

## Milieubalans 99



# Milieubalans 99

RIJKSINSTITUUT VOOR  
VOLKSGEZONDHEID EN MILIEU

met medewerking van:

Adviesdienst Verkeer en Vervoer (AVV)

Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS)

Centraal Planbureau (CPB)

Dienst Weg- en Waterbouwkunde (DWW)

Energie-onderzoek Centrum Nederland (ECN)

Hoofdingspectie Milieuhygiëne (HIMH)

Informatie- en KennisCentrum Natuurbeheer (IKC-N)

Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI)

Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO)

Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR)

Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ)

Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer  
en Afvalwaterbehandeling (RIZA)

Staring Centrum (SC-DLO)

Sociaal en Cultureel Planbureau (SCP)

  
*onderzoek in dienst  
van mens en milieu*

RIJKSINSTITUUT VOOR VOLKSGEZONDHEID EN MILIEU

Sansom H.D. Tjeenk Willink bv, Alphen aan den Rijn, 1999

Vormgeving lay - out en productie : Studio RIVM  
Postscript uitdraaiservice : Vonk Prepress, Amersfoort  
Druk en afwerking : Den Haag Offset, Rijswijk

CIP-gegevens  
ISBN 90 140 6227 3  
ISSN 1383-4959  
NUGI 825

© RIVM Bilthoven

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

Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16b Auteurswet 1912j het Besluit van 20 juni 1974, Stb 351, zoals gewijzigd bij Besluit van 23 augustus 1985, Stb 471 en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprerecht (postbus 882, 1180 AW Amstelveen). Voor het overnemen van gedeelten uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken dient u zich te richten tot: Samsom H.D. Tjeenk Willink, Postbus 316, 2400 AH Alphen aan den Rijn.

---

## Voorwoord

Sinds 1995 brengt het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu jaarlijks - op grond van de Wet milieubeheer - een Milieubalans uit. Daarin wordt de ontwikkeling van de kwaliteit van het milieu beschreven in relatie tot de maatschappelijke ontwikkelingen en het gerealiseerde milieubeleid. De Milieubalans is het resultaat van een samenwerking met een groot aantal collega-instituten en -planbureaus: de Adviesdienst Verkeer en Vervoer, het Centraal Bureau voor de Statistiek, de Dienst Weg- en Waterbouwkunde, het Energieonderzoek Centrum Nederland, het Informatie- en KennisCentrum Natuurbeheer, het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, het Landbouw-Economisch Instituut, het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium, het Rijksinstituut voor Kust en Zee, het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, het Staring Centrum - Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied, het Centraal Planbureau en het Sociaal en Cultureel Planbureau. Ook zijn gegevens beschikbaar gesteld door de Emissie-registratie - een breed samenwerkingsverband onder auspiciën van de Hoofdingspectie Milieuhygiëne - en de Commissie Integraal Waterbeheer.

Mede om de publieke discussie over de kwaliteit van de Milieubalans te ondersteunen heeft dit jaar op onderdelen een externe wetenschappelijke beoordeling plaatsgevonden van de gebruikte methoden en modellen. De resultaten van deze audits konden voor een deel in de voorliggende Milieubalans worden verwerkt. Ook bevatten de audits aanbevelingen die zullen worden gebruikt voor toekomstige verbetering van het instrumentarium en van de presentatiewijze van de uitkomsten.

Zowel bij metingen (waarop uitspraken over de milieukwaliteit hoofdzakelijk zijn gebaseerd) als bij berekeningen (waarmee onder andere emissie-ontwikkelingen zijn bepaald) treden onzekerheden op. Onzekerheden in het cijfermateriaal zijn, evenals in voorgaande jaren, zorgvuldig meegewogen bij het trekken van conclusies. Het RIVM baseert zich daarbij niet alleen op eigen deskundigheid, maar ook op de deskundigheid van bovengenoemde wetenschappelijke instellingen. Sinds 1997 ziet een onafhankelijke Commissie van Toezicht toe op de wetenschappelijke kwaliteit van het RIVM. In haar Jaarverslag zal deze Commissie hierover rapporteren.

Samen met het CBS wordt dit jaar voor het eerst het Milieucompendium 1999 - Het milieu in cijfers - uitgebracht. Deze publicatie komt in de plaats van de Achtergronden bij de Milieubalans (RIVM) en de Milieustatistieken voor Nederland (CBS). Voor de cijfermatige onderbouwing van deze Milieubalans en de bijbehorende referenties verwijs ik naar het Milieucompendium. Deze zal ook via Internet beschikbaar komen.

De directeur-generaal van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu



ir. drs. R.B.J.C. van Noort



---

# Inhoudsopgave

Voorwoord	5
Milieubalans 99 opgemaakt	9
Samenvatting	11
1. Inleiding	19
2. MAATSCHAPPELIJKE ONTWIKKELINGEN	21
2.1 Ontwikkeling maatschappelijke activiteiten	21
2.2 Demografische ontwikkelingen en draagvlak voor milieu	22
2.3 Economische ontwikkelingen	24
2.4 Energievraag en -intensiteit	27
2.5 Energie- en ruimtegebruik door consumptie	32
3. DOELGROEPEN	37
3.1 Doelgroepen in samenhang	37
3.2 Landbouw	39
3.3 Industrie	45
3.4 Raffinaderijen	49
3.5 Energievoorziening	51
3.6 Bouw en Handel, diensten en overheid	57
3.7 Verkeer en vervoer	59
3.8 Consumenten	64
3.9 Afvalverwijderingsbedrijven	70
3.10 Actoren in de waterketen	73
4. THEMA'S	79
4.1 De thema's beschouwd	79
4.2 Klimaatverandering	83
4.2.1 Het versterkte broeikaseffect	83
4.2.2 Aantasting ozonlaag	88
4.3 Verzuring en grootschalige luchtverontreiniging	91
4.3.1 Verzuring	91
4.3.2 Grootschalige luchtverontreiniging door ozon en fijn stof	97
4.4 Vermesting	99
4.5 Verspreiding	104
4.5.1 Prioritaire stoffen	105
4.5.2 Bestrijdingsmiddelen in water	109
4.5.3 Radioactieve stoffen	112

- 
- 4.6 Verontreiniging van de bodem 113
  - 4.7 Verwijdering 117
  - 4.8 Verstoring 122
    - 4.8.1 Geluid en geur 123
    - 4.8.2 Externe veiligheid 127
    - 4.8.3 Lokale luchtverontreiniging 129
  - Intermezzo: Schiphol en Omgeving 130
  - 4.9 Verdroging 135
  - 4.10 De gebiedsgerichte benadering 139
  
  - 5. EFFECTEN 143
    - 5.1 Effecten op ecosystemen 143
    - 5.2 Effecten op de volksgezondheid 148
  
  - 6. KOSTEN EN FINANCIERING MILIEUBELEID 155

Bijlage 1: Emissies per thema per doelgroep 161

Bijlage 2: Milieukwaliteit 171

Bijlage 3: Productie en verwerking van afval per doelgroep 175

Bijlage 4: Ontwikkeling milieukosten 176

Afkortingenlijst 179

Index 181

## MILIEUBALANS 99 OPGEMAAKT

- De emissie van veel milieubelastende stoffen is de afgelopen decennia gedaald, ondanks groei van de economie. Ook in recente jaren kon een dergelijke ont koppeling worden gerealiseerd, terwijl de economie meer dan gemiddeld groeide. In tegenstelling tot de productie wordt de consumptie in Nederland steeds energie-intensiever, door bijvoorbeeld meer mobiliteit en elektrische apparaten.
- Belangrijke uitzondering is de emissie van CO<sub>2</sub>. Deze nam - temperatuurgecorrigeerd - ook de laatste jaren toe (zij het beperkt), onder andere door groei van de mobiliteit. In 1998 was de CO<sub>2</sub>-emissie circa 11% hoger dan in 1990. Voor de komende jaren wordt een verdere stijging voorzien, waardoor dit percentage oploopt tot bijna 15% in 2003. Het tempo van energiebesparing is toegenomen, maar kan de economische groei niet compenseren.
- Voor verstoring (geluid) en verwijdering zullen de doelen voor 2000 naar verwachting worden gehaald. De opgestelde anti-verdrogingsplannen lijken toereikend om de doelstelling voor 2010 te realiseren, mits de gelden uit de huidige subsidieregeling beschikbaar blijven. Bij verzuring en vermessing dalen de (stikstof-)emissies niet snel genoeg om de 2000-doelen te halen.
- Uit nieuwe inzichten in met name de effectiviteit van het onderwerken van mest blijkt, dat de ammoniakemissie uit de landbouw ongeveer 25% hoger ligt dan eerder geraamd. Door versoepeling van het mestbeleid - kunstmest telt voorlopig niet meer mee bij de berekening van het fosfaatverlies - voldeed in 1998 circa 30% (in plaats van 2%) van de aangifteplichtige bedrijven aan de wettelijke verliesnormen voor 1998. Het areaal fosfaatverzadigde gronden blijft toenemen. Onder ruim 90% van de landbouwgrond op zand ligt de nitraatconcentratie in het grondwater boven de EU-norm van 50 mg/l.
- De fosforconcentratie in oppervlaktewater is aanzienlijk gedaald en terug op het niveau van 1960-1965. De stikstofconcentratie is daarentegen veel minder gedaald en neemt de laatste jaren nauwelijks meer af. Ondanks daling van de emissies van zware metalen is de kwaliteit van bodem en water de afgelopen 10 jaar nog niet duidelijk verbeterd. In ongeveer 50% van de bemonsterde locaties werden in het oppervlaktewater normoverschrijdingen voor bestrijdingsmiddelen gevonden. In de lucht zijn sinds 1990 de concentraties giftige stoffen sterk gedaald. De huidige niveaus van ozon en fijn stof leiden echter nog tot 1-3% extra ziekenhuisopnamen en vroegtijdige sterfte.
- Mede door het gevoerde beleid zijn de afgelopen decennia de hoge niveaus van geluidbelasting afgenomen. De geluidbelasting heeft zich echter over een groter deel van Nederland uitgespreid, vooral door de groei van wegverkeer en luchtvaart. Momenteel ligt in bijna 50% van de Randstad de geluidbelasting boven de streefwaarde voor nieuwbouw.



## SAMENVATTING

### Meer welvaart, minder vervuiling

*De afgelopen 20 jaar zijn de emissies van veel milieubelastende stoffen substantieel afgenomen, ondanks een sterke groei van productie en consumptie. Dit in tegenstelling tot de periode 1960-1980, waarin de milieudruk steeds meer toenam. De emissie van CO<sub>2</sub> is de belangrijke uitzondering. Deze is immers alleen maar toegenomen. Ontkoppeling tussen productie, consumptie en vervuiling wordt steeds moeilijker, omdat de resterende technische mogelijkheden steeds duurder worden en omdat het vraagt om structurele aanpassingen op het gebied van energiegebruik, mobiliteit en voedselvoorziening. De dienstensector, een minder milieuvervuilende sector, gaat een steeds belangrijker rol spelen in de economie.*

#### ***Industrie en energievoorziening niet meer de belangrijkste vervuilers***

De bijdrage van de industrie, de energiesector en de raffinaderijen aan de emissie van veel verontreinigende stoffen is in de afgelopen decennia zowel absoluut als relatief gedaald. Door een scala aan maatregelen zijn bijvoorbeeld de verzurende emissies zodanig teruggedrongen dat de bijdrage van deze sectoren is afgenomen tot ruim een kwart van het totaal. Ook de emissie van zware metalen is sterk afgenomen. De CO<sub>2</sub>-emissies van deze sectoren zijn daarentegen gestegen. Gezamenlijk zijn ze verantwoordelijk voor ongeveer de helft van de totale emissie van broeikasgassen in Nederland.

#### ***De consument wordt welvarender en gebruikt meer energie en ruimte***

De economische groei komt in belangrijke mate tot uiting in een sterke toename van de consumptieve bestedingen. Vooral de bestedingen aan elektrische apparaten, auto's en buitenlandse reizen zijn sterk gegroeid. Het verbruik van elektrische apparaten die continu aanstaan (*stand-by*) maakt nu ruim 10% uit van het huishoudelijk elektriciteitsverbruik. In de afgelopen veertig jaar is het directe en indirecte energiegebruik per Nederlander verdrievoudigd. Efficiencyverbeteringen hebben de volumegroei van de consumptie niet kunnen compenseren.

Het direct en indirect ruimtegebruik van Nederlanders is sinds 1960 ongeveer gelijk gebleven en bedraagt momenteel 0,7 ha per persoon. Dit is relatief laag in vergelijking met het wereldgemiddelde, vooral dankzij de hoge productiviteit van de Nederlandse landbouw. Het ruimtegebruik in het buitenland betreft voor meer dan 90% import van landbouw- en houtproducten uit industrielanden waar natuur al plaats heeft gemaakt voor landbouwgronden en productiebos. De import van veevoer, hardhout en voedingsmiddelen uit derde wereldlanden kan mogelijk wel leiden tot nieuwe natuurschade, namelijk wanneer de productie niet duurzaam plaatsvindt.

### ***Energievraag en CO<sub>2</sub>-emissies blijven toenemen***

De groei van de bevolking en van de productie en consumptie hebben geleid tot een toename van de vraag naar energie en daardoor van de CO<sub>2</sub>-emissies. Efficiencyverbeteringen en meer energiebewust gedrag in de laatste jaren dragen er wel toe bij dat de CO<sub>2</sub>-emissies minder snel groeien dan in de jaren '80. Het energiebesparingstempo bedroeg in de periode 1990-1995 circa 1% per jaar. Op basis van voorlopige cijfers wordt geraamd dat dit is opgelopen tot rond de 1,5% in de periode 1995-1998. In 1998 is het energiegebruik verder toegenomen, maar minder dan in voorgaande jaren. Sinds 1995 is het energiegebruik met in totaal circa 3% gestegen, terwijl de economie in deze periode met circa 10% is gegroeid. Dit komt vooral doordat de minder energie-intensieve sectoren (zoals de dienstensector) relatief sterk zijn gegroeid.

De CO<sub>2</sub>-emissie is in 1998 nauwelijks toegenomen ten opzichte van 1997, maar is nog altijd circa 11% hoger dan in 1990. Voor de komende jaren wordt een verdere groei met 0,5-1% per jaar geraamd. Verwacht wordt dat in 2003 de emissie van CO<sub>2</sub> bijna 15% hoger zal zijn dan in 1990. Medio 1999 heeft het kabinet in de Uitvoeringsnota Klimaat maatregelen voorgesteld om ongeveer de helft van de Kyoto-verplichting voor 2010 (ofwel circa 25 miljard CO<sub>2</sub>-equivalenten) in Nederland zelf te realiseren. De overige 25 miljard CO<sub>2</sub>-equivalenten zal buiten Nederland worden ingevuld met zogeheten 'flexibele instrumenten' (zoals Joint Implementation en Clean Development Mechanism). De Nederlandse maatregelen uit de Uitvoeringsnota Klimaat hebben tot 2003 nauwelijks effect op de CO<sub>2</sub>-emissie.

Het aandeel duurzaam opgewekte energie is de afgelopen tien jaar ongeveer verdubbeld tot circa 1,8% van het Nederlandse energiegebruik. Deze groei is echter onvoldoende om de doelstelling van een aandeel van 3% in 2000 te kunnen bereiken.

### ***Landbouw: ammoniakemissie hoger dan eerder gedacht***

Nederland heeft niet alleen de meeste mensen per vierkante kilometer in Europa, maar ook de hoogste veedichtheid en het hoogste gebruik van kunstmest per hectare landbouwgrond. De niet-grondgebonden intensieve veehouderij (varkens en pluimvee) is na de Tweede Wereldoorlog sterk toegenomen door de aanvoer van goedkoop veevoer via Rotterdam. Sinds 1993 daalt de omvang van de totale veestapel. Doordat recent is besloten kunstmest voorlopig niet meer mee te tellen bij de bepaling van het fosfaatverlies, voldeed circa 30% (in plaats van 2%) van de (MINAS) aangifteplichtige bedrijven aan de wettelijke verliesnormen voor 1998. Onderzoek naar het 'ammoniak-gat' heeft geleid tot nieuwe inzichten in de omvang van de ammoniakemissies. Met name doordat het onderwerken van mest in de praktijk minder effectief blijkt te zijn, komt de ammoniakemissie circa 25% hoger uit dan eerder werd gerapporteerd.

### ***Verkeer en vervoer: technische vooruitgang ingehaald door volumegroei***

Sinds de Tweede Wereldoorlog is de mobiliteit van de Nederlander enorm gestegen. Het totaal aantal reizigerskilometers is ongeveer verzesvoudigd, waarvan zo'n 85% voor rekening komt van de personenauto. Het aantal personenauto's is toegenomen van ongeveer 2,4 miljoen in 1970 tot bijna 6 miljoen in 1998. Ondanks de groei van het aantal

personenautokilometers waren in 1998 de emissies van CO, VOS en lood door personenauto's lager dan in 1970. De emissies van NO<sub>x</sub> en fijn stof zijn na een toename tussen 1970 en 1985 inmiddels weer bijna terug op het niveau van 1970. Ondanks het succes van de katalysator is het verkeer meer gaan bijdragen aan de verzurende emissies. De CO<sub>2</sub>-emissie door verkeer en vervoer is sinds 1970 jaarlijks toegenomen, vooral door de groei van autobezit en -gebruik. Voor de komende jaren wordt een verdere groei van de CO<sub>2</sub>-emissie verwacht, maar geringer dan in voorgaande jaren met name door het recente convenant met de Europese autofabrikanten.

De geluidbelasting afkomstig van steeds meer auto's op steeds meer (snel)wegen is toegenomen. Vooral waar industrie en weg-, rail- en vliegverkeer zijn geconcentreerd (zoals rond Schiphol en in Rijnmond) is de geluidbelasting hoog. Het effect van de getroffen maatregelen is voor een deel tenietgedaan door de toename van de mobiliteit en het gebruik van bredere banden onder personenauto's. Mede door het geluidbeleid zijn de hoge niveaus van geluidbelasting afgenomen. De geluidbelasting heeft zich echter breder over Nederland uitgespreid. Momenteel ligt in bijna 50% van de Randstad de (cumulatieve) geluidbelasting boven de streefwaarde voor nieuwbouw (50 decibel).

### *Storten van afval volgens plan verminderd*

Door de sterke groei van de bevolking, productie en consumptie is de hoeveelheid afval toegenomen (sinds 1990 met bijna 13%). De afvalverwijdering is de laatste jaren steeds hoogwaardiger geworden: steeds meer afval wordt hergebruikt en steeds minder afval wordt gestort. Ook wordt meer afval in afvalverbrandingsinstallaties (AVI's) met energieopwekking verbrand. Het gestelde doel voor 2000, het storten van maximaal 4 miljard kg, zal naar verwachting in 2001 worden gehaald. De emissies van verontreinigende stoffen bij de afvalverbranding zijn de afgelopen decennia fors afgenomen. Inmiddels voldoen alle AVI's aan de zeer strenge normen.

### *Milieulasten voor huishoudens blijven toenemen*

In 1998 bedroegen de totale milieukosten circa 21 miljard gulden, ongeveer 2,8% van het bruto binnenlands product (BBP). In 1985 waren de milieukosten nog circa 8 miljard gulden. Voor de komende jaren wordt een verdere groei verwacht tot zo'n 25 miljard gulden in 2003 (3,0% van het BBP). Ook de lokale milieulastendruk voor huishoudens zal in deze periode naar verwachting verder toenemen, vooral door een stijging van de rioolrechten.

### *Burger minder bezorgd maar bereid om meer te betalen voor het milieu*

Na een periode van toenemende bezorgdheid over het milieu, daalt deze sinds 1993. Maakte in het begin van de jaren '90 nog zo'n 60% van de bevolking zich veel zorgen over het milieu, in 1998 was dat gedaald tot 40%. Ongeveer 60% van de Nederlanders zegt bereid te zijn voor een beter milieu hogere prijzen te betalen of een lagere levensstandaard te accepteren. Hogere belastingen zijn duidelijk minder populair.

## Natuur: soortenrijkdom neemt af

*De sterke bevolkingsgroei en de toegenomen welvaart hebben hun sporen nagelaten in het landschap en zijn in de afgelopen eeuw gepaard gegaan met het verdwijnen van veel natuurgebieden of 'woeste grond'. Uit de Natuurbalans 99 blijkt dat landschappen nog steeds eenvormiger worden: door mechanisatie en schaalvergroting in de landbouw zijn veel kleinschalige landschappen en specifieke landschapselementen verloren gegaan, en door verstedelijking en infrastructuur verdwijnt veel open landschap. De achteruitgang van de natuur gaat nog steeds door, zij het minder snel dan in voorgaande decennia. De achteruitgang van soorten in de afgelopen eeuw is vooral het gevolg van het verdwijnen en versnipperen van natuurgebieden. Daarnaast spelen vermessing, verzuring, verdroging en vergiftiging een rol. De depositie van stikstof op ecosystemen is nog steeds aanzienlijk hoger dan de niveaus waarbij geen (lange termijn-) effecten te verwachten zijn. Daardoor is de voedselrijkdom van de bodem in natuurgebieden de afgelopen decennia toegenomen. Vooral ecosystemen die afhankelijk zijn van voedselarme omstandigheden gaan hierdoor sterk achteruit of zijn zelfs verdwenen.*

### ***Vermesting neemt af; kwaliteitsverbetering nog niet altijd zichtbaar***

Verbeteringen van landbouwtechnieken zorgden vanaf 1950 voor een sterke groei van de veestapel. Dit resulteerde ook in een snelle toename van de hoeveelheid mest. De concentraties van veel schadelijke stoffen in lucht, water en bodem namen toe: ammoniak leidde tot verzuring en vermessing van natuurgebieden en fosfaten hoopten zich op in de bodem. Sinds het midden van de jaren '80 daalt de totale belasting van het Nederlandse milieu met vermestende stoffen. Voor de belasting van het oppervlaktewater is dit vooral te danken aan maatregelen bij de industrie, de introductie van fosfaatvrije wasmiddelen en defosfatering bij de waterzuiveringsinstallaties. De fosforconcentratie in het zoete en zoute oppervlaktewater is daardoor aanzienlijk gedaald en is terug op het niveau van 1960-1965. Mede door internationale inspanningen (Rijn- en Noordzee-actieplan) is ook de zeewaterkwaliteit over het algemeen beter dan circa tien jaar geleden. De stikstofconcentraties in zowel zoet als zout water daarentegen zijn veel minder snel gedaald en nemen de laatste jaren nauwelijks meer af.

De stikstof- en fosfaatemissies naar de bodem, vrijwel volledig afkomstig van de landbouw, zijn sinds 1987 aanzienlijk gedaald. In 1998 is de bodembelasting vooral door misoogsten (een gevolg van het extreem natte najaar) weer toegenomen. De fosfaatbemesting was in de afgelopen jaren nog steeds groter dan de afvoer (onder andere via gewassen). Dit leidt tot een toename van het areaal aan fosfaatverzadigde landbouwgronden. Door verdere maatregelen (NMP3-beleid, het Mineralenaangiftesysteem (MINAS) en de aanscherping van verliesnormen) zal de belasting in de komende jaren waarschijnlijk verder dalen. Onzekere factoren zijn de voorgenomen herstructurering van intensieve veehouderij en de vraag of kunstmest in de verliesnorm zal worden meegenomen.

Nitraat dringt snel door tot het (ondiepe) grondwater. Onder 20-30% van het areaal natuurgebied in Nederland ligt de nitraatconcentratie boven de EU-norm van 50 mg/l.

Onder het landbouwareaal op zand is dat bij ruim 90% het geval. Dit is 45% van het totale landbouwareaal. Met het aanvullend stikstofbeleid - zoals eind 1998 geformuleerd - kan dit percentage naar verwachting worden teruggebracht worden tot 15-25%. Daarmee wordt nog niet volledig voldaan aan de Europese nitraatrichtlijn.

### ***Zure depositie daalt, maar niet snel genoeg om doel te halen***

Door de succesvolle aanpak van de SO<sub>2</sub>-emissie is de depositie van verzurende stoffen de laatste 35 jaar afgenomen en terug op het niveau van rond 1950. Vooral de overgang van kolen op aardgas, de invoering van ontzwavelingsinstallaties en de inzet van zwavelarme brandstoffen in de industrie en bij raffinaderijen droegen hieraan bij. Sinds 1980 is de daling van de depositie voor ongeveer de helft te danken aan milieumaatregelen in het buitenland. Ook de sterke terugval van de industriële productie in Midden- en Oost-Europa speelde een rol.

De depositie lag in 1998 met circa 3800 zuurequivalenten per hectare (z-eq/ha) nog steeds boven de tussendoelstelling voor 2000 van 2400 z-eq/ha en ruim boven de niveaus waarbij in natuurgebieden geen (lange termijn-) effecten zijn te verwachten. De verwachting is dat in de komende jaren de depositie verder zal worden teruggebracht tot circa 3200 z-eq/ha in 2003, mede door de in Europees verband af te spreken aanvullende maatregelen.

### ***Verdroging: forse inhaalslag***

Door de toenemende vraag naar voedsel en drinkwater voor de groeiende bevolking werden ruilverkavelingen, inpolderingen en peilverlagingen van het grondwater doorgevoerd om de productiviteit van de landbouw te laten stijgen. De grondwaterstand werd omlaag gebracht om onder andere zo vroeg mogelijk in het jaar met zware werktuigen op het land te kunnen; op veel plaatsen structureel met 10-40 cm, en plaatselijk zelfs met meer dan 40 cm. Hierdoor is de soortensamenstelling in veel natuurlijke ecosystemen sterk achteruit gegaan. Het areaal verdroogd gebied bedraagt momenteel naar schatting 600.000 ha, waarvan ongeveer 275.000 ha - een gebied ter grootte van de provincie Drenthe - als hoofdfunctie natuur heeft. Sinds 1991 zijn in het kader van verschillende regelingen veel projecten gestart voor gebiedsgerichte bestrijding van verdroging. De eerste jaren werden budgetten niet optimaal benut, maar dankzij een inhaalslag in 1998 is de reductiedoelstelling van 40% minder verdroogd areaal in 2010 naar verwachting nog steeds realiseerbaar. Daarvoor is het wel van belang dat de gelden uit de huidige subsidieregeling beschikbaar blijven.

