
 energie 12, 21-23, 26, 28, 32, 36-37,  
 136, 139-140, 145, 148-149, 156  
 -besparing 12, 21-23, 25, 32-34  
 -efficiency 12, 22, 25, 33, 133  
 -gebruik 9, 11, 19, 25-29, 32-33,  
 131-132, 136  
 -markt 12, 23, 35, 37  
 -voorziening 26, 36-37  
 EU-richtlijnen 13, 18, 51  
 Europees beleid 49, 57  
 EVR 108  
 externe veiligheid 16, 94, 106-109,  
 117-118, 120  
 fijn stof 13, 16, 18, 31, 48-49, 52, 62-65,  
 104-105, 131, 140, 145, 152  
 fluorverbindingen 19, 21, 36  
 fosfaat 14-15, 18, 67-68, 72-74, 77, 80  
 fosfor 70, 72, 79-81, 90  
 -belasting 70, 90  
 -concentratie 79  
 geluid 15-16, 94, 96-97, 99,  
 101-103, 116, 133  
 -belasting 15-16, 93, 97, 99-103  
 -beleid 94, 101, 103  
 -hinder 15, 94-95, 99, 101-103  
 geurhinder 9, 94, 104  
 gezondheidseffecten 15-16, 48, 53, 62,  
 104-105, 121  
 gezondheidsrisico 9, 16, 83, 98, 115-116,  
 121, 127  
 gezondheidsverlies 116, 120  
 goederenvervoer 29-30, 132-133  
 groepsrisico 17, 107-113, 118

- grondwater 14, 67-68, 71, 79, 85, 153-154  
 halonen 37, 41  
 HCFK's, 37  
 HFK's 21, 36, 38, 143  
 hoogspanningsleidingen 115, 122  
 "hot air" 11, 20  
 huishoudens 12, 19, 23, 26-28, 71, 95, 129, 136  
 individueel risico 107-109, 111-113, 118  
 industrie 10, 19, 22, 24, 32-33, 35-36, 52-53, 55, 57-59, 62, 102-104, 117, 128, 131, 139-151, 156  
 inkomen 23, 27-28, 96-97, 125, 127, 130, 135  
 internationaal klimaatbeleid 21  
 kleinverbruikers 27  
 klimaat 9, 11-12, 39, 128-130, 134, 137  
   -beleid 11, 21, 23-24, 37, 131  
   -verandering 18-45, 82, 116, 127, 141-143, 157-158  
 koolstofdioxide zie CO<sub>2</sub>  
 Koolwaterstoffen2000 zie KWS2000  
 koper 78, 80, 89, 147-148, 150-151, 153  
 kustwater 16, 72  
 KWS2000 57, 145  
 Kyoto 12, 19-21, 30, 141  
 landbouw 9, 14, 36, 45, 67, 69, 72, 74, 76-77, 129, 132, 141-147, 149-151, 156  
   -productie 71  
 leefomgeving 15, 93-113, 122, 136  
 liberalisering 10, 23, 35, 56  
 LPG-tankstations 107-108, 110  
 luchtkwaliteit 13, 18, 43, 48-49, 56, 60, 94-95, 106, 152  
 luchtvaart 16, 107, 112, 118, 141  
 luchtverontreiniging 13, 15, 47-65, 72, 93-94, 96-97, 103-105, 116, 120, 137, 139, 145  
 magnetische velden 122  
 mainports 95  
 Maximaal Toelaatbaar Risico zie MTR  
 Meerjarenafspraken zie MJA's  
 Meerjaren Programma Gewasbescherming  
   zie MJP-G  
 mest 14, 68, 71-75, 78, 129-130, 156  
   -beleid 14, 67-68, 71, 79  
   -overschot 14, 67, 72  
 methaan zie CH<sub>4</sub>  
 methylbromide 37  
 MIG 15, 94, 99, 101-103  
 milieu 9-18, 27, 31, 69, 76, 78, 84, 95, 108, 116, 125-127, 130-132, 134-136  
   -beleid 10, 64, 102-103, 116-117, 120, 131  
   -druk 9, 11, 24, 52, 71, 73, 86-87, 96, 103, 128-134, 136  
   -effecten 14, 26, 69, 84, 87, 127, 131  
   -efficiency 128  
   -kosten 18, 157-158  
   -kwaliteit 10, 18, 38, 52-53, 56, 69, 77, 81, 84, 96, 115, 127-128, 136, 152  
   -problemen 9, 93-94, 128  
   -risico 96, 117, 120, 125-126  
   -schade 26, 132, 134  
 MINAS 14, 67, 73  
 MJA's 22  
 MJP-G 69, 84  
 mobiliteit 9-10, 23, 96, 103  
 MTR 68, 79, 118, 120-121, 155  