### ***Zware metalen en bestrijdingsmiddelen: concentraties nog boven de norm***

De emissie van zware metalen naar het oppervlaktewater is sinds 1985 sterk vermindert. Voor de meeste metalen is vooral de bijdrage van de industrie sterk gedaald. De gedaalde emissies hebben aanvankelijk geleid tot aanzienlijke verbetering van de kwaliteit van het Nederlandse oppervlaktewater. De afgelopen jaren is de kwaliteitsverbetering echter achtergebleven bij de emissiereducties, omdat nalevering van de metalen uit verontreinigd sediment en vooral bijdragen uit het buitenland een steeds belangrijkere rol gaan spelen. Ook de emissies van zware metalen naar bodem- en grondwater zijn

sterk gedaald, maar door zeer langzame uitspoeling naar het (diepe) grondwater en de belasting uit het verleden is een verbetering van de bodem- en grondwaterkwaliteit nog niet zichtbaar.

Het gebruik van landbouwbestrijdingsmiddelen neemt, na een aanvankelijke daling, de laatste jaren weer toe. In de periode 1992-1996 trof men in het oppervlaktewater op 50% van de meetlocaties bestrijdingsmiddelen boven de norm aan.

## **Volksgezondheid verbeterd: ‘verborgen aardgasbaten’**

*De volksgezondheid is de afgelopen eeuw sterk verbeterd, zo blijkt uit de Volksgezondheid Toekomst Verkenning 97. De levensverwachting steeg van circa 35 tot 75-80 jaar, aanvankelijk vooral door een lagere kindersterfte en door het terugdringen van infectieziekten. Dit was te danken aan goede voeding, betere medische voorzieningen en verbeterde (milieu-)hygiëne. Aan het begin van deze eeuw droeg de aanleg van waterleidingen en rioleringen belangrijk bij aan de verbetering van de leefomstandigheden en de toenemende levensverwachting. De betere afvalverwijdering zorgde vooral in de steden voor minder ziekten. De dalende sterftetekansen hadden een sterke groei van de bevolking tot gevolg: tussen 1900 en 1950 verdubbelde de bevolkingsomvang van 5 tot 10 miljoen mensen. Tot het eind van de jaren '50 leidde het toenemende gebruik van kolen, vooral in de dichtbevolkte steden, tot een achteruitgang van de luchtkwaliteit. Met name in de winters traden toen herhaaldelijk ernstige smogsituaties op. Door de snelle omschakeling van kolen op aardgas sinds de ontdekking van het aardgasveld in Slochteren (1959) en door de investeringen in rookgasreiniging bij de industrie, daalden de emissies van SO<sub>2</sub> en fijn stof sterk. Dit leverde de afgelopen decennia veel gezondheidswinst op.*

### ***Fijn stof en ozon blijven problemen geven***

De emissiereductie van SO<sub>2</sub> en stof heeft ertoe geleid dat de normen voor SO<sub>2</sub> niet en voor zwarte rook slechts incidenteel worden overschreden. De aandacht van het beleid is mede daardoor het afgelopen decennium verschoven van zwarte rook naar fijn stof. De normen voor fijn stof worden nog op grote schaal overschreden. De opbouw van de concentratie fijn stof in de atmosfeer kan slechts gedeeltelijk aan bekende emissiebronnen worden toegekend. Sinds het begin van de metingen in 1992 is nog geen dalende trend herkenbaar. De daling van de verzurende emissies, in zowel binnen- als buitenland, zal leiden tot een lagere concentratie van fijn stof in de buitenlucht.

Ozon op leefniveau ontstaat - onder invloed van zonlicht - uit NO<sub>x</sub> en vluchtige organische stoffen (VOS). De emissies hiervan zijn in de afgelopen decennia met 30-40% gedaald. Desondanks is het aantal dagen per jaar waarop de ozonconcentratie de normen overschrijdt weliswaar minder dan in de jaren '80, maar nog steeds zo hoog dat gezondheidseffecten optreden. Uit epidemiologisch onderzoek blijkt dat de huidige niveaus van ozon en fijn stof leiden tot 1-3% extra ziekenhuisopnamen en vroegtijdige sterfte. Het betreft vooral ouderen en personen die al last hebben van hart- en vaatziekten of longaandoeningen.

### *Gezondheidsrisico's door toxische stoffen aanmerkelijk gedaald*

De industrie veranderde in deze eeuw sterk van karakter: ambachtelijke industrieën werden vervangen door energie-intensieve petrochemische en basismetaalbedrijven. Dat leidde aanvankelijk tot een sterke stijging van de uitstoot van milieugevaarlijke stoffen naar water, bodem en lucht. Sinds de jaren '60 zijn de waterzuiveringsinstallaties gebouwd, is de behandeling van milieugevaarlijk afval beter onder controle gebracht en worden de afvalgassen verder gezuiverd. Als gevolg hiervan is, zeker in het laatste decennium, een duidelijke daling van de concentraties van toxische stoffen in het milieu waarneembaar. De acute gezondheidsrisico's door de chemische verontreiniging van bodem en water zijn over het algemeen verwaarloosbaar, zeker vergeleken met de acute risico's door luchtverontreiniging. De emissies van dioxine zijn sinds het begin van de jaren '90 met meer dan 80% gedaald, vooral door een forse reductie van de uitstoot door afvalverbrandingsinstallaties. Ook de lood- en benzeenemissies en -concentraties zijn flink gedaald, vooral door de overgang op loodvrije benzine en de introductie van de katalysator.

### *Geluid: behalve hinder ook een gezondheidsprobleem*

In Nederland blijft de problematiek van de geluidhinder omvangrijk. Het beleid stelt zich tot doel het percentage gehinderden in 2000 terug te hebben gebracht tot het niveau van 1985 (40%). Het richt zich daarbij op stille motoren, meer geluidschermen langs wegen, geluidisolatie van woningen en het stiller maken van spoorwegverkeer. Op termijn mag geen sprake meer zijn van ernstige hinder. Het percentage gehinderden is inmiddels gedaald tot circa 42%. Er zijn aanwijzingen dat blootstelling aan geluid ook kan leiden tot hoge bloeddruk en hart- en vaatziekten. In het gebied rond Schiphol, met een hoge geluidbelasting, rapporteren inwoners naast hinder ook andere gezondheidsklachten, zoals slaapverstoring en een verhoogd gebruik van slaap- en kalmeringsmiddelen. Gezien de verwachte toename van de mobiliteit moet de geluidproblematiek als één van de hardnekkige milieuproblemen worden gezien.

## **Alert blijven op nieuwe of sluimerende problemen**

Ondanks het succesvol terugdringen van de grootste milieurisico's voor de volksgezondheid dienen zich ook nieuwe - voor een deel nog onzekere - of sluimerende problemen aan:

- UV-straling zal, ondanks de krachtig teruggedrongen emissies van CFK's en andere gehalogeneerde koolwaterstoffen, waarschijnlijk nog enkele decennia tot een verhoogde huidkankerincidentie leiden als het zon-gedrag van de bevolking niet verandert. Door de lange verblijftijd van deze stoffen in de atmosfeer zal de aantasting van de ozonlaag nog enige tijd doorgaan. Het zal nog zeker een halve eeuw duren voor de UV-straling weer op het niveau is van 20 jaar geleden. Het aantal gevallen van huidkanker in Nederland zal nog tot het midden van de volgende eeuw blijven stijgen tot circa 125 extra gevallen per miljoen inwoners per jaar.

- Er is reden voor waakzaamheid over de aanwezigheid van hormoonontregelende stoffen (oestrogenen) in het aquatische milieu, aangezien deze de geslachtshormoonhuishouding van organismen kunnen ontregelen.
- Een kritische beoordeling van nieuwe stoffen en genetisch gemanipuleerde organismen blijft een voorwaarde voor een effectief op preventie gericht milieubeleid. Recente incidenten als dioxine in veevoer en legionella laten zien dat oude - en ogenschijnlijk opgeloste - problemen toch weer risico's voor de gezondheid kunnen opleveren.
- Waterschaarste, bodemerosie en voortgaande verkleining van natuurgebieden blijven wereldwijd belangrijke problemen die in de komende decennia om een oplossing vragen. Veel van deze problemen hangen samen met de toepassing van niet duurzame landbouwmethoden. Zowel gebrek aan kennis en financiële middelen, als institutionele belemmeringen staan een omschakeling naar een duurzamer productie veelal in de weg.

# 1 INLEIDING

Sinds 1995 brengt het RIVM op grond van de Wet milieubeheer jaarlijks een Milieubalans uit. Daarin wordt de ontwikkeling van de kwaliteit van het Nederlandse milieu beschreven in relatie tot maatschappelijke ontwikkelingen en het gevoerde milieubeleid. De Milieubalans is primair bestemd voor de Tweede Kamer en beleidsmakers. Bijsturing van het milieubeleid - bijvoorbeeld via het jaarlijkse Milieuprogramma - wordt hierdoor mogelijk gemaakt.

In de laatste Milieubalans van deze eeuw wordt extra aandacht besteed aan een lange-termijn terugblik. Daarnaast zijn voor een aantal onderwerpen ramingen opgenomen van milieuontwikkelingen in de komende jaren. Met deze lange-termijn terugblik en middellange-termijn vooruitblik worden de ontwikkelingen in de afgelopen jaren in een breder tijdsperspectief geplaatst. Zo kunnen structurele ontwikkelingen beter worden onderscheiden van incidentele fluctuaties, waardoor tevens beter inzicht kan worden gegeven in de effecten van het gevoerde milieubeleid. Ook wordt ingegaan op de milieuconsequenties in het buitenland van onze productie en consumptie.

De middellange-termijn vooruitblik is gebaseerd op het 'behoedzame' economische scenario 1999-2002 van het Centraal Planbureau (1997). Dit scenario is in 1998 op hoofdlijnen door het CPB geactualiseerd ten behoeve van het Regeerakkoord. Het RIVM heeft dit geactualiseerde 'behoedzame' scenario verlengd tot 2003 conform de aanpak die door het ministerie van Financiën wordt gehanteerd bij het opstellen van de meerjarenramingen van de begroting. De in de Milieubalans gepresenteerde economische ontwikkelingen voor 1998 zijn afkomstig uit het Centraal Economisch Plan 1999 van het CPB. Bij het opstellen van de Milieubalans kon immers nog geen gebruik worden gemaakt van de cijfers uit de Nationale Rekeningen 1998, zoals die door het CBS rond Prinsjesdag worden gepubliceerd.

Bij de formulering van de conclusies in de Milieubalans zijn, evenals in voorgaande jaren, onzekerheden in het basismateriaal zorgvuldig meegewogen. Voorbeelden van onzekerheden zijn: onvolledige kennis en informatie over complexe processen en interacties in milieusystemen, intrinsieke variabiliteit in tijd en ruimte van diverse verschijnselen (emissies, concentraties), kwaliteit en toereikendheid van meetnetten en modellen, en een beperkte voorspelbaarheid van diverse sociaal-economische, technologische en ecologische processen. Per definitie zijn wetenschappelijke inzichten onvolledig en met onzekerheden behept. Bij verschillende onderwerpen in deze Milieubalans zijn de wetenschappelijke ontwikkelingen nog volop gaande. In de analyses is gebruik gemaakt van de meest recente inzichten.

In de Milieubalans worden emissies van verontreinigende stoffen uit het maatschappelijk systeem op basis van de zogenoemde 'oorzaak-gevolg'-keten doorvertaald naar de kwaliteit van het milieu en vervolgens naar effecten op mens (volksgezondheid) en eco-

systemen. De onderlinge relaties worden schematisch zichtbaar gemaakt aan het begin van iedere doelgroep- en themaparagraaf.

De gepresenteerde ontwikkeling van de milieukwaliteit is, op een enkele uitzondering na, gebaseerd op metingen. Emissies kunnen in veel gevallen niet direct worden gemeten, zeker niet op nationale schaal. Het gaat altijd om een combinatie van metingen, bedrijfsopgaven en modelberekeningen. Modellen worden soms ingezet om op basis van metingen uitspraken op nationale schaal te kunnen doen. In dergelijke modellen wordt de beschikbare kennis over het milieusysteem samengebracht, worden meetgegevens met elkaar in verband gebracht en kan de relatie worden gelegd tussen emissies en de daaruit voortvloeiende milieukwaliteit. Milieukwaliteitsmetingen bieden veelal de mogelijkheid om het berekende verloop van emissies nader op plausibiliteit te beoordelen.

Omwille van de leesbaarheid zijn in de Milieubalans onzekerheden alleen expliciet aangegeven als ze relevant zijn voor de beleidsconclusies. Veelal wordt (afhankelijk van de gestelde beleidsdoelen) gerapporteerd in termen van meerjarige trendontwikkelingen in plaats van in absolute niveaus. Bij een aantal onderwerpen wordt in een tekstbox nader ingegaan op de onzekerheden in het cijfermateriaal.

In het rapport *Metten, rekenen en onzekerheden* dat het RIVM in het begin van dit jaar aan de Tweede Kamer aanbod, wordt uitgebreid ingegaan op de modellen, meetnetten en methodieken die in de Milieubalans worden toegepast en de onzekerheden in het cijfermateriaal.

In het Milieucompendium 1999 - *Het milieu in cijfers* - dat dit najaar door RIVM en CBS gezamenlijk zal worden uitgebracht, wordt de cijfermatige onderbouwing van de Milieubalans gegeven en wordt naar relevante achtergronddocumentatie verwezen.

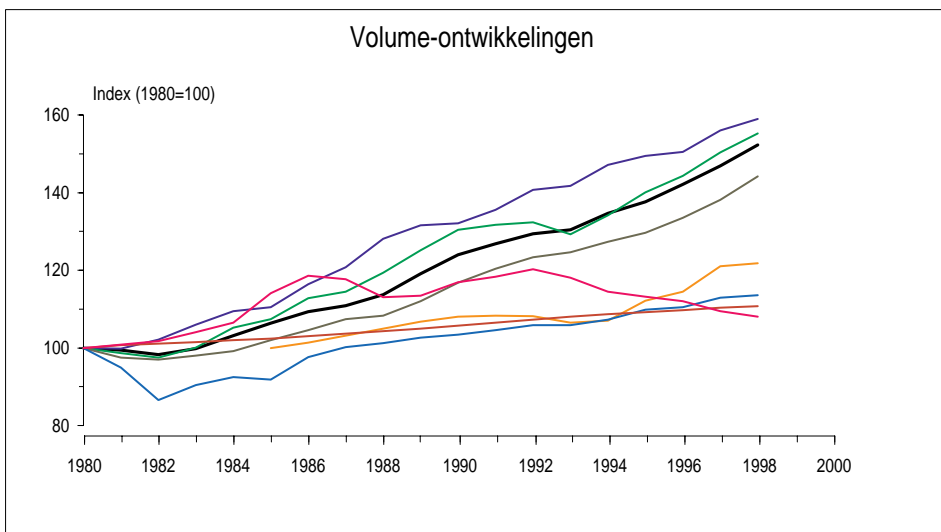
## 2. MAATSCHAPPELIJKE ONTWIKKELINGEN

### 2.1 Ontwikkeling maatschappelijke activiteiten

- Belangrijke milieubelastende maatschappelijke activiteiten, zoals productie, consumptie en mobiliteit, zijn in 1998 verder in omvang toegenomen. De komende jaren wordt een verdere groei van deze activiteiten verwacht.
- De omvang van de veestapel nam in 1998 met circa 1,5% verder af, een ontwikkeling die zich ook de komende jaren zal voortzetten.

De Nederlandse economie bevindt zich in een fase van hoogconjunctuur. Net als in eerdere jaren zijn ook in 1998 belangrijke milieubelastende economische activiteiten en maatschappelijke ontwikkelingen verder in omvang toegenomen (figuur 2.1.1): de omvang van de bevolking nam met 0,4% toe, het bruto binnenlands product (BBP) groeide met 3,8%, de productiewaarde van de industrie met ruim 3% en de omvang van de consumptieve bestedingen groeide 4,4%. Belangrijke uitzondering is de omvang van de veestapel, die in 1998 voor het zesde opeenvolgende jaar is gedaald (met circa 1,5%). Het aantal gereden kilometers door wegverkeer nam met circa 2% toe in 1998. Voorlopige ramingen van het totale energiegebruik in 1998 geven een groei met minder dan 1% te zien. De totale hoeveelheid geproduceerd afval is in 1998 licht toegenomen.

De vooruitzichten voor de komende vier jaren zijn gebaseerd op het ‘behoedzame’ economische scenario van het Centraal Planbureau (CPB). Voor de meeste maatschappelij-



Figuur 2.1.1 Volume-ontwikkelingen in Nederland, 1980-1998 (Bron: CPB, CBS en RIVM).

— BBP  
 — Voertuigkm wegverkeer  
 — Productiewaarde industrie (bruto)  
 — Particuliere bestedingen  
 — Afval  
 — Energiegebruik  
 — Bevolking  
 — Veestapel

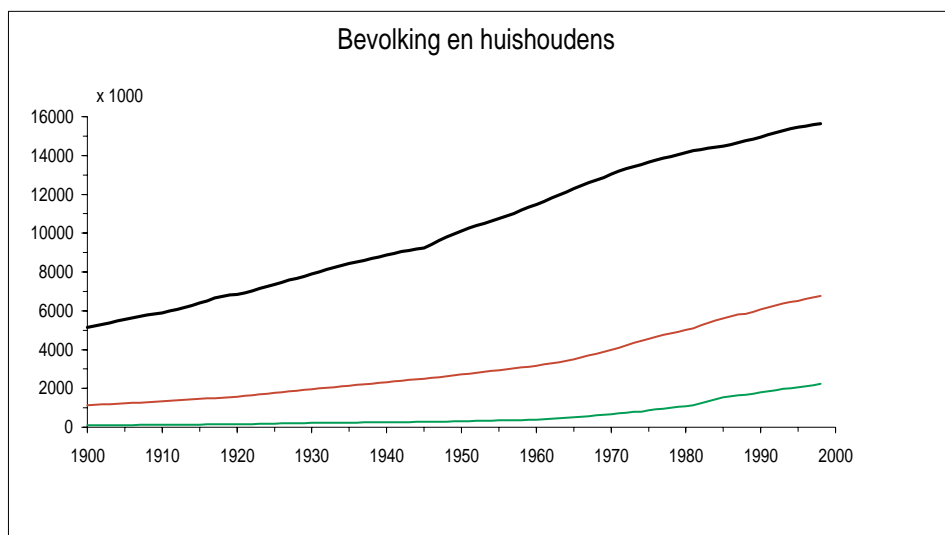
ke ontwikkelingen wordt een verdere groei voorzien: 2% groei van het BBP, de particuliere consumptie zal naar verwachting met  $2\frac{1}{4}\%$  per jaar groeien, het wegverkeer met  $1\frac{1}{2}\%$  en het binnenlands energiegebruik met circa  $\frac{3}{4}\%$ . De totale hoeveelheid geproduceerd afval zal de komende jaren ongeveer gelijk blijven. De omvang van de veestapel is wederom de in het oog springende uitzondering, met een geraamde afname van 1% per jaar. Daarnaast wordt uitgegaan van een verdere groei van de bevolking met  $\frac{1}{2}\%$  per jaar.

## 2.2 Demografische ontwikkelingen en draagvlak voor milieu

- De bevolkingsomvang is sinds 1900 ongeveer verdrievoudigd. De jaarlijkse groei is in deze periode gehalveerd. Het aandeel eenpersoonshuishoudens en alleenstaanden is aanzienlijk toegenomen.
- De bezorgdheid van de Nederlanders over het milieu neemt af en de burger is tevreden over het milieubeleid van de overheid. Iets meer dan de helft van de Nederlanders zegt bereid te zijn een (financieel) offer te brengen voor het milieu.

### *Demografische ontwikkelingen*

Voor de ontwikkeling van de milieudruk spelen twee demografische factoren een belangrijke rol: de totale omvang van de bevolking en het aantal huishoudens. Tussen 1900-1998 is de omvang van de bevolking verdrievoudigd van 5,1 tot 15,5 miljoen inwoners, vooral door de hoge vruchtbaarheid en de sterk toegenomen levensverwachting (figuur 2.2.1). De groei van de bevolking is in deze periode gehalveerd, van 1,5 tot



Figuur 2.2.1 De totale bevolkingsomvang en het aantal huishoudens, 1900-1998 (Bron: CBS).

— Omvang bevolking  
— Aantal huishoudens  
— Aantal eenpersoonshuishoudens

0,8% per jaar. De laatste jaren groeit de bevolkingsomvang met name door een buitenslands migratieoverschot.

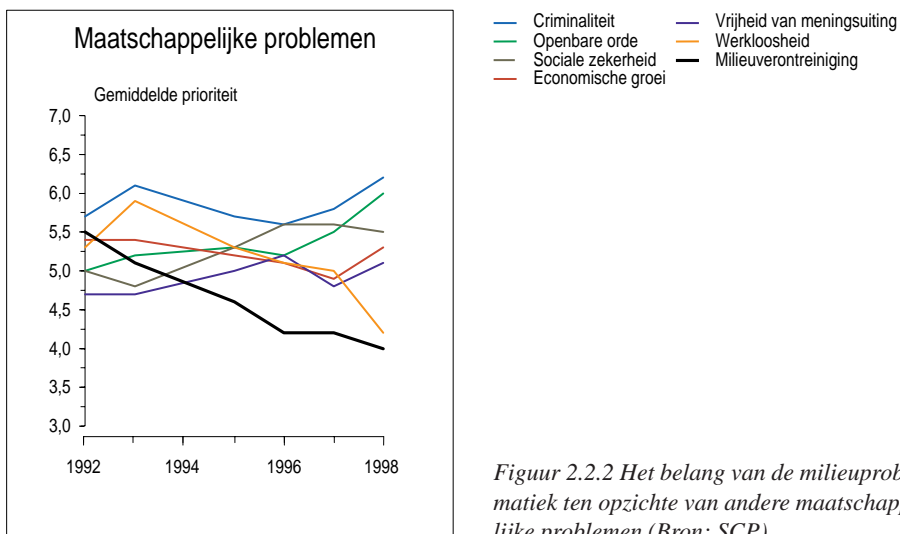
De samenstelling van de huishoudens is sterk veranderd. Het gemiddeld aantal personen per huishouden is tussen 1900 en 1998 gedaald van 4,5 naar 2,3 personen. Het aandeel eenpersoonshuishoudens is van 8% in 1900 gestegen via 12% in 1960 tot 33% in 1998. De belangrijkste oorzaken van de daling van het aantal personen per huishouden zijn de toegenomen individualisering - mensen zijn vaker en langer op jonge leeftijd alleenstaand - en de toegenomen levensverwachting; een groot deel van de groei van het aantal alleenstaanden bestaat uit weduwen en weduwnaars.

***Draagvlak voor het milieu***

Gegevens van het Sociaal en Cultureel Planbureau (SCP) geven aan dat in de periode 1970-1990 het draagvlak voor milieu en milieubeleid is toegenomen. Een meerderheid van de Nederlanders vond in deze jaren milieuvervuiling een belangrijk maatschappelijk probleem. Bovendien was men van mening dat er te weinig tegen gedaan werd. Sinds 1993 echter daalt de bezorgdheid over het milieu, in rangorde van een tweede plaats langzaam maar zeker naar een zevende (*figuur 2.2.2*). Gesteld voor de keuze geeft men in 1998 voorrang aan andere maatschappelijke en politieke kwesties, onder andere het bestrijden van misdaad, ordehandhaving en diverse economische doeleinden.

Eenzelfde ontwikkeling is te zien in de betrokkenheid van de Nederlanders bij het milieu. In 1992 maakte zo'n 60% van de Nederlandse bevolking zich veel zorgen over het milieu. Daarna nam de bezorgdheid af en lag het percentage in 1998 rond de 40%, even hoog als in 1970.

De Nederlanders tonen zich redelijk tevreden met het gevoerde beleid. Steeds meer mensen vinden dan ook dat er voldoende gedaan wordt door de overheid. Vond in 1987



*Figuur 2.2.2 Het belang van de milieuproblematiek ten opzichte van andere maatschappelijke problemen (Bron: SCP).*

nog 80% van bevolking dat de overheid te weinig deed aan verbetering van het milieu, in de daarop volgende periode daalde dit percentage gestaag tot het sinds 1995 blijft steken rond de 55%.

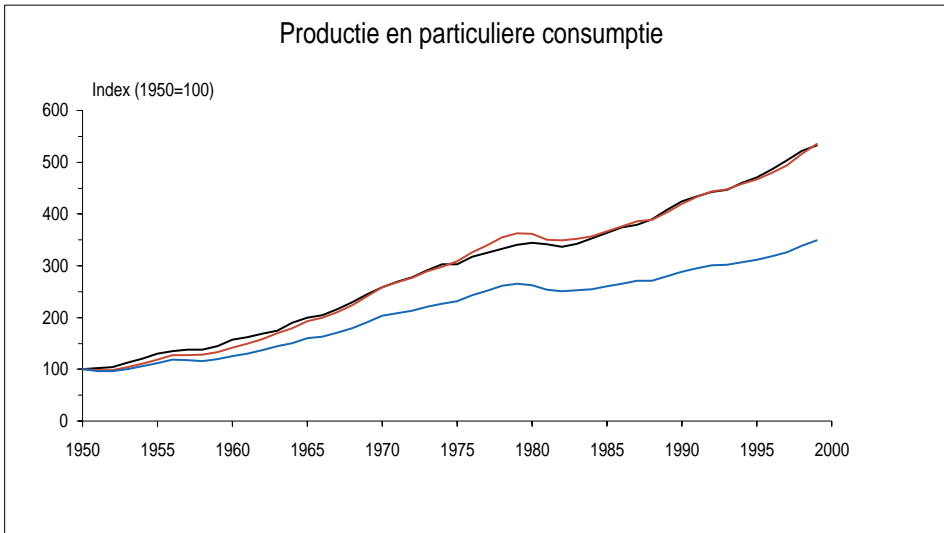
Circa 60% van de Nederlanders geeft aan bereid te zijn hogere prijzen te betalen of een iets lagere levensstandaard te accepteren voor het milieu. Hogere belastingen als middel om het milieu te beschermen zijn duidelijk minder populair onder de bevolking.

## 2.3 Economische ontwikkelingen

- De internationale economische crises hebben nauwelijks invloed op de economische groei in Nederland. In 1998 lag de economische groei voor het derde opeenvolgende jaar boven de 3%. Met name de commerciële dienstensector groeide sterk. De basischemie kende slechts een lichte groei, terwijl in de basismetaal, veehouderij en akkerbouw sprake was van krimp.
- Een belangrijk deel van de economische groei in 1998 kan worden toegeschreven aan de groei van de consumptieve bestedingen. Sinds 20 jaar is de groei van de consumptie niet meer zo hoog geweest. Met name bestedingen voor elektrische apparaten, auto's en buitenlandse vakanties groeiden sterk.
- Aan de productiekant kenden in 1998 sectoren met een hoge milieudruk een relatief lage groei, terwijl aan de consumptiekant de vraag naar goederen met een hoge milieudruk relatief sterk steeg.

De mondiale economische ontwikkeling werd in 1998 beheerst door crises. De financiële crisis in Zuidoost-Azië en de recessie in Japan waren al vanaf 1997 zichtbaar. In de loop van 1998 breidde de economische crisis zich uit tot Rusland en Zuid-Amerika en kreeg halverwege 1998 ook greep op de economische ontwikkeling in Noord-Amerika en West-Europa. In Nederland zakte de economische groei in de tweede helft van 1998 tot 2% op jaarbasis. Desondanks was de economische groei over het hele jaar 1998 met 3,8% vrijwel gelijk aan die in 1997 (3,6%). Het Centraal Planbureau (CPB) verwacht dat de economische groei in 1999 en 2000 rond de 2% per jaar zal liggen. Dit betekent dat het bruto binnenlands product (BBP) in 2000 ruim vijfmaal de (reële) omvang van het BBP in 1950 zal hebben (*figuur 2.3.1*). De economische groei in 1997 en 1998 lag iets boven de gemiddelde jaarlijkse groei in de laatste halve eeuw (3,5% tussen 1951 en 2000).

De groei van de Nederlandse economie is de afgelopen drie jaar steeds hoger geweest dan van andere landen van de Europese Unie (EU). Dit verschil in groei was gemiddeld 1,2% per jaar. Een belangrijke verklaring voor deze hogere groei is de gematigde ontwikkeling van arbeidskosten en vooral de sterke toename van de consumptieve bestedingen. Ondanks de gematigde loonontwikkeling konden de bestedingen van huishoudens de afgelopen jaren fors toenemen door lastenverlichting en door het verzilveren van vermogenswinsten. In vergelijking met andere EU-landen is het bezit van aandelen (inclusief bezit via beleggingsfondsen) in Nederland hoog. Bovendien stegen de huizen-



Figuur 2.3.1 Bruto binnenlands product (voor periode 1950-1970 het bruto nationaal product) en particuliere consumptie (in constante prijzen), 1950-1999 (Bron: CBS en CPB).

— BBP (BNP)  
 — Particuliere consumptie  
 — Consumptie per hoofd

prijzen in Nederland veel sterker dan elders in Europa. Het CPB verwacht dat de groei-voorsprong de komende jaren zal verminderen, doordat het vermogens-effect op de consumptieve bestedingen afneemt en in 1999 geen lastenverlichting plaatsvindt.

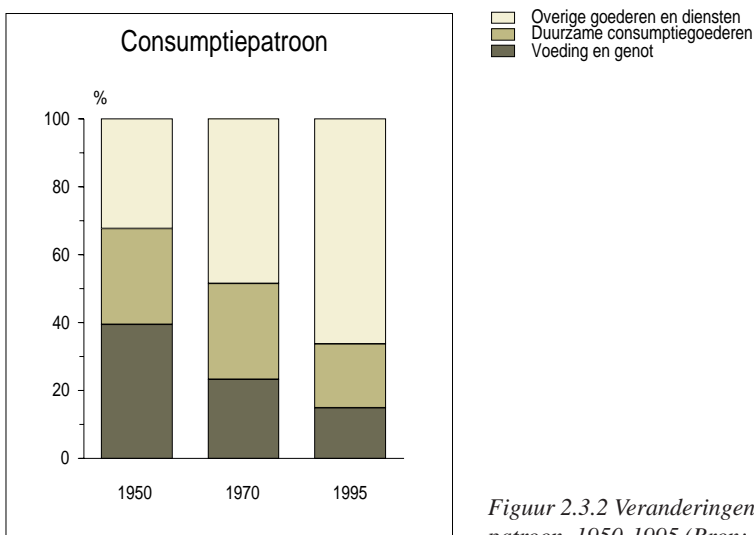
De bijdrage van de consumptieve bestedingen aan de economische groei was in 1998 hoog in vergelijking met voorgaande jaren. Ongeveer 2% van de economische groei (van 3,8%) kan worden toegeschreven aan de consumptieve bestedingen. In 1999 kan volgens het CPB bijna de volledige groei (1,75% van de 2%) aan consumptie worden toegeschreven. De consumptieve bestedingen namen in 1998 toe met 4,4%, een percentage dat de afgelopen 20 jaar niet meer werd gehaald. De terugval in de groei van consumptieve bestedingen zal volgens het CPB in 1999 geringer zijn dan de terugval in de economische groei. Voor 1999 wordt de groei van de consumptieve bestedingen geraamd op 3,75%. Dit percentage ligt boven het gemiddelde van de afgelopen 50 jaar, waarin een gemiddelde groei van de consumptieve bestedingen van 3,5% per jaar werd gehaald (figuur 2.3.1). Huishoudens besteden momenteel ruim vijfmaal zoveel in vergelijking met 1950. Voor een deel wordt dit veroorzaakt door de groei van de bevolking, maar per persoon wordt momenteel nog 3,5 keer zoveel aan consumptie besteed in vergelijking met 1950.

De groei van de consumptieve bestedingen werd in 1998 vooral gedragen door de groei in de uitgaven aan duurzame consumptiegoederen (8,5%, waarbij de bestedingen voor elektrische apparaten met 15% en voor auto's met 11% uitschieters naar boven waren) en aan buitenlandse vakanties (8%). De bestedingen aan voedings- en genotsmiddelen

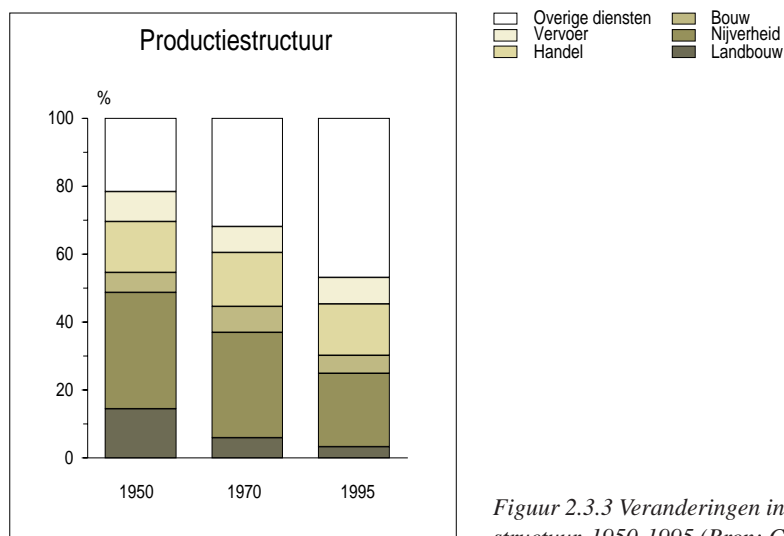
lagen in 1998 daarentegen minder dan 1% boven de bestedingen in 1997. De relatief geringe groei in de bestedingen voor voedings- en genotmiddelen in 1998 bevestigt de trend van de afgelopen halve eeuw, waarin het aandeel van deze consumptiegoederen in het totale consumptiepakket steeds verder afneemt (figuur 2.3.2). Voedings- en genotmiddelen hebben duidelijk het karakter van een noodzakelijk goed: het aandeel van deze goederen in de totale consumptieve bestedingen neemt af als het inkomen toeneemt.

De hoge economische groei in 1998 werd voornamelijk veroorzaakt door de hoge groei in de dienstensector. De bruto toegevoegde waarde groeide in deze sector met 4,4%. Opvallend was de tegenvallende groei in het bank- en verzekeringswezen in 1998 (7,3% in 1997, tegen 2,7% in 1998), die in dat jaar de gevolgen ondervond van de internationale crisis. De groei in de industrie bedroeg 2,5%. De chemische industrie, van alle industrietakken het sterkst gericht op export, bleef met een groei van 1,8% hier nog bij achter. Met name in de energie-intensieve basischemie was de groei gering. De metaalindustrie heeft een relatief goed jaar achter de rug. Dit komt met name door de verwerkende industrie, met als grote uitschieter naar boven de auto-industrie.

De basismetaal had te maken met een lage vraag naar basismetaal en een toenemende import van basismetaal van buiten Europa. Hierdoor was in 1998 sprake van een krimp in de basismetaal. Het CPB voorziet voor 1999 een krimp van de chemische industrie en de verwerkende metaalindustrie, maar ziet voor 2000 een herstel. De sector delfstoffenwinningen werd in 1998 al geconfronteerd met een krimp. De oorzaak lag met name bij het zachte weer en een afname van de uitvoer van aardgas. Ook de landbouwsector kromp in 1998. Dit werd niet alleen veroorzaakt door de varkenspest, maar ook door de productie beperkende maatregelen in de melkveehouderij en delen van de akkerbouw. De tuinbouw groeide daarentegen met 3%. De internationale concurrentiepositie van de tuinbouw is sterk. Over een langere periode neemt het aandeel van landbouw en indus-



Figuur 2.3.2 Veranderingen in het consumptiepatroon, 1950-1995 (Bron: CBS).



Figuur 2.3.3 Veranderingen in de productiestructuur, 1950-1995 (Bron: CBS).

trie in de totale productie af (figuur 2.3.3). Het aandeel van landbouw nam met name af tussen 1950 en 1975. Daarna was de afname geringer. Het aandeel van de nijverheid in de totale productie bleef tussen 1950 en 1970 ongeveer gelijk maar nam daarna af. Het aandeel van de dienstensector groeide gestaag de afgelopen halve eeuw.

## 2.4 Energievraag en -intensiteit

- Over de periode 1995-1998 bedroeg de totale toename van het energiegebruik 3% en bleef daarmee ver achter bij de groei van de economie (+10%). Dit is met name een gevolg van de gerealiseerde energiebesparingen. Daarnaast was ook in 1998 de groei van de minder energie-intensieve sectoren relatief sterk.
- Het energiebesparingstempo bedroeg in de periode 1990-1995 circa 1% per jaar. Op basis van voorlopige CBS- en CPB-cijfers wordt geraamd dat dit tempo is opgelopen tot rond de 1,5% in de periode 1995-1998. De in de Derde Energienota (1995) genoemde doelstelling is 1,6% per jaar over de periode 1995-2020.

### Inleiding

De belangrijkste determinanten achter de ontwikkelingen van het energiegebruik zijn de ontwikkeling van de economie en het energiebesparingstempo. Besparingen hangen vooral samen met de energieprijzen, technologische ontwikkelingen en het overheidsbeleid.

Het klimaatprobleem is de belangrijkste drijfveer voor energiebesparing, waarmee energiebesparing onderdeel is van het klimaatbeleid. Dit beleid richt zich op het verminderen van de vraag naar energie (isolatie van de woningen, procesintegratie bij de industrie) en het verbeteren van het rendement van energie-aanbodprocessen, maar ook meer

en meer op verschuivingen naar energiedragers met geringere of geen CO<sub>2</sub>-emissies (van kolen naar aardgas, van aardgas naar duurzame bronnen en CO<sub>2</sub>-vrije energiedragers).

### Energieprijzen

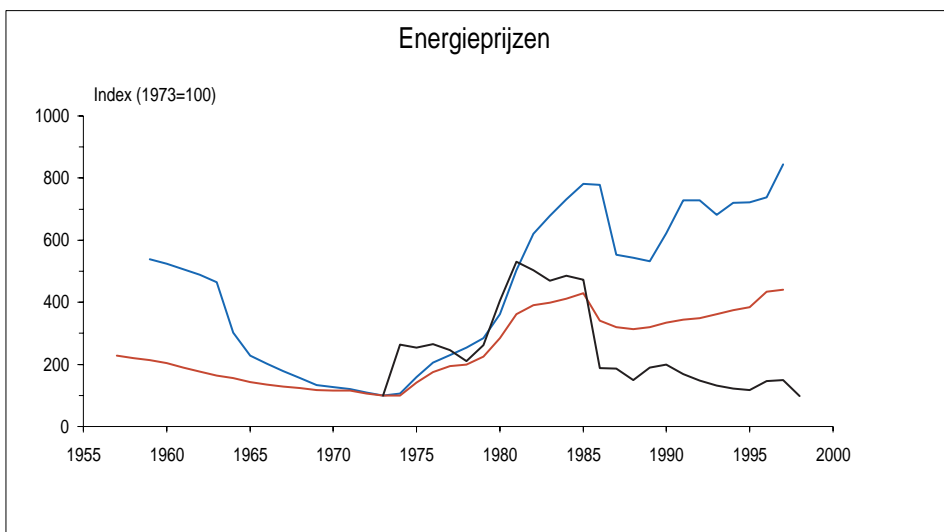
De energieprijzen zijn van grote invloed op de vraag naar energie en de energiebesparingen. In tijden van hoge energieprijzen (eind jaren '70 tot halverwege de jaren '80) was het besparingstempo hoog hetgeen in combinatie met de matige economische groei leidde tot een per saldo afnemend energiegebruik. Vanaf 1985 zijn de energieprijzen echter fors gedaald en is ook het besparingstempo teruggevallen.

#### Energieprijzen door de tijd

De prijs van ruwe olie steeg na de beide oliecrises in de jaren '70 tot meer dan 35 dollar per vat. Vanaf 1986 daalde de prijs en bleef vervolgens stabiel op een niveau van 15-20 dollar. In 1998 daalde de prijs van ruwe olie echter tot beneden 10 dollar per vat, een historisch dieptepunt dat inmiddels weer is verlaten: een vat Brent kost

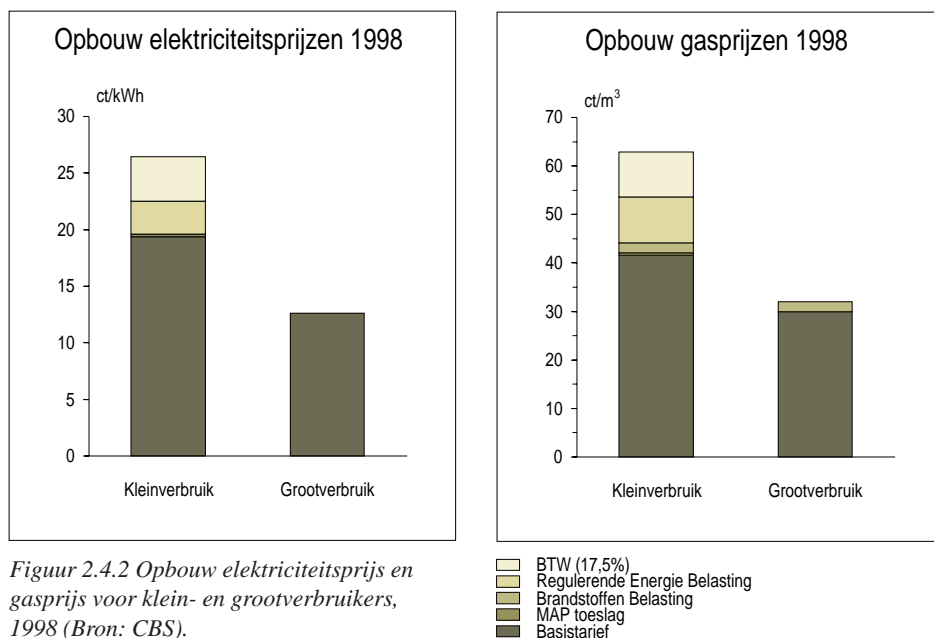
medio 1999 bijna 20 dollar. De prijs van aardgas volgt de olieprijs met enige vertraging. De prijs van elektriciteit wordt voor ongeveer de helft bepaald door de brandstofprijzen. Daardoor fluctueert de elektriciteitsprijs minder dan de olie- en gasprijzen.

De energieprijzen in Nederland worden in hoge mate bepaald door de wereldolieprijs (figuur 2.4.1). Wel heeft de overheid onder andere in het kader van het milieu- en klimaatbeleid door middel van heffingen, accijnzen en subsidies mogelijkheden tot bijsturing van de eindverbruikersprijzen. Voor de (industriële) grootverbruikers wordt dit in mindere mate toegepast vanwege het mogelijk effect op de internationale concurrentiepositie. Maar de kleinverbruikersprijzen worden wel steeds meer bepaald door toeslagen en belastingen (figuur 2.4.2).



Figuur 2.4.1 Reële energieprijzen kleinverbruikers (gas en elektriciteit) en wereldolieprijs, 1960-1998 (Bron: CPB en CBS).

— Aardgas  
— Elektriciteit  
— Olie



Figuur 2.4.2 Opbouw elektriciteitsprijs en gasprijs voor klein- en grootverbruikers, 1998 (Bron: CBS).

De huidige opbouw van kleinverbruikers- en grootverbruikersprijzen is weergegeven in *figuur 2.4.2*. Nederland kent een systeem waarbij de prijzen lager worden naarmate er meer wordt afgenomen en de kosten per eenheid dalen. Aardgas voor kleinverbruikers is gekoppeld aan de prijs van huisbrandolie, terwijl de gasprijs voor grootverbruikers is gebaseerd op de prijs voor zware stookolie. Dit verklaart het lagere basistarief bij grootverbruikers. Daarnaast geldt er voor kleinverbruikers de regulerende energiebelasting (REB) en een toeslag voor bekostiging van het eigen milieuactieprogramma (MAP) van de energiedistributiebedrijven. In de afgelopen jaren zorgde met name de REB voor een stijging van de reële energieprijs voor de kleinverbruiker.

De verwachting is dat de liberalisering van de energiemarkt zal leiden tot lagere energieprijzen (zowel elektriciteit als gas) door de toegenomen concurrentie. Ook zullen de gas- en elektriciteitsprijzen naar verwachting nog sterker gaan verschillen naar gebruikersgroepen. Ter bescherming van de kleine, gebonden afnemers stelt de minister van Economische Zaken maximumtarieven vast. Voor 1999 is het maximum eindverbruikerstarief 0,5% lager dan in 1998.

### Energiegebruik

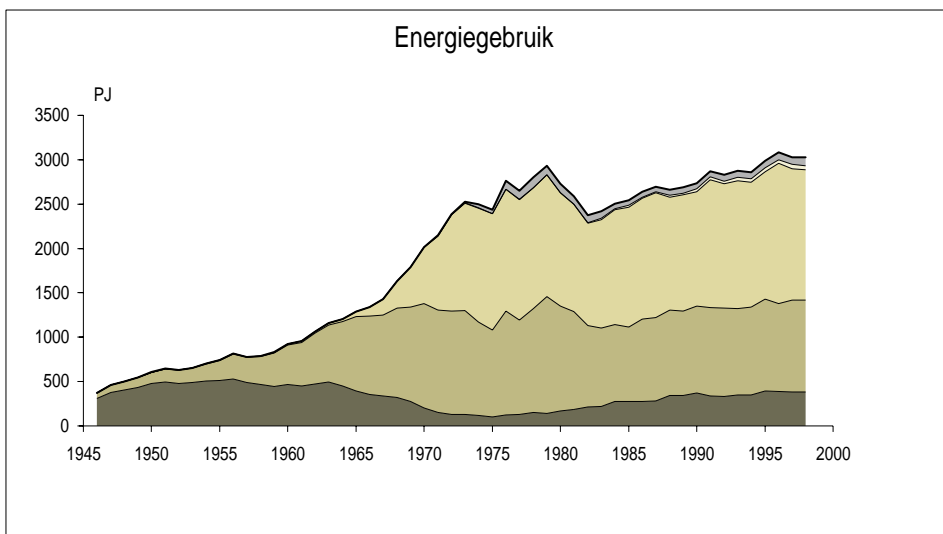
Het energiegebruik is in 1998 ten opzichte van 1995 met 3% toegenomen en lag daarmee ruim 9% boven het niveau van 1990. De grootste groeisectoren betreffen verkeer en vervoer, raffinaderijen, de decentrale energieopwekking (meer WKK) en de dienstensector. Het verbruik van huishoudens is nagenoeg stabiel; de groei van de woningvoorraad wordt gecompenseerd door een verdere isolatiegraad (zie *paragraaf 3.6*). Het aandeel elektriciteit in de energievraag blijft toenemen door nieuwe toepassingen (verlichting kassen

gedurende de nacht), substitutie van apparaten (elektrisch koken in plaats van koken op gas) en aanschaf van meerdere exemplaren (zoals tweede televisie, koelkast). Omdat bij opwekking van elektriciteit energie verloren gaat heeft deze elektrificatie op zich een 'ontsparend' effect. De elektrische apparaten worden daarentegen wel efficiënter.

Tot de jaren '50 was steenkool verreweg de belangrijkste primaire brandstof met een aandeel van 80%. De winning van kolen is echter arbeidsintensief en met de sterk stijgende lonen verloren kolen marktaandeel ten koste van olie en iets later aardgas. In de jaren '60 was het beleid erop gericht de aardgasbel bij Slochteren zo snel mogelijk te gelde te maken gezien de verwachting dat aardgas 'waardeloos' zou worden op het moment dat kernenergie de voornaamste energiebron zou worden. Het aardgas werd dan ook in eerste instantie tegen een zo laag mogelijke prijs aangeboden en voorziet sinds het midden van de jaren '70 in 50% van het binnenlandse energiegebruik (figuur 2.4.3).

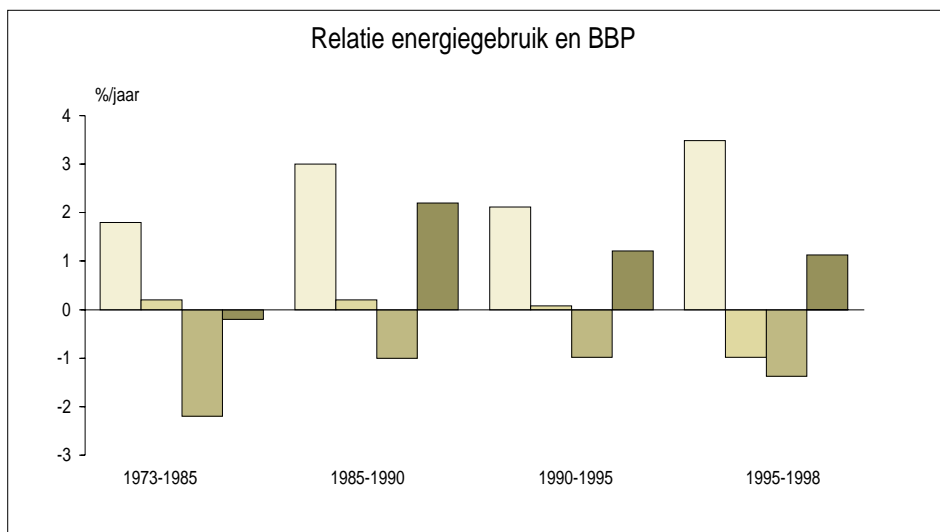
### Energie-intensiteit

In de periode tot halverwege jaren '60 volgde het binnenlands verbruik de economische groei. De periode daarna laat een relatief sterkere groei van het energiegebruik zien: de economie werd steeds energie-intensiever. De zeer lage gasprijzen uit de jaren '60 en '70 werkten een energie-intensieve economische structuur in de hand (zware industrie, glastuinbouw). Tijdens de economische crisis tussen 1979 en 1982 daalde het energiegebruik met 20% terwijl het bruto binnenlands product (BBP) met 8% afnam: de economie werd voor het eerst minder energie-intensief. Dit was vooral een gevolg van energiebesparing, samenhangend met de hoge energieprijzen uit het begin van de jaren '80.



Figuur 2.4.3 Energiegebruik in Nederland, 1946-1998 (Bron: CBS).

Overig  
 Elektriciteit  
 Aardgas  
 Aardoliegrondstoffen en -producten  
 Steenkool en -producten



Figuur 2.4.4 Energiegebruik als resultaat van ontwikkelingen in BBP, energiebesparing en economische structuurveranderingen, 1973-1998 (Bron: CBS, CPB en RIVM).

- BBP
- Structureffecten
- Energiebesparing
- Energiegebruik

Met het dalen van de energieprijzen vanaf 1985 zakte ook het besparingstempo in (figuur 2.4.4). In combinatie met een verdere energie-intensivering van de economische structuur bleef het energiegebruik in de periode 1985-1995 groeien met 1,6% per jaar bij een groei van het BBP met gemiddeld 2,5% per jaar.

In de periode 1995-1998 veranderde dit beeld: het energiegebruik groeide langzamer bij een tegelijkertijd gemiddeld hogere economische groei. Deze versnelde afname van de energie-intensiteit is een gevolg van een hoger besparingstempo. Daarnaast zijn de laatste jaren de energie-extensieve sectoren (met name de dienstensector) beduidend sneller gegroeid dan de energie-intensieve sectoren (zware industrie en glastuinbouw). Op basis van voorlopige CBS- en CPB-cijfers ligt de energiebesparing sinds 1995 rond de 1,5% per jaar. De in de Derde Energienota (1995) genoemde doelstelling is 1,6% per jaar over de periode 1995-2020. De Energiebesparingsnota (1998) beoogt een intensivering van de energiebesparing van 1,6% naar circa 2% per jaar in de periode 1998-2010. De voor de komende jaren verwachte energiebesparing ligt rond de 1% per jaar. Dematerialisatie had in de periode 1995-1998 nauwelijks invloed. Als bij de ontwikkeling van de energievraag rekening wordt gehouden met elektrificatie, komt het besparingstempo iets hoger te liggen.

## 2.5 Energie- en ruimtegebruik door consumptie

- In de afgelopen veertig jaar is - per Nederlander - het directe en indirecte energiegebruik verdrievoudigd. Efficiencyverbeteringen hebben de volumegroei van de consumptie niet kunnen compenseren. Het directe en indirecte energiegebruik van de gemiddelde Nederlander lag in 1970 20% hoger dan het mondiale gemiddelde, in 1995 was dat opgelopen tot 70%.
- Het directe en indirecte ruimtegebruik bleef vrijwel gelijk. Het directe en indirecte ruimtegebruik van Nederlanders is relatief laag in vergelijking met het wereldgemiddelde, dankzij de hoge productiviteit van de Nederlandse landbouw. In de afgelopen eeuw is ongeveer 30% van de biodiversiteit in de wereld verloren gegaan. Daaraan hebben Nederlandse consumenten voor circa 0,2% bijgedragen.