 natuur 9-10, 13, 18, 41, 48, 51, 54, 67-68, 71, 77, 80, 82, 84, 86, 95, 103, 126, 128-131, 136, 142, 152  
 NH<sub>3</sub> 13-14, 18, 47, 51, 54, 68, 75, 77, 145  
   -concentraties 74  
   -depositie 68, 75, 77  
   -emissie 14, 67, 69, 72, 74, 77, 130  
   -koelinstallaties 107-108, 110  
 N<sub>2</sub>O 36, 38, 142  
 nitraat 14, 66, 68, 79, 83, 154  
 NO<sub>2</sub> 13, 48-49, 56, 104  
 Noordzee 15, 70, 87-88, 90-91, 155  
 Normoverschrijding 15, 18, 56, 69, 85, 97  
 NO<sub>x</sub> 13, 47, 52, 54, 59, 144,  
 nutriënten 68, 72, 79, 87, 90, 155  
 O<sub>3</sub> zie ozon  
 ontkoppeling 9, 11, 128  
 oppervlaktewater 14, 18, 67-68, 77, 80, 83-86, 140-142, 146, 151

ozon	16, 18, 37-38, 41, 48-49, 59-62, 105, 129, 152	straling	108, 119-120
-laag	19-45, 157-158	sulfaataërosol	53-54
PAK	88, 121, 153	transport	28-29, 93-94, 99, 107-110, 119, 135
personenvervoer	29-30	tuinbouw	70-71, 73
PFK	21, 36, 38, 142-143	UV	16
Planologische Kernbeslissing Schiphol	95, 112	veehouderij	9-10, 67, 70-73, 77
plantensoorten	9, 69, 81	veiligheid	16, 83, 94, 97, 106-109, 112, 115-123, 126-127, 131
PM <sub>10</sub> , zie fijn stof		veiligheidsrisico	110, 117
potentieel zure depositie	152	verdroging	69, 71, 80-81, 157-158
raffinaderijen	32-35, 52, 55, 58, 139-146, 148-150	vergiftiging	69, 80-81
railverkeer	99-100, 102	verkeer	9, 15-16, 19, 23, 29-30, 36, 52-54, 57, 62, 71, 77, 94, 99, 102, 119-120, 131, 141-145, 148-150, 156-158
REB	22-23, 26-28, 35	vermestende depositie	75
Regulerende energiebelasting zie REB		vermesting	13-14, 18, 33, 69, 74, 80-81, 89-90, 129-130, 134, 146, 157-158
Rijnmond	30, 100, 105	verstedelijking	9, 70, 82, 93
Rioolwaterzuiveringsinstallatie zie RWZI		verstoring	87, 129, 157-158
risico	12, 15, 17, 23, 68-69, 71, 77, 80-83, 85, 87, 89-90, 94, 96, 107-113, 115-123	vervoer	15-17, 19, 23, 29-30, 52, 94, 101-102, 107, 113, 132-133, 142
-acceptatie	106	verwijdering	77, 129, 157-158
-beleid	108-109, 116-117	verzuring	13, 18, 33, 49, 64, 69, 74, 76, 79-81, 128-131, 134, 144, 157-158
-beleving	106, 119	visserij	15, 45, 69, 82, 87, 90-91
-beoordelingen	119, 121	vliegverkeer	94, 99, 101, 103, 111
-bronnen	107, 120-121	volksgezondheid	117, 120, 128-129
-maten	107-108, 120	VOS	13, 18, 47, 51-52, 57-58, 60, 88, 131
-normen	16, 33, 106-108, 110, 113	vuurwerk	106-107
-perceptie	119, 140	Warmtekrachtkoppeling zie WKK	
-schattingen	108, 115-116, 118-119, 123	waterkwaliteit	79, 89
-vergelijking	120	wegverkeer	10, 23, 29, 49, 52, 55, 93-94, 99-100, 103-104
rivierafvoeren	40	wegvervoer	93, 99
RWZI	71, 141, 146-147, 151, 156	wereldbevolking	125, 137
Schiphol	17, 94-95, 99-100, 107-113	werkgelegenheid	26, 71, 95-96
SF <sub>6</sub>	21, 36, 38, 142-143	WKK	12, 22, 32, 34-35
SO <sub>2</sub>	13, 47-49, 52-54, 63, 144	woonomgeving	95, 97, 103
-emissie	50	zink	78, 80, 147-148, 150-153
stikstof	13-15, 18, 41, 48, 54, 68, 70-75, 77, 79, 81, 90, 130	zuur	13, 48, 54, 69, 74-76
-belasting	68, 73, 90	zware metalen	69, 78-80, 140, 155
-depositie	14, 69, 77	zwaveldioxide zie SO <sub>2</sub>	
-dioxide	13, 48-49, 56, 104	zwavelhexafluoride zie SF <sub>6</sub>	
-emissie	68	zwemwater	16, 83
-oxiden	13, 47, 52, 54, 59, 144		
stiltegebied	101		