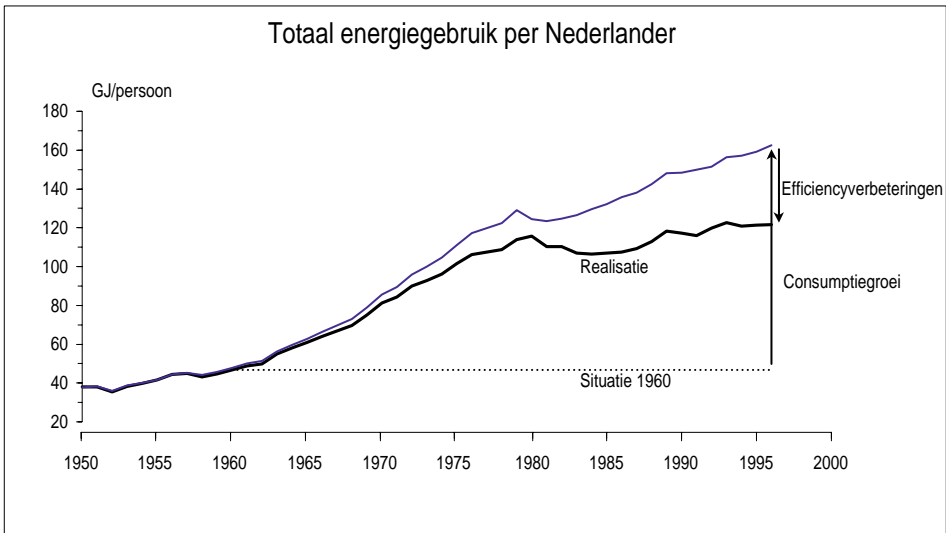
### *Inleiding*

De Nederlandse economie is geen gesloten systeem en de milieugevolgen van de consumptie van de Nederlanders strekken zich uit tot buiten de grenzen. Niet alleen heeft een deel van de milieuverontreiniging een grensoverschrijdend karakter, er kan ook sprake zijn van ecologische effecten - en mogelijk zelfs van volksgezondheidsschade - als gevolg van activiteiten van Nederlandse bedrijven in buitenland of door de invoer van producten uit het buitenland ten behoeve van Nederlandse consumenten. Met name bij de importen van veevoer, hardhout en voedingsmiddelen uit derde werelddanden is de kans niet denkbeeldig dat die bijdragen tot extra natuurschade in de toekomst, vanwege de gevoeligheid van ecosystemen en de weinig duurzame landbouwmethoden. Door roofofbouw op de natuurlijke voorraden kan de prijs van deze importen laag zijn. Nederlanders dragen onder andere via importen en buitenlandse vakanties steeds meer bij aan het energiegebruik in het buitenland.

### *Energiegebruik*

Het totale energiegebruik per Nederlander (dus inclusief het energiegebruik dat is geïncorporeerd in producten en het energiegebruik in het buitenland) is in de afgelopen veertig jaar verdrievoudigd. De sterkste groei vond plaats tussen 1960 en 1980, mede als gevolg van de relatief sterke groei van het autogebruik en de introductie van de centrale verwarming. Op dit moment zijn het directe en het indirecte energiegebruik ongeveer aan elkaar gelijk. In 1996 was het totale jaarlijkse energiegebruik per persoon gemiddeld ruim 120 GJ, ongeveer 75 GJ meer dan in 1960. Zonder efficiencyverbeteringen zou het energiegebruik per persoon vanaf 1960 met ruim 40 GJ extra gestegen zijn. De belangrijkste bijdrage daaraan vormde de efficiencyverbeteringen van voertuigen, elektrische apparaten en verwarming (30 GJ). De efficiencyverbeteringen zijn lang niet genoeg geweest om de consumptiegroei te compenseren (*figuur 2.5.1*).

Omstandigheden zoals huishoudenssamenstelling, arbeidsparticipatie van vrouwen, de woonsituatie en vergrijzing hebben invloed op het consumptiegedrag. Het inkomen vertoont een belangrijke correlatie met het directe en indirecte energiegebruik. De relatie met het inkomen is ook herkenbaar bij de vergelijking met het directe en indirecte energiegebruik door consumenten in andere landen. De verschillen in energiegebruik per



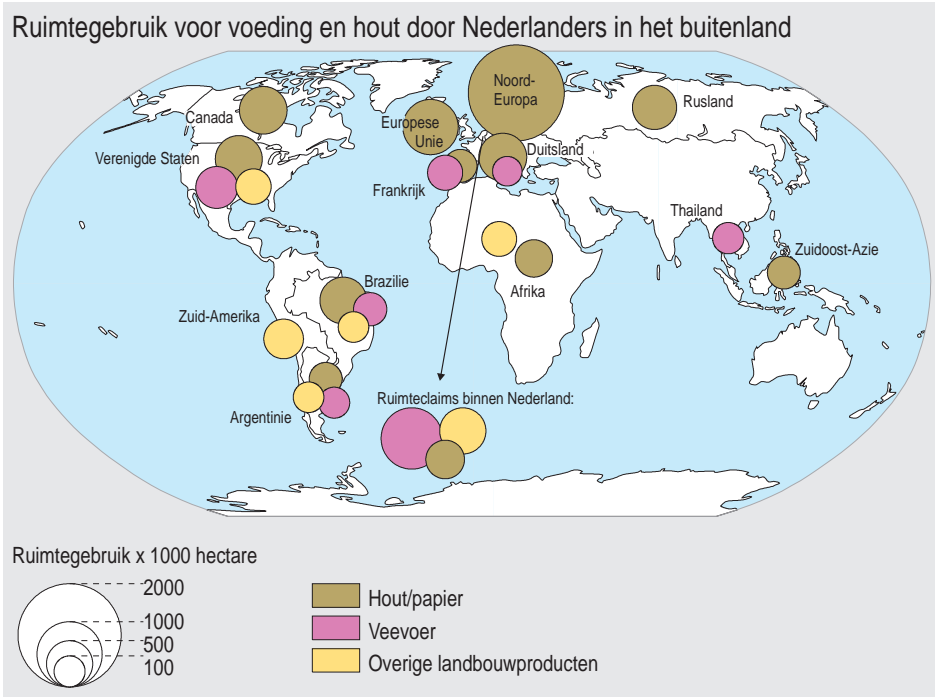
Figuur 2.5.1 Het directe en indirecte energiegebruik per Nederlander 1950-1996. De efficiencyverbetering betreft verbeteringen bij bedrijven en bij woningverwarming, mobiliteit en elektrische apparaten.

persoon zijn tussen West-Europese landen relatief klein. De veel grotere verschillen met consumenten in ontwikkelingslanden kunnen grotendeels worden verklaard uit de verschillen in inkomen. Ten opzichte van andere westerse landen ligt het totale energiegebruik van Nederlanders rond het gemiddelde. Het energiegebruik van Oost-Europeanen is relatief hoog, net als dat van inwoners van de Verenigde Staten en Singapore (die bijna tweemaal zoveel gebruiken als Nederlanders).

De bijdrage van de Nederlanders aan het totale mondiale energiegebruik schommelt de laatste 25 jaar rond de 0,5%. Dit is hoger dan het aandeel Nederlanders op de wereldbevolking, dat in die periode is gedaald van 0,35 tot 0,27%. Dit energiegebruik is een minimumschatting omdat er hierbij van is uitgegaan dat de energie-efficiency van Nederlandse productiesectoren ook geldt voor importgoederen. Waarschijnlijk is het indirecte energiegebruik in het buitenland daardoor te laag ingeschat. Gezien de schattingen over de beschikbare fossiele energievoorraden is de uitputting van deze voorraden op dit moment overigens een minder belangrijk aandachtspunt voor het milieubeleid dan de klimatologische en ecologische effecten die optreden bij winning en gebruik van energiedragers.

*Ruimtegebruik*

Ruimte is nodig voor wonen, bedrijfsterreinen en verkeersinfrastructuur, maar vooral voor voedselproductie en bosbouw. Voor houtproducten ligt de mate van zelfvoorziening van ons land op bijna 8%. Ruim 70% van het ruimtegebruik voor de Nederlandse hout- en papierconsumptie ligt in andere EU-landen (vooral Scandinavië), 10% in Noord-Amerika en ruim 15% in tropische landen (figuur 2.5.2).

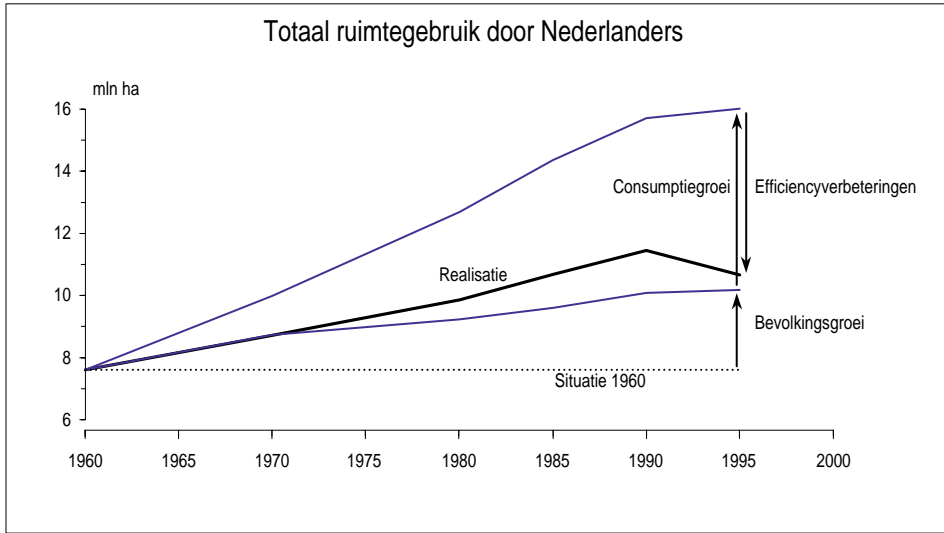


Figuur 2.5.2 De mondiale verdeling van het ruimtegebruik van Nederlanders in 1995 als gevolg van de consumptie van hout/papier, veevoer en overige landbouwproducten.

Voor veevoer ligt de mate van zelfvoorziening op bijna 20% en voor de andere landbouwproducten op ruim 30%. Deze percentages zijn geleidelijk afgenomen, waardoor het indirecte ruimtegebruik in het buitenland in de loop van de tijd is toegenomen. Ruwweg eenderde van de ruimte in Nederland wordt gebruikt voor de productie van exportgoederen.

Het directe en indirecte ruimtegebruik van alle Nederlanders tezamen is in de afgelopen veertig jaar met circa 40% toegenomen. Per Nederlander was de toename gemiddeld bijna 5%. Voor het indirecte ruimtegebruik in het buitenland is daarbij uitgegaan van een landspecifieke landbouwproductiviteit. De toename van de landbouwopbrengsten per hectare en de grotere mate van hergebruik van oud papier hebben de toegenomen consumptie deels kunnen compenseren. De piek rond 1990 had te maken met een tijdelijke verhoging van het aandeel peulvruchten (met een groot ruimtebeslag) in het veevoer. De keerzijde van de hogere landbouwproductiviteit vormt echter wel dat het intensieve gebruik van bestrijdingsmiddelen en meststoffen heeft geleid tot vervuiling van het grondwater.

Over de periode 1960-1995 zou het ruimtegebruik zonder technische verbeteringen ruim 30% hoger zijn uitgekomen door bevolkingsgroei en de stijging van de consumptie per hoofd (figuur 2.5.3). Binnen het voedingspakket is vooral tussen 1960 en 1980 een



Figuur 2.5.3 Het directe en indirecte ruimtegebruik als gevolg van de consumptie door Nederlanders, 1960-1995.

duidelijke toename van vleesproducten opgetreden. Daarnaast gaat aanzienlijk meer papier om in onze maatschappij: in 1967 was het papiergebruik per Nederlander 110 kg, in 1994 227 kg.

Uitgaande van het huidige areaal aan natuurgebieden is gemiddeld ruim 1 ha per wereldburger in gebruik voor landbouw, bosbouw, wonen en dergelijke. Indien het areaal aan natuurgebieden niet verder zal verminderen - zoals afgesproken in de Biodiversiteitsconventie - zal het beschikbare areaal per persoon in de komende halve eeuw dalen tot circa 0,7 ha per persoon, als gevolg van de verwachte bevolkingsgroei in de wereld. Het directe en indirecte ruimtegebruik door Nederlandse consumenten is op dit moment ongeveer 0,7 ha per persoon. Daarmee zitten Nederlanders dus onder het wereldgemiddelde. Dat komt niet zozeer door het consumptiepatroon, maar door de hoge landbouwproductiviteit in Nederland en de geringe inzet van biomassa.

*Biodiversiteitsverlies door toenemend ruimtegebruik*

De uitbreiding van productieprocessen met veel ruimtebeslag - zoals de landbouw - leidt weliswaar tot een verlies aan natuurgebieden, maar soms is ook een zekere mate van multifunctionaliteit mogelijk, zoals bij de bosbouw. Een uitgewerkte en breed gedragen methode om het nettoverlies aan biodiversiteit over een bepaalde periode te kwantificeren is niet beschikbaar. Een schatting op basis van veranderingen in grondgebruik en ruwe indicaties over de verschillen in de natuurwaarde van ongerepte natuurgebieden en gebieden met bepaalde productiefuncties geeft aan, dat het totale verlies aan biodiversiteit op aarde in de afgelopen eeuw bijna 30% bedraagt. De bijdrage van Nederland aan dat verlies kan op circa 0,2% worden geschat. Dit komt overigens overeen met een natuurgebied met een oppervlakte van ruim tweemaal de oppervlakte van

Nederland. Verschillen in de soortenrijkdom van natuurgebieden zijn in deze benadering slechts zeer beperkt meegenomen. Deze (nu nog resterende) soortenrijkdom is vooral hoog in landen van Midden- en Zuid-Amerika en minder in Europa. Recente verliezen treden vooral op in gebieden met hoge natuurwaarden, zoals in sommige delen van Zuid-Amerika, Afrika en Azië en veel minder in bijvoorbeeld Scandinavië, waar al langere tijd sprake is van productiebossen.

Het lijkt zinvol de importen die mogelijk leiden tot natuuraantasting in het buitenland (met name land- en bosbouwproducten, maar ook bijvoorbeeld vis of bepaalde ertsen) specifiek te identificeren en te bezien in welke mate een duurzamere productie kan worden gestimuleerd door bijvoorbeeld (vrijwillige) eco-labelling, technologieoverdracht, joint ventures of ontwikkelingssamenwerking in het land van herkomst.

## 3 DOELGROEPEN

### 3.1 Doelgroepen in samenhang

- Voor veel milieubelastende stoffen hebben de doelgroepen de afgelopen 20 jaar substantiële emissiereducties gerealiseerd, ondanks de groei in productie en consumptie. Dit in tegenstelling tot de periode 1960-1980 waarin sprake was van een toename van de milieudruk.
- Voor de emissie van broeikasgassen en verzurende emissies is de relatieve bijdrage van de industrie en energievoorziening afgenomen tussen 1960 en 1998. De relatieve bijdrage van verkeer en landbouw is daarentegen toegenomen.
- In 1998 was de groei van het bruto binnenlands product 3,8%. Aangezien de groei met name in de dienstensector plaatsvond, is de milieudruk minder sterk toegenomen.

#### *Volume-ontwikkelingen*

Tussen 1990 en 1998 vertonen alle voor de milieudruk relevante parameters een groei van enkele procenten per jaar. Ook terugkijkend over een langere periode is, met uitzondering van crisesperioden, sprake van een gestage toename van de economische bedrijvigheid, de consumptie, het energiegebruik en de mobiliteit.

In 1998 was de groei van het BBP 3,8%, het derde achtereenvolgende jaar met een groei boven de 3%. Deze groei vond met name plaats in de dienstensector en niet in de energie-intensieve industriële sectoren. Het effect op onder andere het energiegebruik en de daarmee samenhangende emissies was hierdoor beperkt.

#### *Milieudruk*

Daar waar vanaf de jaren '50 een stijging werd waargenomen van de emissie van milieubelastende stoffen is sinds de jaren '80 voor de meeste stoffen sprake van een daling in absolute zin. Dit geldt voor de emissie van verzurende, vermestende en vrijwel alle toxische stoffen, maar niet voor CO<sub>2</sub>. De trendbreuk die nodig was om deze gewenste absolute ontkoppeling te bereiken vond voor de emissie van SO<sub>2</sub> al plaats

Tabel 3.1.1 Volume-ontwikkelingen in de Nederlandse economie, 1960-1998 (Bron: CBS, CPB en RIVM).

	1960-1969	1970-1979	1980-1989	1990-1998
% per jaar				
BBP	5,4	3,4	1,8	2,8
Particuliere consumptie	6,1	4,2	1,1	2,8
Energiegebruik	8,1	5,2	-0,8	1,3
Mobiliteit				
<i>in reizigerskilometers</i>	8,8	4,2	2,0	1,8 <sup>1)</sup>
<i>in tonkilometers</i>	3,6	3,3	1,8	1,9 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Voor de periode 1990-1997.

medio jaren '60 door de inzet van zwavelarmere olie en aardgas. Voor  $\text{NO}_x$  lag het omslagpunt rond 1980, vooral veroorzaakt door de brandstofkeuze, efficiencyverbetering en schonere verbrandingstechnieken. Voor  $\text{NH}_3$  nemen sinds het begin van de jaren '90 de emissies af door het onderwerken van mest.

Wat betreft de bijdrage van de doelgroepen aan de verzurende emissies is er in de afgelopen decennia sprake van een daling van de relatieve bijdrage van de industrie, de energiesector en de raffinaderijen. Door een scala aan met name technische maatregelen zijn hier de verzurende emissies zodanig teruggedrongen dat hun bijdrage is afgenomen tot circa een kwart van het totaal. Het verkeer (door groei van de mobiliteit) en de landbouw daarentegen zijn in relatieve zin meer gaan bijdragen aan de verzurende emissies, ondanks de successen van technische maatregelen als de katalysator en het onderwerken van mest.

Voor de emissies naar lucht van fijn stof en zware metalen is al vóór 1980 een daling ingezet. Voor fijn stof is deze daling ingegeven door de zichtbaarheid van het probleem (wintersmog) en met name gerealiseerd door het toepassen van doek- en elektrofilters en de overschakeling op aardgas. De emissies van lood zijn geminimaliseerd door het beleid gericht op het verminderen en vervolgens verbieden van lood in benzine. Ook de emissies van zware metalen naar water zijn fors afgenomen. Voor VOS geldt dat door volumegroei van zowel de productie als de consumptie de emissies tot eind jaren '70 toenamen. Daarna zette een daling in; allereerst door het beter afstellen en verbeteren van de automotoren en vanaf eind jaren '80 door de invoer van de katalysator en de uitgevoerde maatregelen in het kader van het project Koolwaterstoffen 2000.

De milieudruk door de emissie van broeikasgassen neemt nog steeds toe, zij het in een langzamer tempo dan in de periode 1960-1980. De doelstelling voor  $\text{CO}_2$  voor het jaar 2000 (-3% ten opzichte van 1990) is hierdoor onhaalbaar geworden. De  $\text{CO}_2$ -emissie was in 1998 circa 11% hoger dan in 1990.

Wat betreft de emissie van  $\text{CO}_2$  is sprake van een gestaag groeiende rol van het verkeer: sinds 1970 neemt het aandeel verkeer toe van 12 naar circa 19% in 1998. Ook in absolute zin is hier sprake van een toename van  $\text{CO}_2$ -emissies bij verkeer. Opmerkelijk is verder de groeiende bijdrage van de elektriciteitsproductiesector aan de emissies van  $\text{CO}_2$ . De bijdrage van de huishoudens aan de directe  $\text{CO}_2$ -emissies daalt vanaf 1970.

Ook in 1998 was sprake van een toename van het energiegebruik, zij het minder dan in voorgaande jaren. Het energiegebruik is in de periode 1995-1998 met circa 3% toegenomen terwijl de economie over deze periode is gegroeid met circa 10%. Bij het achterblijven van het energiegebruik bij de economie spelen verschillende factoren een rol: aan de aanbodzijde de brandstofinzet en efficiencyverbetering bij de elektriciteitsproductie, aan de vraagzijde het energiebesparingsbeleid bij de eindverbruikers (consumenten en industrie) en daarnaast de structuur van de Nederlandse economie. 1998 bevestigt het beeld dat de Nederlandse economie zich in een minder energie-intensieve richting lijkt te ontwikkelen: de groei van de dienstensector is aanmerkelijk groter dan die van de

basismetaal en chemie. Het energiebesparingstempo bedroeg in de periode 1990-1995 circa 1% per jaar en op basis van voorlopige CBS- en CPB-cijfers wordt geraamd dat dit tempo is opgelopen tot rond de 1,5% in de periode 1995-1998.

**Milieugevolgen hogere economische groei**

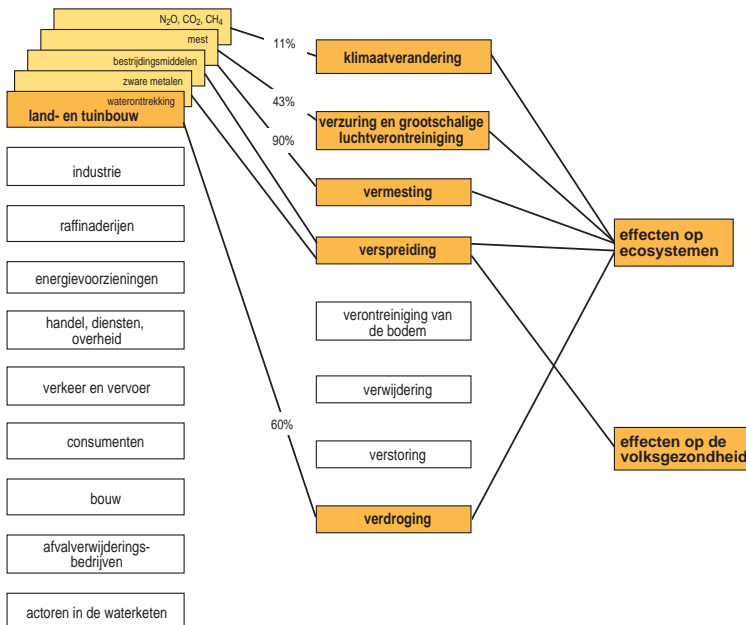
In 1998 was de economische groei 3,8%. Dit is 2% hoger dan de groei in het 'behoedzame' scenario 1995-1998. Indicatieve berekeningen op basis van het Centraal Economisch Plan 1999 van het CPB, geven aan dat deze extra economische groei van 2% niet heeft geleid tot een evenredige toename van de milieudruk in 1998 (tabel 3.1.2). Dit komt doordat de extra economische groei niet evenwichtig over de sectoren was verdeeld: voor de dienstensector, met een relatief lage milieudruk, lag de extra groei boven de 2%, terwijl de extra groei in industrie beneden de 2% lag. De economische groei in de chemie en basismetaal, die een relatief hoge milieudruk kennen, was zelfs lager dan de groei waarmee in het 'behoedzame' scenario rekening werd gehouden. Het goederenvervoer, de dienstensector en het elektriciteitsverbruik door consumenten en de dienstensector zijn de belangrijkste oorzaak van de extra emissie van CO<sub>2</sub> en

NO<sub>x</sub>. De extra SO<sub>2</sub>-emissie wordt voor meer dan de helft veroorzaakt door de raffinaderijen. Voor de extra VOS-emissies zijn met name de consumenten, de dienstensector en het personen- en goederenvervoer verantwoordelijk. Het extra afval bestaat voor een belangrijk deel uit grof huishoudelijk afval en uit afval van de dienstensector, de scheepvaart en de voedings- en genotmiddelenindustrie.

Tabel 3.1.2 De extra milieudruk als gevolg van 2% extra economische groei in 1998.

	%	Absoluut	Eenheid
CO <sub>2</sub>	1,0	1,8	mld kg
NO <sub>x</sub>	1,6	6,7	mld kg
SO <sub>2</sub>	1,0	1,2	mld kg
VOS	1,5	4,5	mld kg
Afvalproductie	0,6	0,3	mld kg

**3.2 Landbouw**



Figuur 3.2.1 De belangrijkste bijdragen (1998) van de doelgroep landbouw aan de verschillende milieuthema's en de relatie met effecten op ecosystemen en de volksgezondheid.

- Door het natte najaar van 1998 is de mestafzet in de akkerbouwgebieden met 25-35% teruggelopen, waardoor in 1999 mestafzet binnen de normen moeilijker zal worden.
- De ammoniakemissies bij het onderwerken van dierlijke mest zijn in de praktijk hoger dan tot nu toe werd geraamd. Het resultaat van het ammoniakbeleid is dus kleiner dan tot nu toe berekend.
- Door versoepeling van het mestbeleid (kunstmest telt voorlopig niet mee bij de bepaling van het fosfaatverlies) voldeed circa 30% (in plaats van 2%) van de aangifteplichtige bedrijven aan de wettelijke verliesnormen voor 1998.

### *Inleiding*

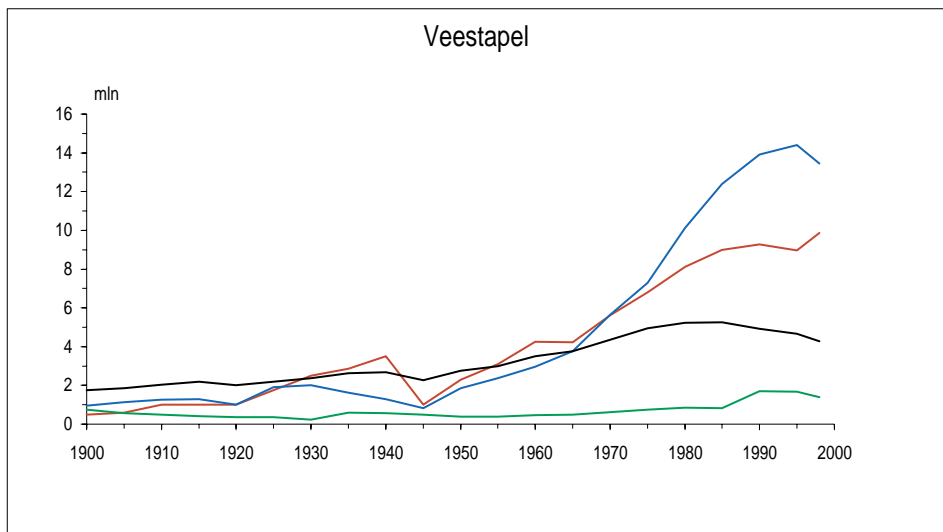
De milieudruk van de land- en tuinbouw verschilt per bedrijfstak. De veehouderij draagt voornamelijk bij aan de emissie van ammoniak, methaan en lachgas (naar de lucht) en stikstof en fosfaat naar de bodem (wat vervolgens leidt tot vermisting van grond- en oppervlaktewater). De akkerbouw levert de grootste bijdrage aan emissies van bestrijdingsmiddelen (onder andere naar water). De glastuinbouw is veruit de grootste bron van agrarische CO<sub>2</sub>-emissies.

### *Volume-ontwikkelingen*

De bruto toegevoegde waarde van de land- en tuinbouw steeg in 1998 met 3,4% tot 18,5 miljard gulden. In 1998 produceerde de land- en tuinbouw 2,6% van het BBP, tegenover 3,3% in 1980 en 5,2% in 1970. Ondanks deze relatieve afname is de productie van land- en tuinbouwproducten in dezelfde periode sterk toegenomen.

Het productievolume van de land- en tuinbouw was in 1998 bijna 4% hoger dan in 1997. In de akkerbouwsector nam de fysieke productie ten opzichte van 1997 echter met bijna 20% af, vooral door wateroverlast in de oogstperiode. Zowel de tuinbouw als de rundveehouderij realiseerden een lichte productietoename. In de intensieve veehouderij werd gemiddeld ruim 20% meer geproduceerd. De productie in de varkenshouderij trok aan na de scherpe daling in 1997 als gevolg van de varkenspest. Het grotere aanbod van varkens ging gepaard met sterk dalende prijzen.

De Nederlandse veestapel is de afgelopen eeuw aanzienlijk gegroeid (*figuur 3.2.2*). In het begin van deze eeuw werd de omvang van de veestapel beperkt door de beschikbaarheid van veevoer. Zo werd in 1930 circa 30% van de hoeveelheid veevoer geïmporteerd. In de Tweede Wereldoorlog zorgde schaarste aan voedsel voor de mens voor een snelle afname van de varkens- en pluimveestapel. De rundveestapel daalde in die periode veel minder, omdat grasland zeer beperkt kon worden benut voor de productie van menselijk voedsel. Na de Tweede Wereldoorlog werd de landbouwproductie actief gestimuleerd door onderzoek, voorlichting en markt- en prijsbeleid waardoor de veestapel een explosieve groei doormaakte. In het begin van de jaren '70 ontstond een aarzelend besef dat er grenzen aan de groei bestaan en werd onderzoek gestart naar milieueffecten van de landbouw. In Europees verband werd in 1984 om economische redenen de Superheffing ingesteld om een melkoverschot te beteugelen. Een vast melkquotum zorgde bij toenemende melkproductie per melkkoe voor een gestage afname van de



Figuur 3.2.2 De omvang van de veestapel, 1900-1998 (Bron: CBS).

— Kippen (x10)  
 — Varkens  
 — Runderen  
 — Schapen

melkveestapel. Vlak daarna kwam er nationale regelgeving om de mestproductie te beheersen. Pas aan het einde van deze eeuw komt stabilisatie van de omvang van de varkens- en pluimveestapel in zicht.

De Wet herstructurering varkenshouderij is op 1 september 1998 in werking getreden. De wet beoogt een aantal problemen in de varkenshouderij structureel op te lossen door inkrimping van de varkensstapel: milieudruk, dierenwelzijn, diergezondheid, aantasting van natuur en landschap in concentratiegebieden. De wet is echter in het voorjaar 1999 door de rechter tijdelijk buiten werking gesteld. De minister van LNV bezint zich op alternatieven. Eind 1998 zijn maatregelen aangekondigd die moeten leiden tot een landelijke bevestiging van de omvang van de pluimveestapel. Aanleiding hiertoe waren de groei van de pluimveestapel en een teruglopende export van pluimveemest. Ook in 1999 lijkt de groei echter door te gaan.

Per 1 januari 1998 is het Mineralenaangiftesysteem (MINAS) van kracht geworden. Bedrijven met meer dan 2,5 grootvee-eenheden per hectare (gve/ha) moeten een mineralenboekhouding bijhouden. Bedrijven met minder dan 2,5 gve/ha kunnen met een eenvoudige aangifte volstaan en zijn gebonden aan fosfaatgebruiksnormen zoals die tot 1 januari 1998 voor alle bedrijven van kracht waren. Vanaf 2000 zijn alle veehouderijbedrijven aangifteplichtig en vanaf 2001 ook alle overige bedrijven. Aangifteplichtige bedrijven betalen een heffing wanneer hun mineralenoverschot per hectare een heffingsvrije drempel (de verliesnorm) overschrijdt. De verliesnormen voor fosfaat en stikstof zullen tot 2008 geleidelijk worden aangescherpt. Recent is besloten het gebruik van fosfaatkunstmest voorlopig niet mee te tellen bij de vaststelling van het fosfaatverlies. Een analyse van bedrijfsgegevens van het boekjaar 1996/1997 leert dat circa 30%

van alle (potentieel) aangifteplichtige bedrijven aan de versoepelde verliesnormen van 1998 voldeden. Van alle bedrijven voldeed 45% aan de versoepelde verliesnorm, maar slechts enkele bedrijven (circa 2%) voldeden aan de oorspronkelijke verliesnormen inclusief kunstmest.

Om te voldoen aan de Europese nitraatrichtlijn is in 1999 aanvullend stikstofbeleid ontwikkeld. Voor droge zandgronden, waar van nature de kans op nitraatuitspoeling hoog is, zullen vanaf 2008/2010 scherpere verliesnormen gaan gelden. Op alle overige gronden worden de verliesnormen sneller verlaagd. Daarnaast zal in 2002 een bovengrens worden gesteld aan de veedichtheid per hectare. Op basis van gegevens van het boekjaar 1997/1998 blijkt dat ongeveer 30% van de melkveebedrijven al voldoet aan de MINAS-verliesnormen voor het jaar 2002. Vrijwel alle melkveebedrijven voldoen reeds aan de veebezettingsnorm (3,5 gve/ha) voor 2002.

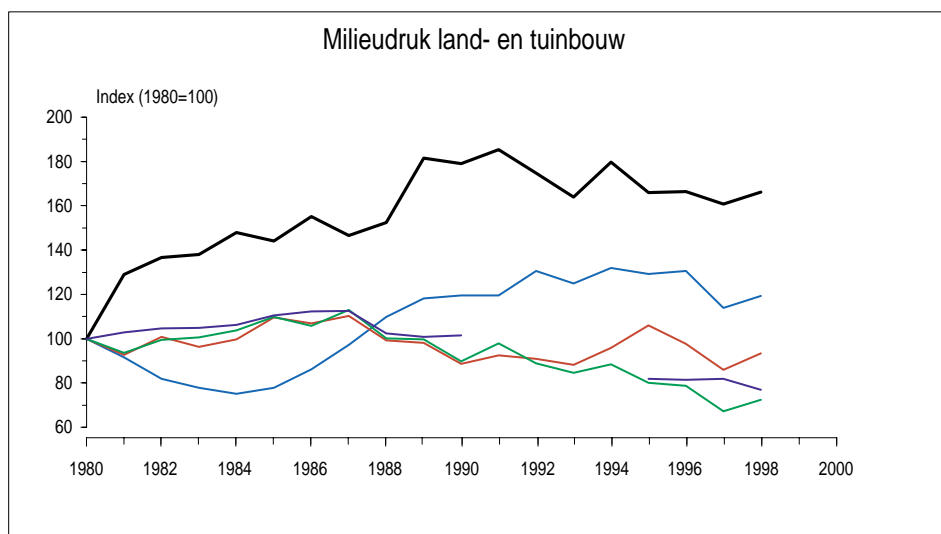
### **Milieudruk**

Het jaar 1998 kende een extreem nat najaar waardoor aanzienlijke oogstverliezen optraden, voornamelijk bij de aardappelteelt. Dit had niet alleen nadelige economische gevolgen, maar leidde ook tot hogere emissies naar de bodem vanwege een lagere mineralenafvoer door het gewas, tot minder mestgebruik in akkerbouwgebieden en tot lagere ammoniakemissies. Het transport van dierlijke mest van overschotgebieden naar de grote akkerbouwgebieden nam hierdoor met 25-35% af. De mestafzet daalde met ongeveer 1,5 miljard kg, ofwel 2,5% van de nationale hoeveelheid mest die jaarlijks uitgereden wordt. De niet uitgereden mest is voor een deel opgeslagen in nieuw gebouwde silo's en zal in 1999 alsnog moeten worden uitgereden. Dat zet een extra druk op een toch al gespannen mestmarkt, waardoor het moeilijker zal worden om binnen de geldende mestnormen te blijven.

De hoeveelheid fosfaat in dierlijke mest bedroeg in 1998 ongeveer 190 miljoen kg, dit is vrijwel gelijk aan de fosfaatuitscheiding in 1997 en een fractie lager dan in 1996. De afgelopen tien jaar is de hoeveelheid fosfaat in varkensmest met ongeveer 25% gedaald, terwijl het aantal varkens slechts met circa 6% daalde. De fosfaatexcretie per (gemiddeld) varken is nu ongeveer 20% lager dan tien jaar geleden, hoofdzakelijk door aanpassingen in het veevoer. De pluimveehouderij heeft een soortgelijke ontwikkeling doorgemaakt. Daar daalde de fosfaatexcretie per (gemiddeld) dier met bijna 25%. Doordat het aantal dieren fors toenam, daalde de totale fosfaatproductie met slechts 7%.

De emissie van fosfaat naar de bodem (gedefinieerd als aanvoer minus gewasafvoer) bedroeg in 1998 ongeveer 130 miljoen kg (*figuur 3.2.3*). Dit is ongeveer 8% meer dan in 1997, wat grotendeels kan worden verklaard uit een hoger kunstmestgebruik. Het effect van oogstschade in 1998 op de fosfaatafvoer was beperkt. Geraamd wordt dat de komende jaren de emissie van fosfaat naar de bodem verder zal dalen, vooral door inkrimping van de veestapel.

De hoeveelheid stikstof in dierlijke mest bedroeg in 1998 ongeveer 610 miljoen kg en was daarmee een fractie lager dan in 1997. Een lichte toename van de stikstofproductie



Figuur 3.2.3 Milieudruk door de land- en tuinbouw, 1980-1998.

— Bruto toegevoegde waarde  
 — CO<sub>2</sub> naar lucht  
 — N naar bodem  
 — P naar bodem  
 — NH<sub>3</sub> naar lucht (zie figuur 3.2.4)

door pluimvee werd meer dan gecompenseerd door een afname bij melkvee. De voeraanpassingen ten aanzien van stikstof zijn de afgelopen tien jaar minder effectief geweest dan bij fosfaat. Bij pluimvee daalde de stikstofexcretie per (gemiddeld) dier met 5%. De totale stikstofproductie steeg echter met 16% doordat het aantal dieren fors toenam. De daling van het stikstofgehalte in pluimveevoer is dus tenietgedaan door een toename van het aantal dieren. De stikstofexcretie per (gemiddeld) varken bleef gelijk. Bij varkens daalde de stikstofproductie met 6% doordat het aantal dieren afnam.

De emissie van stikstof naar de bodem (gedefinieerd als het verschil tussen aanvoer en gewasafvoer) bedroeg in 1998 ongeveer 450 miljoen kg (figuur 3.2.3). Dit is ongeveer 9% meer dan in 1997, vrijwel volledig veroorzaakt door oogstverliezen als gevolg van het natte najaar. Geraamd wordt dat in de periode tot 2003 de emissie van stikstof naar de bodem zal dalen tot circa 360 miljoen kg. Enerzijds door een verdere inkrimping van de veestapel, anderzijds door een vermindering van het kunstmestgebruik.

### Nieuwe inzichten in ammoniakemissies

De berekende ammoniakemissie uit de land- en tuinbouw maakte het afgelopen jaar veel discussie los. In de Milieubalans 98 werd gerapporteerd dat de berekende daling in de ammoniakemissies niet kan worden teruggevonden in de gemeten ammoniakconcentraties in de buitenlucht. In het afgelopen jaar zijn zowel de berekende emissies als de concentratiemetingen aan een kritische analyse onderworpen. De Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) heeft samen met CBS en RIVM de uitgangspunten voor de emissieberekeningen onder-

zocht. Als gevolg hiervan is de vervluchtigingsfactor voor in rundveestallen opgeslagen dierlijke mest verlaagd. Ook de vervluchtigingsfactoren die gebruikt worden bij de aanwending van dierlijke mest zijn herzien. Met name het onderwerken van mest op bouwland blijkt minder effectief in het reduceren van ammoniakemissie, omdat meer tijd verstrikt tussen uitrijden en onderwerken dan voorheen werd verondersteld. De mate van toepassing van de verschillende mestaanwendingstechnieken, die gebaseerd was op een CBS-enquête uit

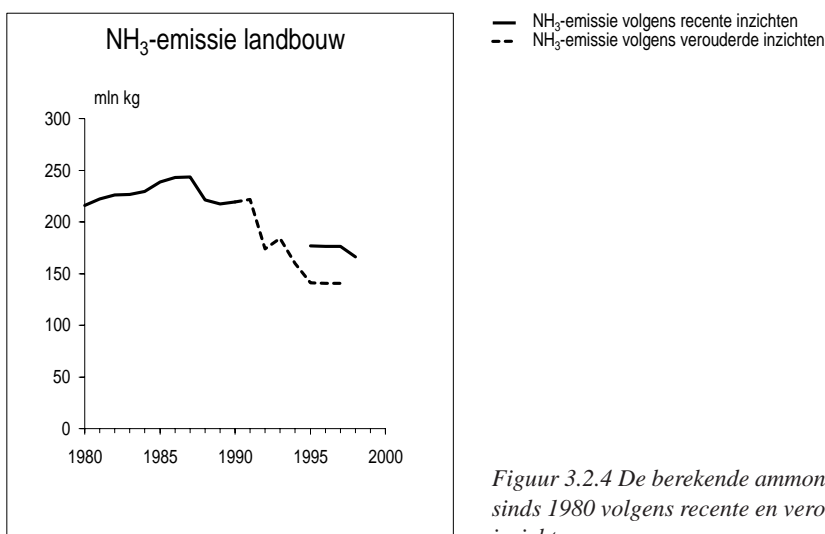
1995, is thans met behulp van een 'inventarisatie in het veld' in 1997 geactualiseerd. De hoog-effectieve technieken (zoals mestinjectie) blijken minder vaak gebruikt te worden dan de minder effectieve technieken (zoals sleepvoetenmachines). Tenslotte is de vervluchtigingsfactor voor kunst-

mest met 35% verhoogd, om recht te doen aan de specifieke in Nederland toegepaste soorten stikstofkunstmest. De gerapporteerde ammoniakemissies moeten als voorlopige schattingen worden beschouwd, omdat het onderzoek van DLO/CBS/RIVM nog niet is afgerond.

Onderzoek naar aanleiding van de discussies rondom het 'ammoniak-gat' heeft geleid tot eerste inzichten in verbeteringen in de berekeningswijze van de ammoniakemissie. Op basis hiervan (zie *tekstbox*) komt de ammoniakemissie uit de land- en tuinbouw in 1997 25% hoger uit dan in voorgaande Milieubalansen werd gerapporteerd (*figuur 3.2.4*). De grootste verandering treedt op bij de uitrij-emissies. De nieuwe berekeningswijze heeft vrijwel geen effect op de ammoniakemissies van voor 1990. Sinds 1990 zijn de uitrij-emissies met ruim 35% gedaald, terwijl oude berekeningen een daling met 75% te zien gaven. Het onderwerken van mest is in de praktijk beduidend minder effectief dan tot nu toe werd gedacht. Dat wordt voor een deel verklaard door de instelling van een uitrijverbod in de wintermaanden, bedoeld om nitraatuitspoeling te beperken. Daardoor wordt mest vanaf 1991 uitgereden in het voorjaar en de zomer wanneer meer ammoniak verdampt.

De berekende ammoniakemissie uit de land- en tuinbouw bedroeg in 1998 (op grond van vernieuwde inzichten, zie *tekstbox*) circa 166 miljoen kg. Dit is bijna 6% lager dan in de drie voorafgaande jaren. De daling valt grotendeels toe te schrijven aan een verlaging van de hoeveelheid uitgereden dierlijke mest in het natte najaar. In akkerbouwgebieden met weinig veehouderij is hierdoor de ammoniakemissie 10-15% lager, omdat de van elders aangevoerde mest daar een groter aandeel heeft in de ammoniakemissie.

De conclusie uit de Milieubalans 98 dat de emissiedoelstelling van 164 miljoen kg in 1994 werd gehaald, moet worden herzien. Er zijn bovendien aanwijzingen (zie *paragraaf 4.3*) dat de werkelijke ammoniakemissie nog hoger is dan nu aangegeven met de



*Figuur 3.2.4 De berekende ammoniakemissie sinds 1980 volgens recente en verouderde inzichten.*

vernieuwde berekening voor dierlijke mest. De ammoniakemissie in 2003 wordt geschat op circa 150 miljoen kg, zodat de emissiedoelstelling van 70 miljoen kg in 2005 (NMP3) nog ver buiten bereik ligt.

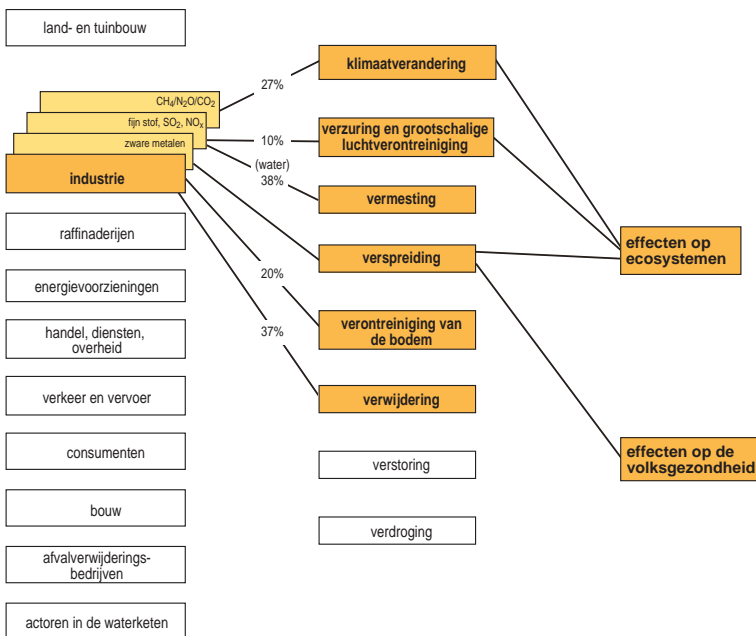
Het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in de land- en tuinbouw is tussen 1997 en 1998 met ongeveer 4% gestegen. De dalende lijn in de verkoop van grondontsmettingsmiddelen zette zich door, vooral omdat het natte najaar toepassing van deze middelen in veel gevallen onmogelijk maakte. Door extreme weersomstandigheden nam de verkoop van fungiciden met 20% toe, waardoor deze groep middelen nu bijna 50% uitmaakt van het totaal.

### 3.3 Industrie

- De emissie van NO<sub>x</sub> en SO<sub>2</sub> door de industrie blijft dalen. Geraamd wordt dat dit ook de komende jaren het geval zal zijn.
- De emissie van CO<sub>2</sub> ligt - na een daling in 1993 - de laatste jaren weer op het niveau van 1990.

#### Inleiding

De doelgroep industrie omvat de bedrijfstak industrie met uitzondering van de raffinaderijen.



Figuur 3.3.1 De belangrijkste bijdragen (1998) van de doelgroep industrie aan de verschillende milieuthema's en de relatie met effecten op ecosystemen en de volksgezondheid.

### Volume-ontwikkelingen

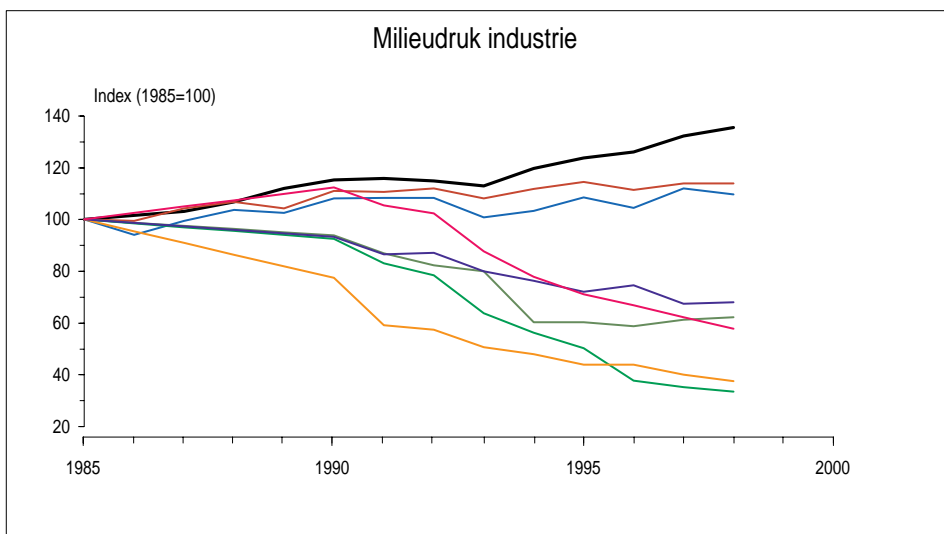
De bruto toegevoegde waarde van de industrie is in 1998 ten opzichte van 1990 met bijna 20% gestegen. De groei tussen 1995 en 1998 was circa 10%. Het aandeel in het bruto binnenlands product (BBP) bedroeg in 1998 ruim 17%. In de periode 1990-1998 was de groei van de chemische industrie en de voedings- en genotmiddelenindustrie hoger dan van de overige bedrijfstakken. Sinds 1995 is de sectorstructuur nauwelijks meer gewijzigd.

Het energiegebruik door de industrie was in 1998 vrijwel even hoog als in 1995 en ruim 3% hoger dan in 1990.

### Milieudruk

Bij een groei van de bruto toegevoegde waarde is de emissie van  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$ , VOS, CO en fijn stof ( $\text{PM}_{10}$ ) in de periode 1995-1998 gedaald (figuur 3.3.2). De emissie van  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$  en fluoride is niet veranderd, terwijl de emissie van  $\text{N}_2\text{O}$  is gestegen. Van andere stoffen is voor deze periode geen duidelijke trend aan te geven, omdat de emissiegegevens vanaf 1996 niet goed vergelijkbaar zijn met die van de voorafgaande periode. Sinds 1996 wordt namelijk in toenemende mate gebruik gemaakt van emissiegegevens uit milieujaarverslagen van bedrijven.

De jaarlijkse emissie van  $\text{CO}_2$  (temperatuurgecorrigeerd) is in de periode 1995-1998 nauwelijks toegenomen. Het achterblijven van de  $\text{CO}_2$ -emissie bij de productie is voor een deel het gevolg van het feit dat in de energiebehoefte in toenemende mate wordt voorzien door elektriciteit, stoom en warmte die door de energiesector wordt geleverd. De  $\text{CO}_2$ -emissie die hierbij vrijkomt wordt niet aan de industrie maar aan de energiesector toegere-



Figuur 3.3.2 Milieudruk door de industrie, 1985-1998.

— Bruto toegevoegde waarde  
 — Verbrand, gestort, geloosd afval  
 — Energiegebruik  
 — Fijn stof  
 — CO<sub>2</sub>  
 — SO<sub>2</sub>  
 — NO<sub>x</sub>  
 — VOS

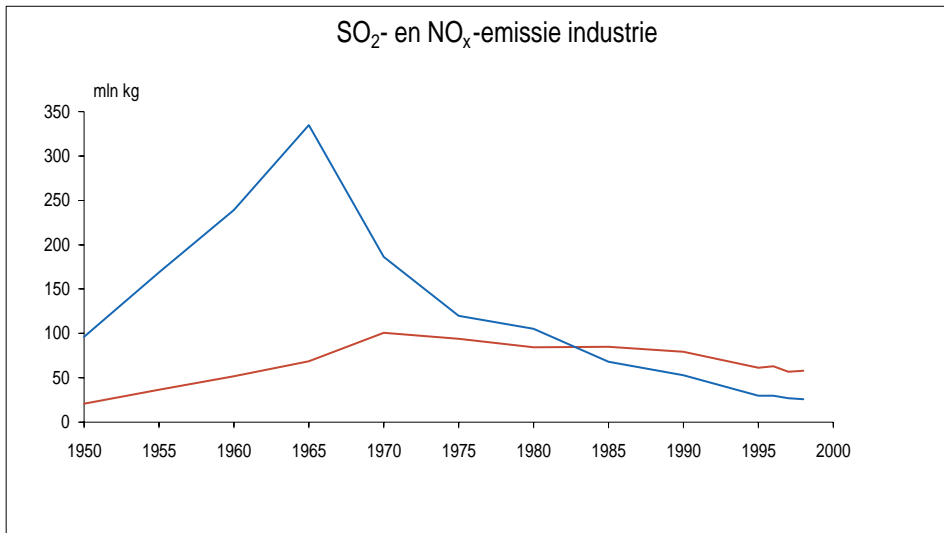
kend. Ook is er een effect van de Meerjarenaafspraken (MJA's), die inmiddels 29 industrie-sectoren hebben gemaakt met de overheid. In 1997 was het energiegebruik per eenheid productie (de energie-efficiency) voor deze sectoren ongeveer 2% lager dan in 1996. Ten opzichte van 1989 (het referentiejaar voor de MJA's) was de gemiddelde verbetering bijna 15%. De MJA's hebben betrekking op ongeveer 90% van het gebruik van energiedragers voor energieopwekking door de industrie in 1997. Het doel - verbetering van de energie-efficiency met 20% in 2000 - zal naar verwachting worden gehaald. Het is te verwachten dat ook na 2000 de energie-efficiency verder zal verbeteren als gevolg van het Convenant benchmarking energie-efficiency, dat in juli 1999 door de energie-intensieve industrie en de overheid is gesloten. Dit geldt ook voor de overige industriële sectoren, waarvoor maatregelen zijn aangekondigd in de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid (1999).

De emissie van  $N_2O$  was als gevolg van de grotere productie van onder meer stikstof-kunstmest in 1998 circa 7% hoger dan in 1995. De emissie van de broeikasgassen HFK, PFK en  $SF_6$  is in de afgelopen jaren vrij stabiel gebleven. Als de maatregelen die genoemd zijn in de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid worden uitgevoerd, zal de emissie van HFK, PFK en  $SF_6$  na het jaar 2000 dalen.

De emissie van de verzurende stoffen  $NO_x$  en  $SO_2$  was in 1998 circa 5 respectievelijk 14% lager dan in 1995, de emissie van  $NH_3$  bleef ongeveer constant. De daling van de emissie van  $NO_x$  is bij vrijwel alle industriële sectoren opgetreden, onder meer door de toename van energieopwekking met lage- $NO_x$ -installaties. De emissie van  $SO_2$  is afgenomen door maatregelen bij onder meer de basismetaalindustrie en door het lagere gebruik van steenkool en stookolie. Omdat voor alle drie de verzurende stoffen integrale milieutaakstellingen (IMT) voor 2000 en 2010 zijn opgenomen in de diverse milieu-convenanten, zullen door aanvullende maatregelen de verzurende emissies in de komende jaren verder dalen. Dit blijkt uit de bedrijfsmilieuplannen die door bedrijven in de chemische en basismetaalindustrie zijn opgesteld. Voor  $NO_x$  zal een belangrijke impuls uitgaan van de vaststelling van lagere emissieplafonds in de EU-lidstaten en de verwachte invoering van het in het NMP3 aangekondigde systeem voor  $NO_x$ -kostenverevening (voor zowel de industrie als de raffinaderijen en de energiesector).

De emissie van VOS (vluchtige organische stoffen) is in de periode 1995-1998 gedaald met circa 18%. De daling was het grootst bij de chemische industrie, de metaalelektro en de voedingsmiddelenindustrie. Sinds 1990 is de emissie met ongeveer 50% afgenomen. De daling is vooral het gevolg van KWS2000-maatregelen. Te verwachten is dat de emissie de komende jaren verder zal dalen. Bedrijven die VOS-houdende producten (zoals verf, inkt, schoonmaakmiddelen) gebruiken zullen als gevolg van Europese regelgeving en ARBO-richtlijnen (aanvullende) maatregelen moeten gaan nemen. Daarnaast blijven ook voor VOS de IMT's van kracht.

De emissie van fijn stof ( $PM_{10}$ ) is - na de sterke daling in de periode 1990-1996 bij vooral de basismetaal-, de voedingsmiddelen- en de chemische industrie - in 1998 gestabiliseerd.



Figuur 3.3.3 Emissie van SO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub> door de industrie, 1950-1998.

De hoeveelheid industrieel afval was ruim 20 miljard kg in 1998, ongeveer 1% meer dan in 1997. Ruim 80% van het afval werd hergebruikt, met name als veevoer, meststof en als (grondstof voor) bouw materiaal. Dit aandeel hergebruik is sinds 1995 constant. In 1990 was het aandeel ongeveer 70% (zie ook *paragraaf 4.7*).

### Lange termijn terugblik

De emissie van SO<sub>2</sub> is tussen 1950 en 1965 sterk toegenomen (*figuur 3.3.3*). Naast de toename van het gebruik van energie en de (industriële) productie was dit vooral het gevolg van de sterke groei van het verbruik van stook- en gasolie met een hoog zwavelgehalte. De daling die na 1965 is opgetreden, is vooral tot stand gekomen door het beschikbaar komen van laagzwavelige aardolie, de regelgeving ten aanzien van het zwavelgehalte van brandstoffen en de introductie van aardgas.

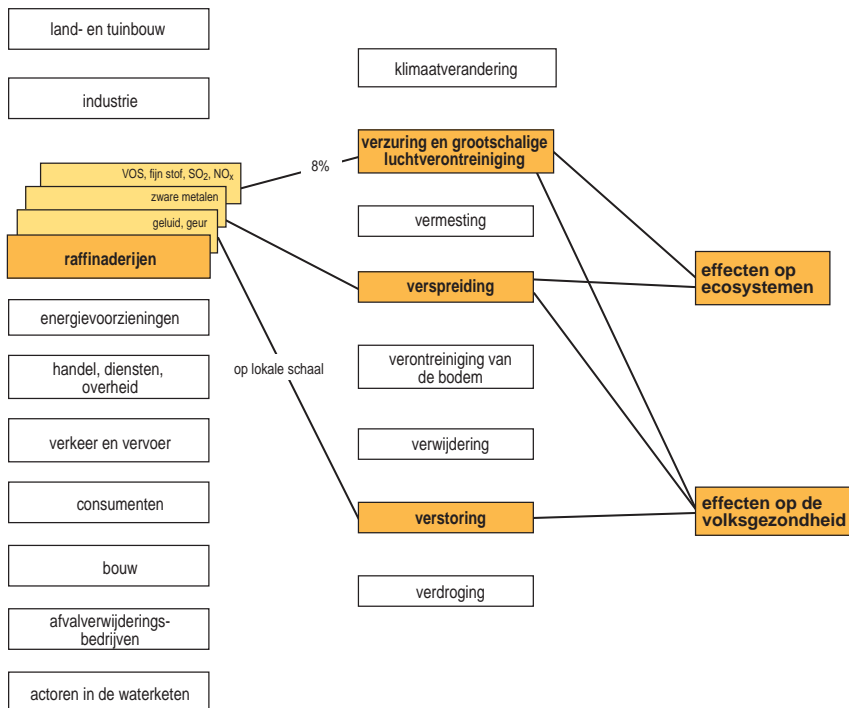
Tot ongeveer 1970 nam de emissie van NO<sub>x</sub> toe. Ook hier was de stijging het gevolg van de toename van het energiegebruik en de groei van de (chemische) industrie. De daling die na 1970 optrad was het gevolg van de verschuiving in de brandstofmix (meer olie en aardgas) ten koste van kolen en van de invoering van emissie beperkende maatregelen bij de productie van stoffen als ammoniak, salpeterzuur en stikstofkunstmest door de chemische industrie. Ook daalde de NO<sub>x</sub>-emissie per Joule verbruikte (fossiele) energie door regelgeving ten aanzien van emissies door stookinstallaties (BEES). De emissiefactor voor grote vuurhaarden halveerde in de periode 1980-1997 tot circa 80 gram NO<sub>x</sub> per GJ.

### 3.4 Raffinaderijen

- Door milieumaatregelen en grootschalige moderniseringen daalt bij raffinaderijen de uitstoot van vrijwel alle stoffen, met uitzondering van CO<sub>2</sub>. Het reductietempo voor NO<sub>x</sub> en VOS blijft achter bij de doelstelling, maar het emissieplafond van SO<sub>2</sub> zal naar verwachting worden gehaald.
- Verdere aanscherping van de producteisen en het steeds complexere raffinageproces zorgen voor een toenemende energievraag van raffinaderijen. Door verbetering van de energie-efficiency blijft het energiegebruik per ton product echter ongeveer gelijk.

#### Inleiding

Raffinage is een industriële activiteit gericht op het omzetten van ruwe olie in nuttige energiedragers. De productie kan ruwweg worden onderscheiden in vier categorieën: motorbrandstoffen, stookolie, grondstoffen voor de petrochemie en bunkerbrandstoffen. De sector zet bijna de helft van zijn producten af in het buitenland, terwijl ongeveer 35% is bestemd voor de binnenlandse markt. De overige 20% betreft internationale scheep- en luchtvaartbunkers.



Figuur 3.4.1 De belangrijkste bijdragen (1998) van de doelgroep raffinaderijen aan de verschillende milieuthema's en de relatie met effecten op ecosystemen en de volksgezondheid.

Raffinaderijen zijn een aparte doelgroep in het Nederlandse milieubeleid, naast de energiesector en de industrie. Dit heeft onder meer geleid tot specifiek op raffinaderijen gerichte regelgeving en taakstellingen voor SO<sub>2</sub> en VOS, en voor energie-efficiencyverbetering.

Het milieubeleid richt zich primair op de vijf grote bedrijven - vier in Rotterdam en één in Vlissingen - die samen verantwoordelijk zijn voor vrijwel de gehele doorzet en de milieudruk van raffinaderijen.

Het milieubeleid bereikt de raffinaderijen op twee manieren: via het productenbeleid (schonere brandstoffen), waardoor extra bewerkingsstappen nodig zijn op de raffinaderij, en via het eigen specifieke doelgroepbeleid. Beide beleidssporen worden in toenemende mate in Europese kaders uitgezet. Het milieubeleid voor de Nederlandse raffinaderijen is vooral gericht geweest op de reductie van SO<sub>2</sub>-emissies.

### *Volume- en structuurontwikkelingen*

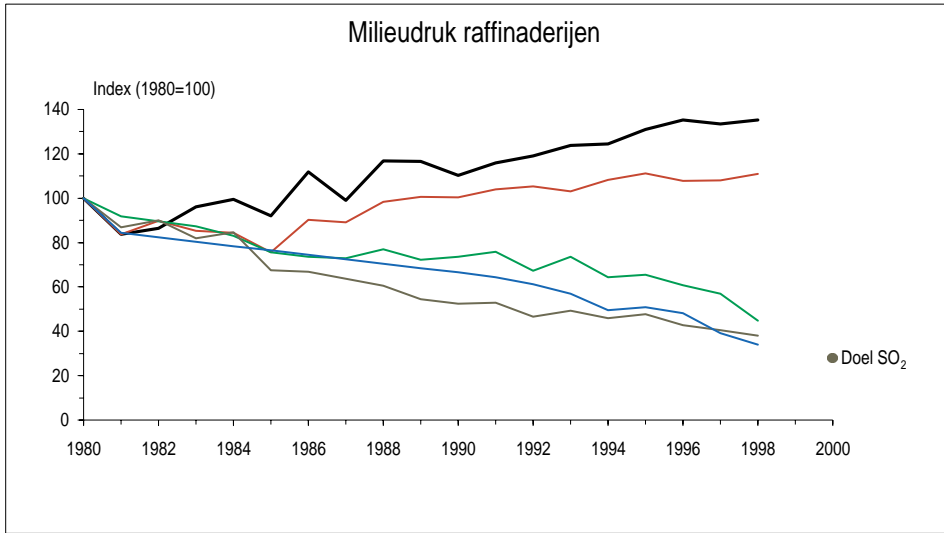
De productie van Nederlandse raffinaderijen startte direct na de Tweede Wereldoorlog. Tot aan het begin van de jaren '70 groeide de productie met gemiddeld 10% per jaar. De grootste groei trad op tussen 1960 en 1970, toen de doorzet steeg van 20 naar 62 miljard kg. Na de eerste oliecrisis stopte deze ontwikkeling abrupt: tussen 1973 en 1982 halveerde de productie. Dit had te maken met de hoge olieprijs, de opkomst van aardgas en kernenergie, en de economische crisis van 1979-1982, waardoor met name de vraag naar stookolie instortte. Na 1985 herstelde deze vraag onder invloed van de lage olieprijs (zie *paragraaf 2.4*). Maar het herwonnen productievolume betrof nu vooral 'lichte producten' zoals grondstoffen voor de petrochemie en motorbrandstoffen.

Om deze veranderde productmix te kunnen leveren waren de raffinaderijen genoodzaakt tot grootschalige aanpassingen en modernisering van het productieproces. Daarnaast kreeg de sector te maken met strengere brandstofeisen (zoals het maximale zwavel-, lood- en benzeengehalte), waardoor extra processtappen nodig waren die tot extra energiegebruik en emissies hebben geleid.

### *Milieudruk*

Raffineren kost energie: circa 6% van de energie-inhoud van de ruwe olie wordt op de raffinaderij gebruikt voor het opwekken van benodigde warmte en elektriciteit. Door het steeds complexere raffinageproces (diepere conversie) en strengere milieu- en producteisen is de gemiddelde energievraag per ton product (vóór besparingen) vanaf 1980 met circa 35% toegenomen. Door de gerealiseerde energiebesparingsmaatregelen kon het energiegebruik per ton product per saldo echter ongeveer gelijk blijven.

De meerjarenaafpraak (MJA) over energie-efficiencyverbetering (10% verbetering in 2000 ten opzichte van 1989) lijkt te worden gehaald. De emissies van CO<sub>2</sub> nemen ongeveer toe met het productievolume. In 1998 is de CO<sub>2</sub>-emissie met 5% gegroeid, voornamelijk als gevolg van de modernisering PER+ van Shell waarbij lichte producten worden verkregen uit zware residuen (hydrokraken).



Figuur 3.4.2 Milieudruk door raffinaderijen, 1980-1998.

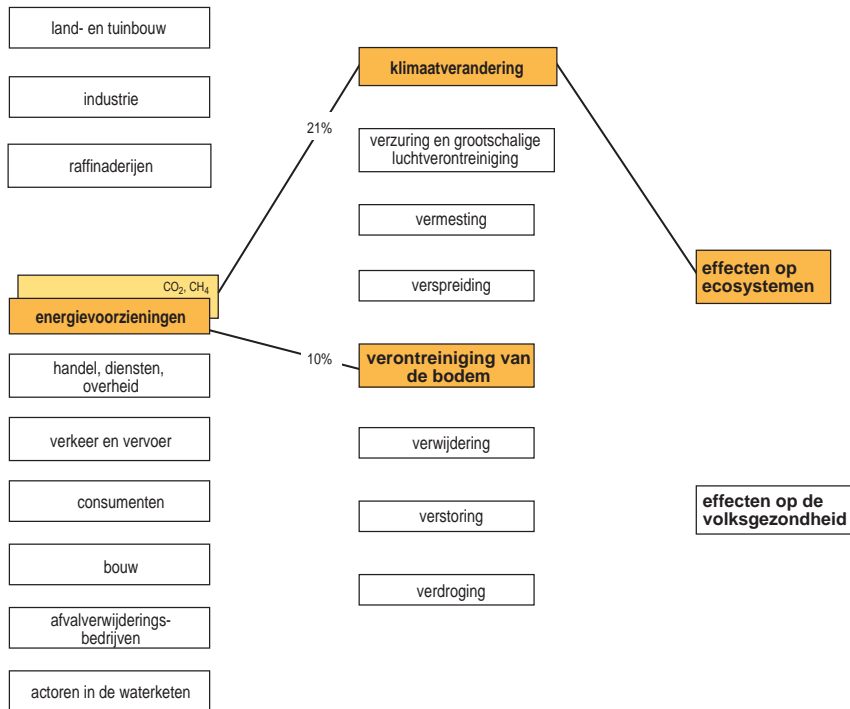
— Productie  
 — CO<sub>2</sub>  
 — NO<sub>x</sub>  
 — SO<sub>2</sub>  
 — VOS

Bij de raffinaderijen is voor alle stoffen behalve CO<sub>2</sub> sprake van ont koppeling van productie en milieudruk (figuur 3.4.2). Terwijl de productie vanaf 1980 met 30% is toegenomen, daalden de emissies van SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en VOS met respectievelijk circa 60, 55 en 65%. Ook de emissies van stof en CO halveerden. De voornaamste oorzaak van emissies is het eigen brandstofgebruik. Daarbij is residuale stookolie veruit het meest vervuilend, maar zijn raffinaderijgas en aardgas juist relatief schoon. Doordat raffinaderijen in de loop der jaren mindere residuale stookolie zijn gaan gebruiken en steeds meer gasen, zijn de emissies van SO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub> en in mindere mate CO en stof gedaald.

Ook technische maatregelen hebben substantieel bijgedragen aan de vermindering van de emissies. Zo werd het zwavelgehalte van de gebruikte stookolie verlaagd en is het terugwinrendement van de productontzwaveling verhoogd. Ter verlaging van de NO<sub>x</sub>-emissies zijn schonere brandertechnieken toegepast. In 1999 zal in één raffinaderij NO<sub>x</sub>-reductie door rookgasreiniging worden toegepast. Ook stofemissies worden met rookgasreiniging (filters) bestreden. De emissies van VOS worden gereduceerd in het kader van KWS2000. Vanaf 1981 zijn de VOS-emissies met 60% gedaald, voornamelijk door het afdichten van opslagtanks.

### 3.5 Energievoorziening

- De hoeveelheid geproduceerde duurzame energie is sinds 1988 ruimschoots verdubbeld en bedroeg in 1998 maximaal 1,8% van het Nederlands energiegebruik. Deze groei is onvoldoende om de doelstelling, een aandeel van 3% in het jaar 2000, te kunnen bereiken.



Figuur 3.5.1 De belangrijkste bijdragen (1998) van de doelgroep energievoorziening aan de verschillende milieuthema's en de relatie met effecten op ecosystemen en de volksgezondheid.

- De emissie van NO<sub>x</sub> van elektriciteitscentrales is in de periode 1980-1998 met bijna 60% gedaald, waarmee ook de doelstelling voor het jaar 2000 is gehaald.

### Inleiding

Naast de elektriciteitsvoorziening en warmteproductie vallen ook activiteiten als winning van gas en olie en het transport en de distributie van energiedragers onder de doelgroep energievoorziening. De belangrijkste emissies zijn de verzurende emissies SO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub> bij de productie van elektriciteit, de methaanemissie afkomstig van de olie- en gaswinning en de emissie van CO<sub>2</sub> die voor een groot deel vrijkomt bij elektriciteitsproductie. Duurzame opwekking van energie speelt bij de energievoorziening een steeds grotere rol.

### Volume-ontwikkelingen

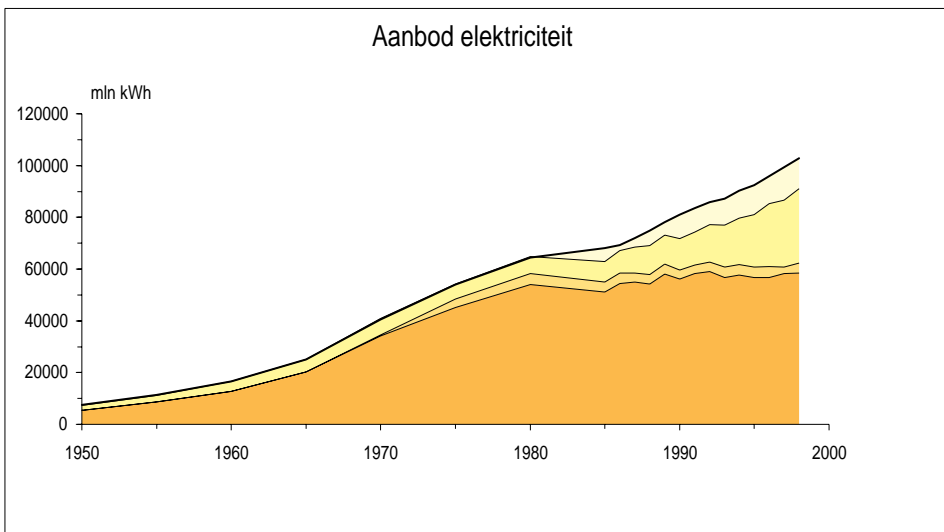
Nederland heeft altijd veel gebruik kunnen maken van in eigen land aanwezige voorraden energie. In de eerste helft van deze eeuw waren dat vooral kolen. In 1973 is de laatste kolenmijn in Nederland gesloten. In 1948 werd voor het eerst aardgas ontdekt bij Coevorden, gevolgd door de ontdekking van één van de grootste aardgasvelden ter wereld bij Slochteren in 1959. Met de ontdekking van het Slochterenveld werd de ontwikkeling van Nederland als een echt 'gasland' ingezet. In samenwerking met de gasdistributiebedrijven voerde de Gasunie een ombouwprogramma van hoofdzakelijk

kook- en warmwatertoestellen uit. Deze snelle introductie van aardgas heeft de lokale luchtkwaliteit sterk verbeterd. Naar aanleiding van de oliecrisis werd in de jaren '70 besloten om het Groningse veld als strategische buffer te sparen en de kleinere velden met voorrang in te zetten. Als gevolg daarvan heeft een verschuiving plaatsgevonden van winning op land naar winning op zee. Had in de jaren '80 de winning van gas op zee een aandeel van 13%, momenteel is dit opgelopen tot circa 34%. Ook bij de oliewinning vond een verschuiving plaats naar winning op zee: door de jaren heen is de winning op zee opgelopen tot 60% van de totale productie.

Sinds 1950 is het aanbod van elektriciteit enorm toegenomen tot bijna veertienmaal de hoeveelheid van 1950 in 1998 (figuur 3.5.2). Een toenemend deel van de elektriciteitsproductie vindt decentraal plaats door warmte/kracht-vermogen (WKK) en opwekking van duurzame elektriciteit. Het toepassen van WKK is voor het milieu van belang, omdat daarbij de restwarmte van elektriciteitsproductie ook nuttig wordt gebruikt. Het gebruik van fossiele brandstoffen wordt daarmee beperkt.

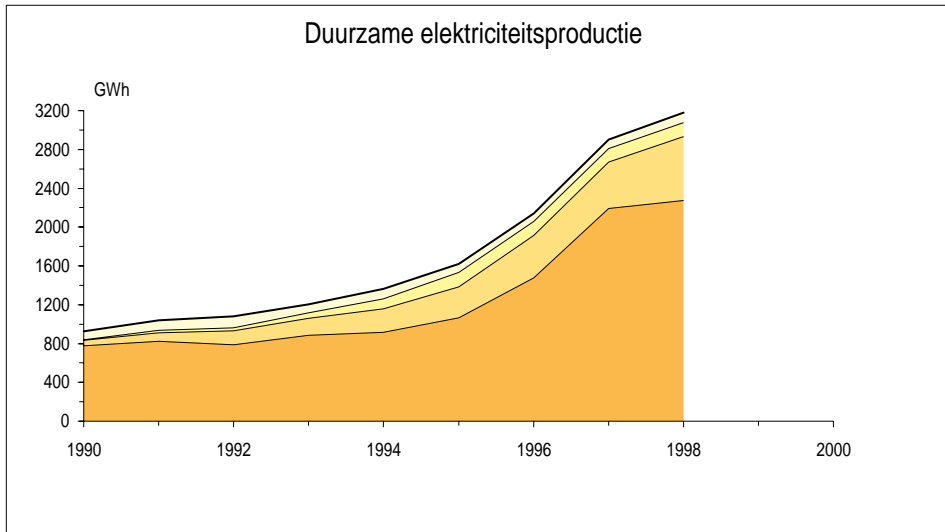
Het decentrale opgestelde WKK-vermogen is toegenomen tot 5400 MWe in 1997. Daarmee komt het totale WKK-vermogen op circa 7600 MWe. De streefwaarde van 8000 MWe opgesteld vermogen in het jaar 2000 lijkt binnen bereik te liggen. De afzet van warmte van de energiedistributiebedrijven is vanaf 1980 bijna vijfmaal groter geworden.

In de periode 1990-1998 is de hoeveelheid met windenergie opgewekte elektriciteit bijna twaalfmaal groter geworden (figuur 3.5.3). Verbranding van afval in de afvalverbrandingsinstallaties (AVI's) leverde in 1998 bijna drie keer zoveel elektriciteit als in



Figuur 3.5.2 Aanbod elektriciteit (bruto) onderverdeeld naar centraal, decentraal en import/export, 1950-1998 (Bron: CBS).

- Importsaldo
- Decentraal (WKK en duurzaam)
- Centraal (nucleair)
- Centraal (thermisch)



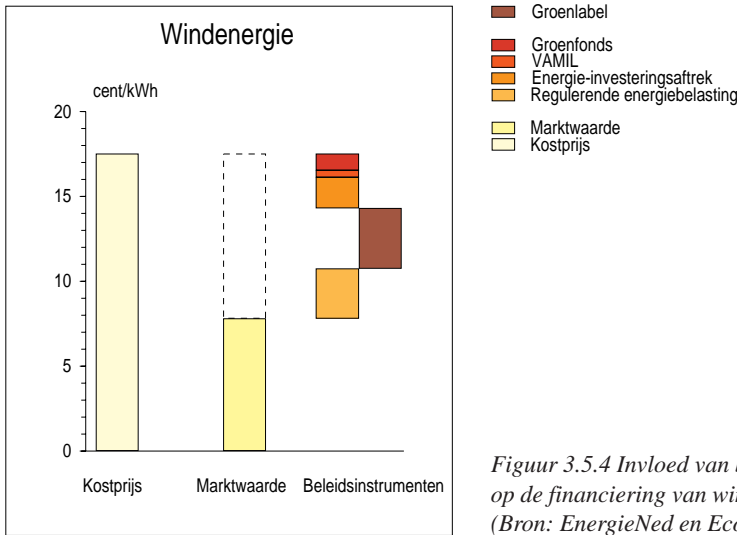
Figuur 3.5.3 Productie van duurzame elektriciteit, 1990-1998 (Bron: CBS, VVAV en KEMA).



1990. De grootste bijdrage aan de duurzame elektriciteitsproductie blijft komen van AVI's. De totale productie van duurzame elektriciteit is in de periode 1990-1998 bijna 3,5 keer zo groot geworden.

Voor een verdere stimulering van de marktpenetratie van duurzame energie is een aantal factoren belangrijk. Naast fiscale instrumenten om de hoge kosten te drukken zijn ook de zogenaamde 'groenlabels' van belang. Met ingang van 1998 ontvangen producenten van duurzame elektriciteit naast een vast bedrag (de standaard terugleververgoeding ofwel de marktaandeel van elektriciteit) ook 'groenlabels' voor de geproduceerde elektriciteit. Deze labels zijn vrij verhandelbaar. De prijs van de labels komt tot stand op basis van vraag en aanbod. Producenten van duurzame elektriciteit die aan het net leveren kunnen daarmee zakendoen met elk energiebedrijf. De energiebedrijven hebben samen met de overheid afgesproken om voor het einde van het jaar 2000 te komen tot een afname van in totaal 1,7 miljard kWh duurzame elektriciteit ofwel 170.000 groenlabels. Het is nog niet duidelijk of deze doelstelling kan worden gehaald.

Bij financiering van duurzame energieprojecten worden de meerkosten (onrendabele top) voor een steeds groter deel weggenomen door stimuleringsregelingen. Zo is investeren in windenergie door investeringssubsidies (VAMIL, EIA en Groenfondsen), de regulerende energiebelasting en de hierboven besproken groenlabels over het algemeen kostendekkend geworden (figuur 3.5.4). Als reden voor de tegenvallende ontwikkelingscijfers van het opgesteld windvermogen wordt vooral een stagnerende vergunningprocedure genoemd.



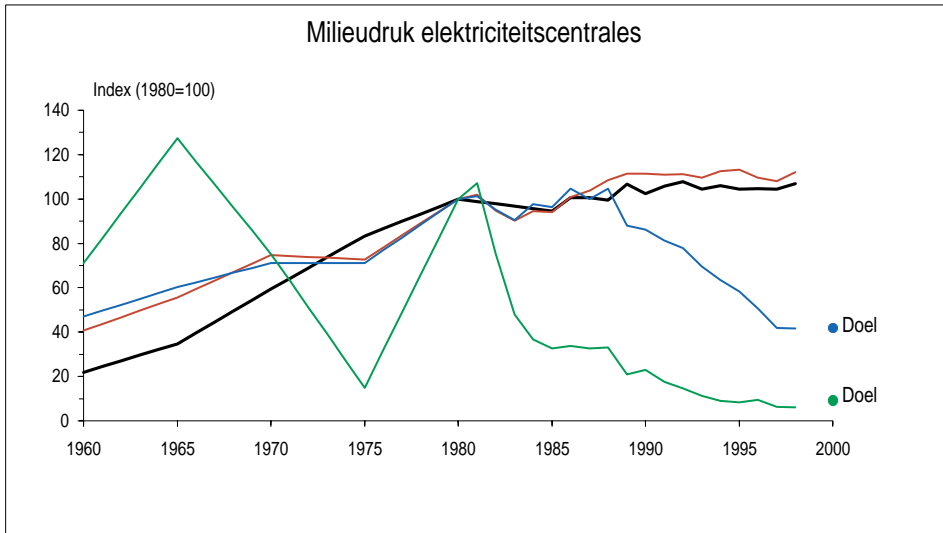
Figuur 3.5.4 Invloed van beleidsinstrumenten op de financiering van windenergie in 1998 (Bron: EnergieNed en Ecofys).

Sinds 1988 is de geproduceerde hoeveelheid duurzame energie ruimschoots verdubbeld. De groei is echter onvoldoende om de doelstelling, een aandeel van 3% van het Nederlandse energiegebruik in het jaar 2000, te bereiken. De totale hoeveelheid duurzame energie inclusief duurzaam opgewekte warmte bedroeg in 1998 maximaal 1,8% van het Nederlands energiegebruik. Dit is conform de definitie uit de Derde Energienota (1995). In de voortgangsrapportage Duurzame energie in uitvoering (1999) wordt aangekondigd dat in het najaar van 1999 de minister van Economische Zaken deze definitie mogelijk zal herzien.

**Milieudruk**

Bij winning en transport van olie en gas wordt de milieudruk met name veroorzaakt door emissie van methaan en het gebruik van energie. De olie- en gaswinningsector heeft in haar integrale milieutaakstelling (IMT) 10% reductie van de methaanemissie in het jaar 2000 ten opzichte van 1990 toegezegd. Dankzij diverse maatregelen is deze doelstelling in 1998 reeds bereikt. Volgens de sector is een verdere daling van de methaanemissie mogelijk tot meer dan 30%. Ook voldoet de olie- en gaswinningsector al ruimschoots aan de Meerjarenaafpraak over energie-efficiency om in het jaar 2000 de energie-efficiency met 20% te hebben verbeterd ten opzichte van het referentiejaar 1989.

Vanaf 1960 zijn de verbrandingsemissies van de productie van elektriciteit aanvankelijk gestegen door de toegenomen elektriciteitsproductie (figuur 3.5.5). In 1960 werden voornamelijk kolen ingezet voor productie, maar door de groeiende behoefte aan elektriciteit werd steeds meer goedkope olie geïmporteerd. Door het hogere zwavelgehalte in de olie nam de SO<sub>2</sub>-emissie snel toe. Begin jaren '70 begon de productiegroei af te vlakken en later werden ook de eerste maatregelen voor emissiereductie genomen naar aanleiding van de Wet inzake luchtverontreiniging uit 1970. Maar de grote emissie-



Figuur 3.5.5 Milieudruk door de elektriciteitscentrales, 1960-1998 (Bron: CBS, Sep en HIMH).

daling voor met name  $\text{SO}_2$  was het gevolg van de forse inzet van aardgas na 1964. Na de oliecrisis van 1973 zijn de  $\text{SO}_2$ -emissies weer sterk toegenomen. Voor het diversificatiebeleid werd inzet van kolen een belangrijk item en in de brandstofinzetplannen was het eveneens belangrijk dat kolen werden gebruikt voor de centrale grootschalige elektriciteitsproductie. De gasvoorraad moest primair worden ingezet voor het kleinverbruik. Bij de elektriciteitssector werd de aardgasinzet sterk teruggebracht en gesubstitueerd door olie en steenkool. Ondanks de gerealiseerde reductie van de zwavelgehalten van kolen en olie, waar het Besluit zwavelgehalte brandstoffen op inzette, is in de periode 1975-1981 de emissie van  $\text{SO}_2$  gestegen. Tot 1980 stegen de emissies van  $\text{NO}_x$  en  $\text{CO}_2$  gestaag vooral door de toegenomen productie.

Bij de elektriciteitsproductie door centrales is de emissie van  $\text{NO}_x$  sinds 1980 met bijna 60% afgenomen en de emissie van  $\text{SO}_2$  met bijna 95% tot respectievelijk circa 35 miljoen kg  $\text{NO}_x$  en circa 12 miljoen kg  $\text{SO}_2$  in 1998. De doelstellingen voor het jaar 2000 uit het in 1990 afgesloten Convenant betreffende de bestrijding van  $\text{SO}_2$ - en  $\text{NO}_x$ -emissies worden daarmee nu al gehaald. De emissies van  $\text{NO}_x$  en  $\text{SO}_2$  van de elektriciteitsproductiesector zijn vrijwel geheel gebaseerd op metingen door en rapportages van de elektriciteitsproductiebedrijven.

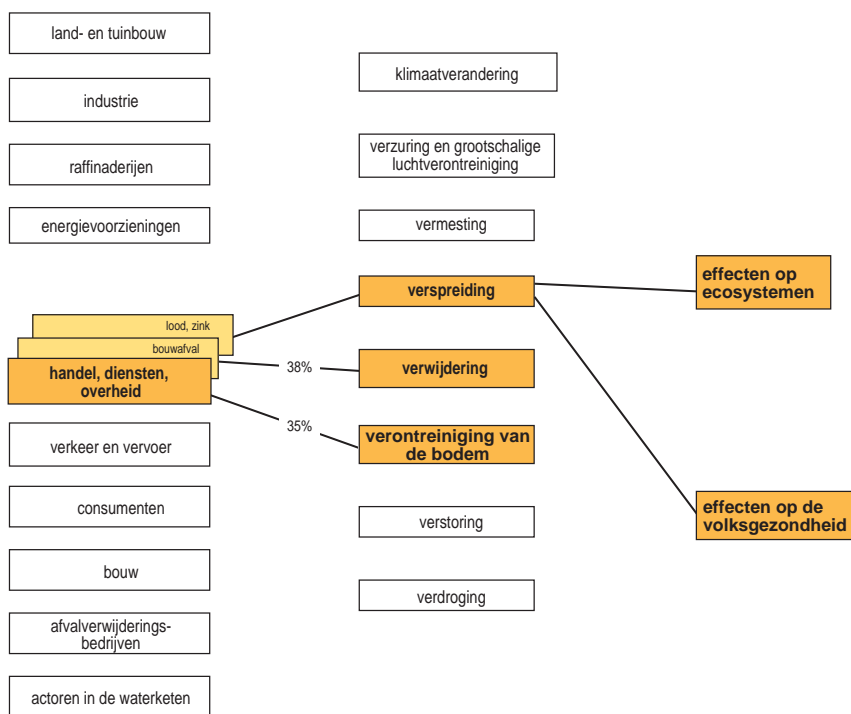
De  $\text{CO}_2$ -emissie van centrales is sinds 1980 gestegen met circa 12%. Import van elektriciteit, toename van decentrale elektriciteitsproductie en rendementsverbetering van de centrale elektriciteitsopwekking hebben de invloed van de toegenomen productie door centrales en de veranderingen in de brandstofinzet (toename koleninzet) niet kunnen compenseren.

### 3.6 Bouw en Handel, diensten en overheid

- De CO<sub>2</sub>-emissie uit de woningvoorraad is sinds 1980 licht toegenomen. De totale CO<sub>2</sub>-emissie zal door de groei van de woningvoorraad nog licht stijgen. De gemiddelde CO<sub>2</sub>-emissie per woning daalt en zal de komende jaren verder dalen door onder andere verdere toepassing van maatregelen Duurzaam Bouwen.
- In de utiliteitssector (kantoren, zorginstellingen, onderwijs en detailhandel) is een daling van de CO<sub>2</sub>-emissie de komende jaren niet te verwachten, gezien de toename van het elektriciteitsverbruik door de toename van het aantal elektrische apparaten.
- Door de toepassing van waterbesparende maatregelen als waterzuinige toiletten kan de waterbesparing in de woning- en utiliteitsbouw oplopen tot 1 à 2% van het totale watergebruik door beide sectoren in 2000.

#### Inleiding

In deze paragraaf worden twee doelgroepen behandeld. Allereerst de doelgroep bouw, waaronder alle bouwactiviteiten, de voorbereiding hiervan en het gebruik en beheer van gebouwen vallen. Het energie- en watergebruik, en de emissie van stoffen uit de toegepaste materialen tijdens de latere gebruiksfase van de gebouwen, worden vooral bepaald door de materiaalkeuzen en aangebrachte voorzieningen tijdens de ontwerp- en bouw-fase. De doelgroep handel, diensten en overheid (HDO) omvat alle bedrijfsmatige acti-



Figuur 3.6.1 De belangrijkste bijdragen (1998) van de doelgroep bouw/HDO aan de verschillende milieuthema's en de relatie met effecten op ecosystemen en de volksgezondheid.

viteiten die zijn gericht op het beschikbaar stellen van diensten en goederen aan gebruikers. De directe milieudruk door de HDO bestaat hoofdzakelijk uit kantoor-, winkel- en dienstenafval (KWD-afval), VOS-emissies en energiegebruik (CO<sub>2</sub>).

Centraal staan de milieueffecten van de bouwactiviteiten in het kader van het plan van aanpak Duurzaam Bouwen I en II. Zowel de effecten van duurzaam bouwen op de burgerbouw als die op de utiliteitsbouw worden behandeld.

### *Volume-ontwikkelingen*

De investeringen in de bouwnijverheid bedroegen in 1997 circa 35 miljard gulden. In 1998 zijn deze licht toegenomen. Ook de komende jaren zullen de investeringen licht blijven toenemen. Het aantal nieuwbouwwoningen in 1997 steeg ten opzichte van 1996 met circa 4%. In 1998 is het aantal gereedgekomen woningen licht gedaald, vooral door de slechte weersomstandigheden in het najaar. Voor 1999 is de verwachting dat de nieuwbouwproductie zal stijgen. Ondanks deze schommeling vertoont de woningbouwproductie over de langere termijn een dalende lijn, die zich naar verwachting zal voortzetten. In de utiliteitsbouw is de afgelopen jaren een sterke stijging van de nieuwbouw geweest. Ook voor de komende jaren wordt een verdere stijging verwacht. De productie in de utiliteitsbouw is voornamelijk afhankelijk van de economische conjunctuur en de investeringen door de overheid.

De HDO droeg in 1998 zowel aan het bruto binnenlands product (BBP) als aan de werkgelegenheid circa 65% bij. De bruto toegevoegde waarde van de commerciële dienstverlening (met name de uitzendbranche, informatietechnologie en de telecommunicatie) groeide de laatste jaren en steeg in 1998 met bijna 5%, de niet-commerciële dienstverlening (overheid, onderwijs en de zorgsector) groeide met 1 à 2%.

### *Milieudruk*

In 1997 is het eerste plan van aanpak Duurzaam Bouwen (DUBO) uit 1995 geëvalueerd. In 1996 kon naar schatting 15% van de afgegeven bouwvergunningen worden aange-merkt als 'duurzaam'. Uit recent onderzoek van de Inspecties Volkshuisvesting valt af te leiden dat dit percentage in 1998 is gestegen tot circa 30%. De doelstelling voor 2000 is dat 80% van de nieuw te bouwen woningen 'duurzaam' is. In 1997 is het tweede plan van aanpak DUBO uitgebracht, waarin naast de voortzetting van de accenten uit het eerste plan van aanpak, aandacht wordt geschonken aan onder meer de bestaande woningvoorraad en met name de utiliteitsbouw. Onder het plan is de Energieprestatienorm (EPN) voor nieuwbouwwoningen met ingang van 1998 aangescherpt van 1,4 tot 1,2. Voor het jaar 2000 zal de norm verder worden aangescherpt tot 1,0. In de utiliteitsbouw zijn eveneens afspraken voor een aanscherping van de EPN gemaakt.

De directe milieudruk door het bouwproces bestaat hoofdzakelijk uit bouw- en sloopafval (BSA) en emissies van vluchtige koolwaterstoffen (VOS) uit de toepassing van verf en lijm. De indirecte milieudruk hangt samen met het gebruik van energie en water tijdens het gebruik van de gebouwen, de emissies naar bodem en water ten gevolge van de uitloging van toegepaste bouwmaterialen, de consequenties voor het milieu en de leef-

baarheid van de inrichting van de bebouwde stedelijke omgeving, en tot slot de verstoring als gevolg van de winning van oppervlaktedelfstoffen.

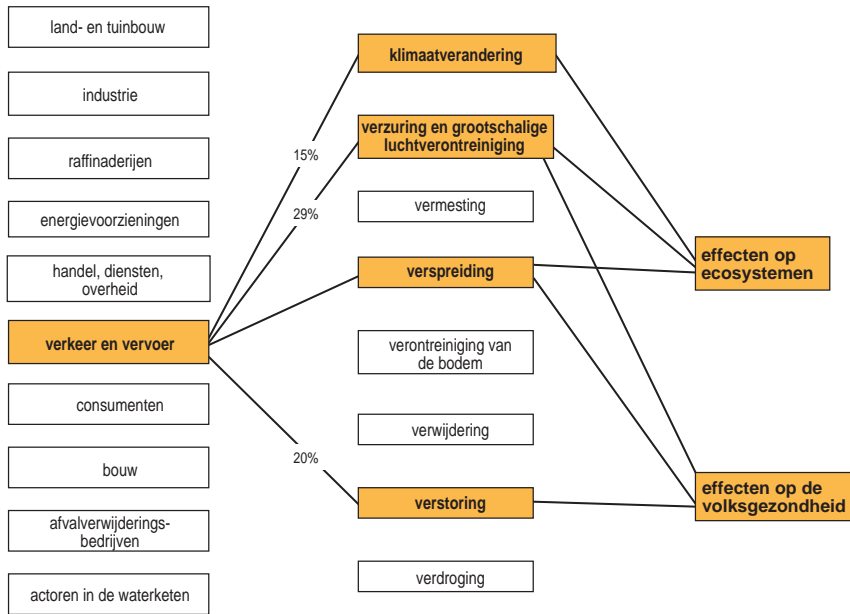
De hoeveelheid bouw- en sloopafval is sinds 1990 geleidelijk toegenomen. In 1997 was zelfs sprake van een forse toename (13%). Na een snelle daling is de hoeveelheid gestort en verbrand bouw- en sloopafval sinds 1995 gestabiliseerd. In 1998 werd ruim 90% van de hoeveelheid bouw- en sloopafval hergebruikt dan wel nuttig toegepast (bijvoorbeeld in de wegenbouw). Van het totale bouw- en sloopafval is ongeveer 20% afkomstig van de woningbouw, 40% van de utiliteitsbouw en de resterende 40% van de grond-, weg- en waterbouw.

De mate van isolatie en het voorkomen van HR-ketels zijn belangrijk voor de CO<sub>2</sub>-reductie tijdens het gebruik van gebouwen. Veel van de DUBO-maatregelen zijn hier dan ook op gericht. Sinds 1980 is de woningvoorraad met circa 35% toegenomen. De CO<sub>2</sub>-emissie per woning is echter met ruim 20% afgenomen, waardoor de totale CO<sub>2</sub>-emissie uit woningen slechts een licht stijgende tendens vertoont. Naar verwachting zal de komende jaren een CO<sub>2</sub>-reductie per woning kunnen worden gerealiseerd, door met name maatregelen op het gebied van ruimteverwarming (installatie en isolatie) en warm tapwater. Dit geldt zowel voor bestaande woningvoorraad als voor de nieuw te bouwen woningen. In de utiliteitsbouw is een daling van de CO<sub>2</sub>-emissies de komende jaren niet te verwachten, gezien de toename van het aantal elektrische apparaten.

De waterbesparing in de woningvoorraad zal ten opzichte van 1995 toenemen tot circa 16 miljoen m<sup>3</sup> in 2000. Van deze besparing valt circa 35% te behalen in de nieuwbouw en 65% in de bestaande woningvoorraad. Ruim de helft van deze waterbesparing hangt samen met het installeren van waterzuinige en waterbesparende toiletten. De waterbesparing in de utiliteitsbouw ten opzichte van 1995 zal in 2000 circa 0,5 miljoen m<sup>3</sup> bedragen.

### 3.7 Verkeer en vervoer

- Ondanks de groei van het aantal personenautokilometers waren in 1998 de emissies van CO, VOS en lood door personenauto's lager dan in 1970. De VOS-doelstelling voor 2000 wordt echter naar verwachting niet gehaald. De emissies van NO<sub>x</sub> en fijn stof zijn na een toename tussen 1970 en 1985 inmiddels weer bijna op het niveau van 1970. De CO<sub>2</sub>-emissie is sinds 1970 jaarlijks toegenomen.
- De meeste emissies door verkeer en vervoer zullen de komende jaren verder dalen. De CO<sub>2</sub>-emissie zal echter met naar schatting 0,5-1% per jaar toenemen. Dit is minder dan in voorgaande jaren, met name door het recent gesloten convenant met de Europese automobielfabrikanten. De doelstelling voor de CO<sub>2</sub>-emissie door het wegverkeer in 2000 blijft echter ver buiten bereik.



Figuur 3.7.1 De belangrijkste bijdragen (1998) van de doelgroep verkeer en vervoer aan de verschillende milieuthema's en de relatie met effecten op ecosystemen en de volksgezondheid.

### Inleiding

Bij de doelgroep verkeer en vervoer worden de milieueffecten gerapporteerd die het gevolg zijn van het verplaatsen van personen en/of goederen op Nederlands grondgebied. Geluid- en geurhinder door verkeer en vervoer worden behandeld in de paragraaf Verstoring (zie paragraaf 4.8).

### Volume-ontwikkelingen

Sinds 1955 is de mobiliteit, gedefinieerd als het totaal aantal reizigerkilometers per personenauto en openbaar vervoer (trein, bus, tram en metro), ruim een factor 6 toegenomen. Het aantal reizigerkilometers met personenauto's nam in deze periode het meest toe en wel met een factor 13 (figuur 3.7.2). Het aantal reizigerkilometers per trein verdubbelde ongeveer. Het aandeel van de personenauto in het totale personenvervoer op Nederlands grondgebied is hierdoor toegenomen van ruim 40% in 1955 tot 85% in 1998. De grootste stijging bij personenauto's heeft zich voorgedaan in de jaren '60 toen het aantal personenautokilometers jaarlijks met 10-20% toenam (zie tekstbox). Sinds het begin van de jaren '80 is het aantal personenautokilometers jaarlijks met gemiddeld 2 à 3% toegenomen.

Het aantal reizigerkilometers per trein nam door de invoering van de OV-studentenkaart begin 1991 in één jaar met ruim 35% toe. Ondanks het feit dat sinds 1991 het karakter van de OV-studentenkaart is gewijzigd waardoor het aantal reizigerkilometers door studenten is afgenomen, is het totaal aantal treinreizigerkilometers sinds 1991 bij benade-

ring constant gebleven. Door een dalende bezetting is het aantal treinkilometers in het personenvervoer echter sinds 1991 met circa 5% toegenomen.

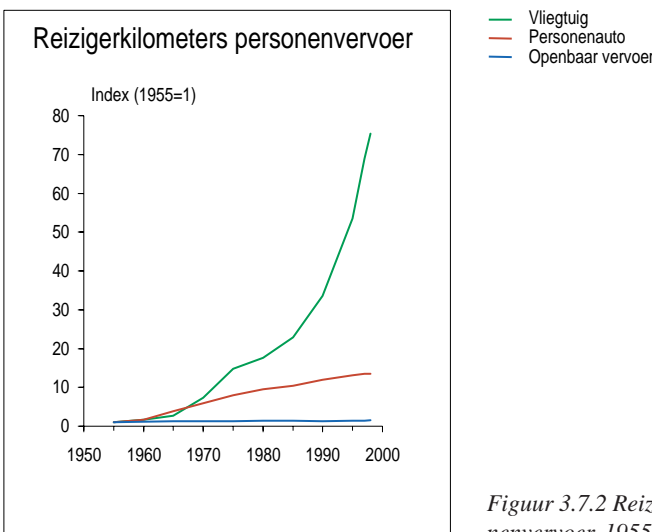
**Personenautobezit en -gebruik, 1950-1998**

Het aantal personenauto's is tussen 1950 en 1998 gestegen van nog geen 150.000 tot bijna 6 miljoen. Tot de jaren '60 werd de auto vooral zakelijk en recreatief gebruikt. In 1960 was het aantal forensen per auto minder dan 10% en bleek uit een telling bij de net geopende Maastunnel dat pieken in de ochtend- en avondspits alleen bij het fietsverkeer te zien waren. Tussen 1960 en 1970 vond de grote ommekeer plaats. In die periode veroverde de personenauto een dominante plaats in het woon-werkverkeer: het aandeel forensen per

auto is tussen 1960 en 1970 opgelopen van circa 10 tot ruim 40% en bedroeg in 1993 zelfs ruim 70%. Na 1970 bleef het autobezit, en daarmee de automobilititeit, dus gestaag doorgroeien. De groei van de bevolking, het aantal werkenden en het aantal huishoudens vanaf 1970 verklaart ongeveer de helft van de automobilititeitsgroei sinds 1970. Andere oorzaken van de groei zijn de opgetreden ruimtelijke spreiding (van vooral wonen en werken), de aanleg van infrastructuur en de stijgende welvaart.

Het aantal reizigers op de luchthaven Schiphol is in de periode 1955-1998 met een factor 46 toegenomen. De grootste absolute groei vond de afgelopen tien jaar plaats (zie *Intermezzo Schiphol, paragraaf 4.8*). Door bijna een verdubbeling van de gemiddelde vluchtafstand tussen 1955 en 1998 is het aantal reizigerkilometers van en naar Schiphol in deze periode zelfs met een factor 75 toegenomen (*figuur 3.7.2*). Door de inzet van steeds grotere vliegtuigen is het aantal vliegtuigkilometers van en naar Schiphol in deze periode veel minder toegenomen dan het aantal reizigerkilometers.

Het goederenvervoer op Nederlands territorium door het wegvervoer, de binnenvaart en het railvervoer (in tonkilometers) nam tussen 1955 en 1997 met een factor 3,5 toe. Van deze drie modaliteiten groeide het wegvervoer met een factor 10 het snelst. Tussen 1955 en 1997 is het aandeel wegvervoer in de tonkilometers op Nederlands territorium hierdoor gestegen van circa 20% tot ruim 50%, ten koste van het aandeel binnenvaart en



*Figuur 3.7.2 Reizigerkilometers in het personenvervoer, 1955-1998.*

rail. Sinds 1995 is aan de groei van het aandeel wegvervoer een einde gekomen en lijkt de binnenvaart weer iets terrein te winnen van het wegvervoer. Het soort goederen dat wordt vervoerd door het wegvervoer is in het algemeen lichter dan het soort goederen dat wordt vervoerd door binnenvaart of per rail (veelal bulkgoederen). Een afnemend aandeel wegvervoer kan dan betekenen dat door het wegvervoer wel meer maar gemiddeld lichtere goederen worden vervoerd.

Het vrachtvervoer per vliegtuig van en naar Schiphol (in tonnen) is tussen 1955 en 1998 met bijna een factor 50 toegenomen. Hoewel het aandeel van de luchtvaart in de internationale goederenoverslag in Nederland (in tonnen) op dit moment slechts 0,1% bedraagt, is het aandeel in de milieubelasting veel groter. De vervoersafstanden in de luchtvaart zijn immers groter en bovendien is de milieubelasting per tonkilometer hoger dan voor bijvoorbeeld het wegvervoer of de binnenvaart.

### *Milieudruk*

De CO<sub>2</sub>-emissie door verkeer en vervoer op Nederlands territorium is in de periode 1960-1998 verzesvoudigd. De afgelopen 20 jaar bedroeg de jaarlijkse toename gemiddeld circa 2%. Deze groei wordt voornamelijk bepaald door de groei van de CO<sub>2</sub>-emissie bij personenauto's (factor 9 tussen 1960 en 1998). Met name in het begin van de jaren '60 gaf de combinatie van een sterke relatieve groei van het aantal personenautokilometers en een toename van het brandstofverbruik per kilometer de grootste stijging van de CO<sub>2</sub>-emissie door personenauto's (circa 20% per jaar). Na de eerste oliecrisis in 1973 is het brandstofverbruik per kilometer van het personenautopark met gemiddeld 1% per jaar afgenomen door voertuig- en motortechnische verbeteringen tot omstreeks 1990. Na 1990 werden de technische verbeteringen tenietgedaan door de toename van het voertuiggewicht en het motorvermogen. Door het jaarlijks toenemende aantal personenautokilometers nam de CO<sub>2</sub>-emissie door personenauto's vanaf 1990 met gemiddeld 2% per jaar toe.

Eind 1998 hebben de Europese autofabrikanten (ACEA) en de Europese Commissie een convenant gesloten waarin de ACEA de inspanningsverplichting aangaat om de gemiddelde nieuwverkochte personenauto in 2008 circa 25% zuiniger te laten zijn dan in 1997. Daardoor zal het brandstofverbruik van het personenautopark vanaf omstreeks 2000 zeer waarschijnlijk gaan afnemen. De mate waarin is op dit moment moeilijk in te schatten. Voor het jaar 2003 is ingeschat dat het personenautopark circa 2% zuiniger zal zijn dan in 1998. De CO<sub>2</sub>-emissie door verkeer en vervoer op Nederlands territorium zal tussen 1998 en 2003 naar verwachting jaarlijks met slechts circa 0,5-1% toenemen. In de periode 1990-1998 bedroeg de jaarlijkse toename nog circa 2%. De doelstelling voor de CO<sub>2</sub>-emissie door het wegverkeer in 2000 (emissie gelijk aan het niveau in 1986) blijft echter ver buiten bereik.

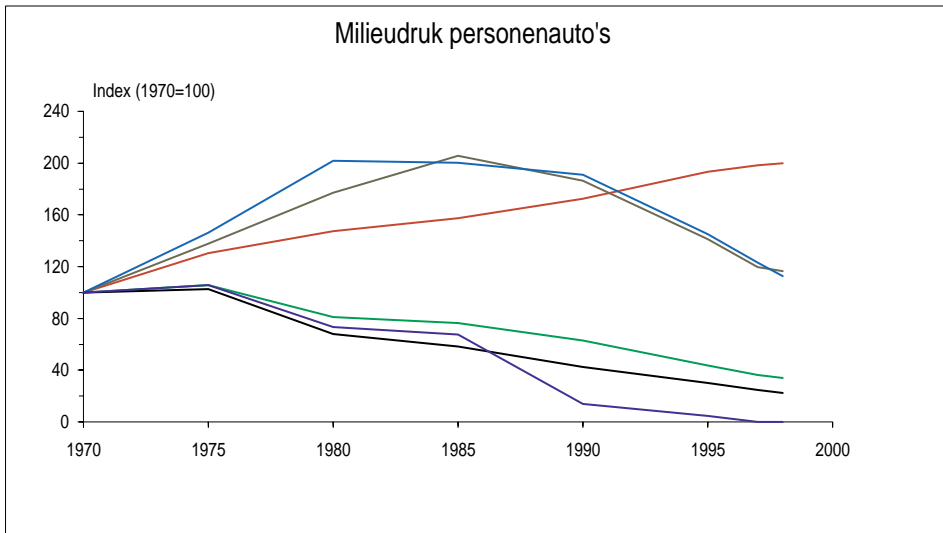
De emissies van NO<sub>x</sub>, VOS, fijn stof en SO<sub>2</sub> zullen naar verwachting de komende jaren verder afnemen, voornamelijk door de verdere penetratie van 'schonere' personenauto's, bestelauto's, vrachtwagens, trekkers en autobussen. Andere oorzaken voor deze afname zijn de verdere aanscherping van de emissienormen voor personenauto's en

bestelauto's in 2000 en voor de overige categorieën wegvoertuigen in 2001, evenals de verdere verlaging van het wettelijk maximum zwavelgehalte in brandstoffen voor het wegverkeer op 1 januari 2000. De daling van de emissies zal niet voldoende zijn om alle beleidsdoelstellingen te halen: de  $\text{NO}_x$ -doelstelling voor vrachtverkeer (2005), de VOS-doelstelling voor personenauto's (2000) en de  $\text{SO}_2$ -doelstelling voor het totale verkeer en vervoer (2000) worden naar verwachting niet gehaald.

De  $\text{CO}_2$ -emissie als gevolg van het gebruik van in Nederland gebunkerde brandstoffen (binnenvaart, zeescheepvaart en internationale luchtvaart), die overigens niet tot de Nederlandse  $\text{CO}_2$ -emissie wordt gerekend, is tussen 1960 en 1998 met circa een factor 6 toegenomen. Met name vanaf het begin van de jaren '90 is de  $\text{CO}_2$ -emissie uit, door de internationale luchtvaart in Nederland, gebunkerde brandstoffen jaarlijks fors toegenomen, van circa 4 miljard kg in 1990 tot ongeveer 10 miljard kg in 1998. De zeescheepvaart heeft het grootste aandeel in de totale  $\text{CO}_2$ -emissie uit gebunkerde brandstoffen (ruim 75% in 1998).

Vanaf begin jaren '70 werden voor nieuwe personenauto's de eerste emissienormen van kracht. In eerste instantie betrof deze normstelling alleen CO en VOS. Later werd de normstelling uitgebreid met  $\text{NO}_x$  en pas vanaf het begin van de jaren '90 kwam fijn stof daarbij. Voornamelijk door deze meermalen aangescherpte normstelling is de gemiddelde VOS- en CO-emissie per kilometer door personenauto's tussen 1970 en 1998 met een factor 7 respectievelijk 11 afgenomen. Nam tussen 1970 en 1980 de gemiddelde  $\text{NO}_x$ -emissie per kilometer door personenauto's jaarlijks toe, tussen 1980 en 1998 is de  $\text{NO}_x$ -emissie per kilometer met circa 60% afgenomen. Voor een deel is deze afname het gevolg geweest van de introductie van de geregelde driewegkatalysator (alleen voor benzine- en LPG-personenauto's). Deze werd vanaf het eind van de jaren '80 toegepast onder invloed van een stimuleringsregeling en werd in 1992/1993 onmisbaar om aan de vanaf dat moment geldende emissienormen te kunnen voldoen. Desondanks was de  $\text{NO}_x$ -emissie door personenauto's, als gevolg van de toename van het aantal personenautokilometers, in 1998 nog altijd hoger dan in 1970 maar is wel circa 50% lager dan in 1980 (*figuur 3.7.3*). Door verdergaande penetratie van de driewegkatalysator in het personenautopark (in 1998 werd nog bijna 20% van de personenautokilometers afgelegd door benzine-personenauto's zonder katalysator) en door verbeteringen aan de katalysator zal de  $\text{NO}_x$ -emissie per kilometer van personenauto's in de toekomst verder dalen.

Door diverse aanscherpingen van het maximale loodgehalte van benzine, de introductie van katalysatoren (die geen lood verdragen) en het verbod op het gebruik van loodhoudende benzine per 1 oktober 1996, wordt geen lood meer geëmitteerd door personenauto's. De oxidatiekatalysator, die vanaf het begin van de jaren '90 bij diesel-personenauto's wordt toegepast, heeft met name de emissies van CO, VOS en fijn stof gereduceerd. Toekomstige inspanningen om de emissies van personenauto's met benzine-motor nog verder te reduceren richten zich voornamelijk op de emissies na een koude start. Na een koude start werkt de katalysator gedurende enkele minuten nog niet, waardoor op dat moment geen zuivering van uitlaatgassen plaatsvindt. Met name de CO- en VOS-emissies zijn dan relatief hoog: circa 60-80% van de CO- en VOS-emissie van de



Figuur 3.7.3 Milieudruk door personenauto's, 1970-1998.

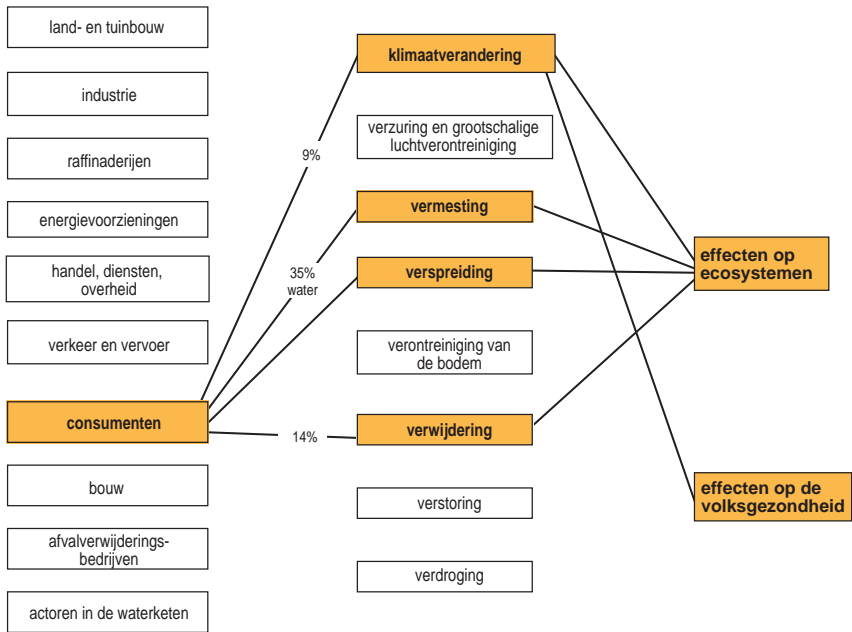
— CO<sub>2</sub> — VOS  
 — Fijn stof — CO  
 — NO<sub>x</sub> — Lood

huidige generatie benzine personenauto's wordt veroorzaakt door de koude start. Voor NO<sub>x</sub> is dit aanzienlijk lager (circa 20%).

De kosteneffectiviteit van maatregelen, die zijn vastgesteld om in de toekomst NO<sub>x</sub>-emissie van verkeer en vervoer te reduceren, verschilt sterk. Kosteneffectieve maatregelen blijken maatregelen die de NO<sub>x</sub>-emissie van binnenvaartschepen verminderen (circa 0,2 gulden per vermeden kilogram NO<sub>x</sub>). Maatregelen die een verdere reductie van de NO<sub>x</sub>-emissie door wegverkeer beogen zijn in het algemeen veel duurder. Zo bedraagt de kosteneffectiviteit van de verdere aanscherping van onder andere de NO<sub>x</sub>-emissie-eisen voor vrachtwagens die voor 2005/2008 (Euro4/Euro5) gepland is, naar schatting 10-25 gulden per vermeden kilogram NO<sub>x</sub>. De aanscherpingen van de emissie-eisen voor vrachtwagens in de periode 1988-2001 (Euro0 tot en met Euro3) kennen een afnemende kosteneffectiviteit van ruwweg 1 (Euro0) tot 10 gulden (Euro3) per vermeden kilogram NO<sub>x</sub>. De kosteneffectiviteit van voorgenomen maatregelen gericht op brandstoffen ter reductie van de SO<sub>2</sub>-emissie loopt uiteen van 2-3 gulden tot circa 30 gulden per vermeden kilogram SO<sub>2</sub>. Het goedkoopst is een verlaging van het zwavelgehalte van zware stookolie, het duurst is een verdere verlaging van het zwavelgehalte in brandstoffen voor het wegverkeer.

### 3.8 Consumenten

- Sinds 1950 is het elektriciteitsverbruik van huishoudens meer dan vervijfvoudigd. Het verbruik van elektrische apparaten die continu aanstaan (stand-by, digitale klokjes, draadloze telefoons) maakt nu ruim 10% uit van het totale huishoudelijke elektriciteitsverbruik.



Figuur 3.8.1 De belangrijkste directe bijdragen (1998) van de doelgroep consumenten aan de verschillende milieuthema's en de relatie met effecten op ecosystemen en de volksgezondheid.

- Het energiegebruik per persoon voor verwarming van de woning is sinds 1950 ongeveer verdubbeld. Zonder isolatiemaatregelen zou dit zijn verviervoudigd.
- Op een aantal terreinen waar voorzieningen zijn gecreëerd of meer milieuvriendelijke alternatieven beschikbaar zijn gekomen, is het gedrag van Nederlanders daadwerkelijk milieuvriendelijker geworden. Het betreft onder andere afvalscheiding, milieuvriendelijkere producten en waterbesparende douchekoppen.

### Inleiding

Consumenten veroorzaken directe milieudruk als gevolg van emissies die vrijkomen bij het gebruik van producten, zoals CO<sub>2</sub>-emissie bij het aardgasverbruik en afval bij het afdanken van producten. Deze emissies worden in het milieubeleid toegerekend aan de doelgroep consumenten. Ook het (directe) energiegebruik van consumenten wordt in deze paragraaf behandeld. De emissies die ontstaan bij personenvervoer en bij de opwekking van door de consument gebruikte elektriciteit worden echter toegerekend aan de doelgroep verkeer en vervoer respectievelijk energievoorziening.

Consumenten veroorzaken naast directe milieudruk ook indirecte milieudruk via de aankoop van goederen en diensten. De indirecte milieudruk ontstaat bij de productie en levering van goederen en diensten aan huishoudens en bij de afvalverwerking. In 1995 was ongeveer de helft van het totale energiegebruik van consumenten indirect (zie paragraaf 2.5).

Tabel 3.8.1 Groei van de gezinsconsumptie, 1998 (Bron: CBS).

	Groei in 1998	Gemiddelde groei in 1985-1997
%		
Voedings- en genotmiddelen	0,2	1,5
Duurzame goederen	8,7	3,0
Diensten en overige goederen	4,1	2,7
Binnenlandse consumptie	4,4	2,5

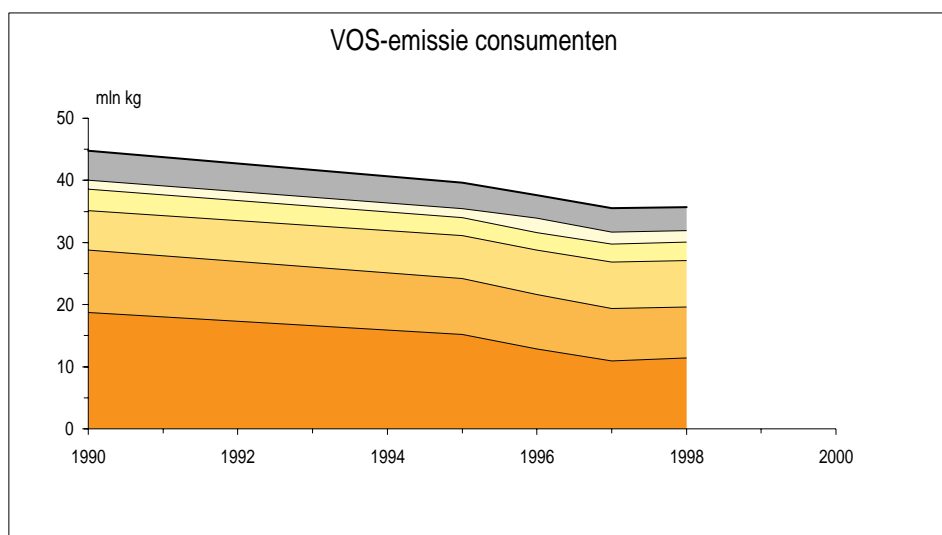
### Volume-ontwikkelingen

De consumptie bereikte in 1998 een recordhoogte. De toename in de uitgaven aan duurzame goederen met 8,7% is de hoogste sinds 1970 (tabel 3.8.1). De consument besteedde vooral meer aan elektronica, nieuwe personenauto's en woninginrichting (zie ook paragraaf 2.3). De hoge groei bij deze duurzame goederen staat in scherp contrast met de zeer lage groei bij voedings- en genotmiddelen. Er is zelfs sprake van een lichte daling per persoon van de bestedingen aan voedings- en genotmiddelen. Er blijkt een verschuiving plaats te vinden van inkoop van deze producten naar consumptie buitenshuis.

### Directe milieudruk

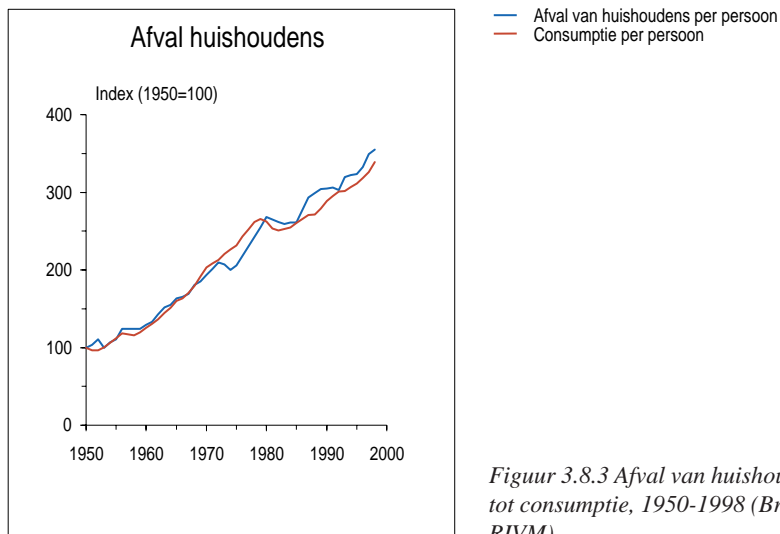
#### Emissies

Belangrijke emissies naar lucht zijn de emissies van fijn stof, PAK en VOS. Consumenten leveren een bijdrage van ruim 10% aan de totale VOS-emissie in Nederland (figuur 3.8.2). Relatief grote bronnen zijn verfproducten, open haarden, houtkachels en cosmetica. De emissie door verf neemt licht af door de verlaging van het oplosmiddelgehalte



Figuur 3.8.2 VOS-emissie door consumenten, 1990-1998.





*Figuur 3.8.3 Afval van huishoudens in relatie tot consumptie, 1950-1998 (Bron: CBS en RIVM).*

in verfproducten. De emissie door open haarden en houtkachels is gedaald. De emissie door cosmetica neemt sterk toe onder andere door een sterke opkomst van sprays (aërosol). De afzet hiervan is in vier jaar tijd met bijna 20% toegenomen.

#### *Huishoudelijk afval*

Vanaf 1950 houdt de groei in de hoeveelheid afval van huishoudens ongeveer gelijke tred met de economische groei (*figuur 3.8.3*). Tussen 1910 en 1950 is de hoeveelheid afval van huishoudens per persoon nauwelijks veranderd. Na 1950 is de hoeveelheid ruim verdrievoudigd, tot ruim 500 kg per persoon. In de jaren '60 nam vooral de hoeveelheid glas en kunststoffen toe als gevolg van nieuwe distributiesystemen (supermarkten). De laatste jaren stijgt ook de hoeveelheid grof huisafval (tuinafval, verbouwingsafval, wit- en bruingoed). Sinds de jaren '80 vindt een sterke toename plaats van hergebruik van afval.

In 1998 is het huishoudelijk afval per inwoner met ruim 2% toegenomen. De hoeveelheid gescheiden ingezameld GFT is in 1998 na een jarenlange stijging voor het eerst licht gedaald.

#### *Watergebruik*

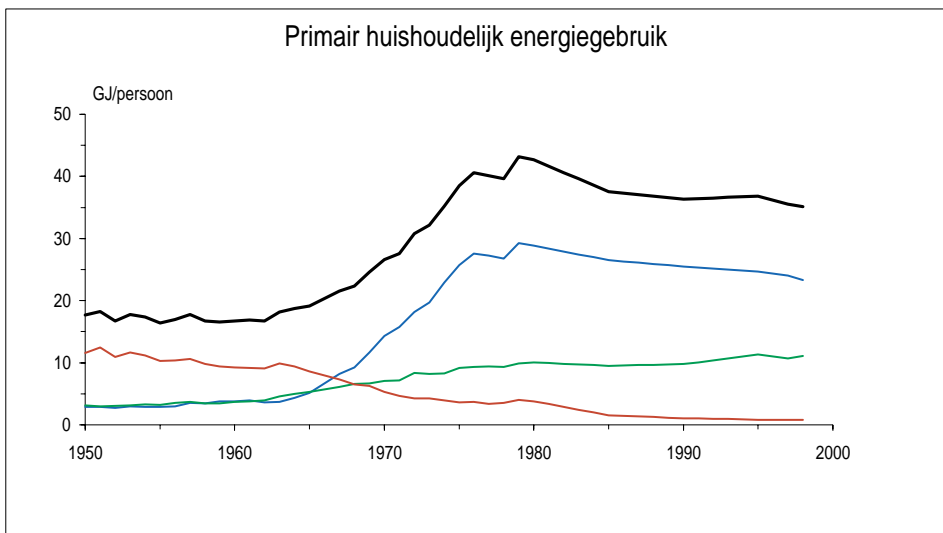
Het in het begin van de jaren '90 ingezette waterbesparingsbeleid is succesvol. Het huishoudelijk watergebruik per hoofd van de bevolking is de laatste tien jaar gedaald. Het watergebruik voor persoonlijke hygiëne is ongeveer gelijk gebleven op circa 50 liter per dag, waarbij het badgebruik is gedaald. Keukengeisers zijn steeds meer vervangen door combiketels, die een veel grotere hoeveelheid warm water leveren per minuut, waardoor ook het watergebruik voor douchen is toegenomen. Deze toename is beperkt gebleven door toepassing van waterzuinige douchekoppen. Een opvallende daling vertoont het watergebruik voor toiletspoeling (waterzuinige toiletten en spoelonderbrekers). Door technologische ontwikkelingen gebruikt ook de wasmachine per wasbeurt steeds minder water.

### Direct energiegebruik (elektriciteit en aardgas)

In 1995 was het huishoudelijk elektriciteitsverbruik per persoon in Nederland meer dan vijfmaal zo hoog als in 1950, vooral omdat het bezit van elektrische apparaten sterk toenam. De wasmachine, koelkast en televisie zijn in een relatief korte tijd een min of meer noodzakelijk goed geworden. Recentelijk heeft vooral de toename van het aantal afwasmachines en wasdrogers bij huishoudens een belangrijke bijdrage geleverd aan de stijging van het elektriciteitsverbruik. Als een huishouden zowel een wasdroger als een afwasmachine heeft, ligt het elektriciteitsverbruik bijna 30% hoger dan dat van een gemiddeld huishouden. Bij de aanschaf van grote elektrische apparaten wordt nu minder goed gelet op het stroomverbruik dan eind jaren '70. Toen was er veel meer aandacht voor energiegebruik dan nu; door de oliecrisis stegen de prijzen van energie snel en werden de energiekosten een substantieel deel van het besteedbaar inkomen.

Huishoudens bezitten steeds meer apparaten die 24 uur per dag stroom verbruiken. Het elektriciteitsverbruik van deze apparaten bedraagt inmiddels ruim 10% van het totale huishoudelijk elektriciteitsverbruik. Vooral elektrische wekkerradio's, het stand-by staan van de videorecorder en audio en de draadloze telefoon zijn belangrijke continue verbruikers. Efficiencyverbeteringen van huishoudelijke elektrische apparaten hebben de vraag naar meer elektrische diensten tussen 1980 en 1997 voor een groot deel gecompenseerd. Zonder deze efficiencyverbeteringen zou het elektriciteitsverbruik per persoon meer dan anderhalf keer zo hoog zijn geweest.

Het huishoudelijk aardgasverbruik per persoon (temperatuurgecorrigeerd) is tussen 1965 en 1975 zeer snel gestegen, maar is vanaf het begin van de jaren '80 weer aan het



Figuur 3.8.4 Primair huishoudelijk energiegebruik per persoon voor elektriciteit, gas en overige brandstoffen, 1950-1998 (Bron: CBS en RIVM).

— Totaal  
— Aardgas  
— Elektriciteit  
— Overig

dalen (*figuur 3.8.4*). Het primaire energiegebruik per persoon voor verwarming van de woning is in de tweede helft van deze eeuw verdubbeld. De belangrijkste oorzaak is het gaan verwarmen van de gehele woning in plaats van slechts één ruimte. Ook de daling van het aantal personen per woning speelt een belangrijke rol.

Vooraf isolatiemaatregelen hebben grote invloed gehad op het energiegebruik voor verwarming van de woning. Als deze niet zouden zijn getroffen zou het energiegebruik per persoon niet zijn verdubbeld maar zelfs zijn verviervoudigd.

### **Energiegebruik van mobiliteit**

Consumenten gebruiken sinds 1960 per persoon meer dan vijf keer zoveel energie voor mobiliteit (auto en openbaar vervoer). Deze stijging komt voornamelijk door de toename van het jaarlijks aantal gereide kilometers per persoon dat met een factor vier is gestegen tot 11.000 kilometer (waarvan bijna 10.000 autokilometers). De rest

van de stijging wordt hoofdzakelijk verklaard door verschuiving van openbaar vervoer naar de auto en verlaging van de bezettingsgraad van de auto. Het energiegebruik zou een kleine 10% hoger zijn geweest wanneer het autopark niet zuiniger zou zijn geworden.

### *Gedragsveranderingen binnen het huishouden*

Op een aantal terreinen worden Nederlanders steeds milieuvriendelijker. In 1997 leverden bijvoorbeeld veel meer huishoudens hun afval (zoals papier en groente-, fruit- en tuinafval) gescheiden in dan 20 jaar geleden. In 1978 gaf ruim de helft van de huishoudens aan een deel van het oud papier gescheiden in te leveren, in 1997 was dat 85%. Bovendien kopen steeds meer mensen chloorvrije schoonmaakmiddelen en wasmiddelen in een navulverpakking. Ook het aantal huishoudens dat in het bezit is van een waterbesparende douchekop of kraan is verdubbeld sinds 1992; in 1997 had 50% van de huishoudens een waterbesparende douchekop en bijna 20% een waterbesparende kraan. Voor al deze gedragingen geldt dat in de loop der jaren betere voorzieningen zijn gecreëerd of dat meer milieuvriendelijke alternatieven beschikbaar zijn gekomen. De milieuvriendelijke gedragsvariant is daarmee aantrekkelijker en gemakkelijker geworden.

Betere voorzieningen in huis hebben anderzijds ook geleid tot minder milieuvriendelijk gedrag. Waste men in de jaren '70 nog circa 4 kg wasgoed per persoon per week, momenteel is dit ruim 6 kg geworden. Douchen is aanzienlijk comfortabeler geworden door de massale installatie van centrale verwarmingen in de afgelopen 30 jaar, waardoor een aangener binnenklimaat onstond. Ook de warmwatervoorziening verbeterde en de douchegelegenheid werd aantrekkelijker. Dit bevorderde het gebruik van de douche en de hoeveelheid was (handdoeken en schone kleding). Tegelijk werd het wasproces in de jaren '70 verbeterd doordat meer huishoudens in het bezit kwamen van centrifugerende wasmachines. De laatste tien jaar is voor het drogen van de was ook een betere voorziening gekomen. Het is nu mogelijk met minder moeite en in dezelfde tijd ongeveer 50% meer was te verwerken dan 30 jaar geleden.

### Perspectief

In het demonstratieproject Perspectief hebben twaalf zeer gemotiveerde huishoudens zich twee jaar lang ingespannen om hun totale energiegebruik te verminderen door hun consumptiepatroon te veranderen. Om na te gaan of een verlaging van het energiegebruik ook te combineren is met een hoger inkomen, kregen deze huishoudens een inkomensopslag. De huishoudens zijn er in geslaagd om hun totale energiegebruik te reduceren met ruim 40% ten opzichte van huishoudens met een vergelijkbaar inkomen. Ze bereikten dit

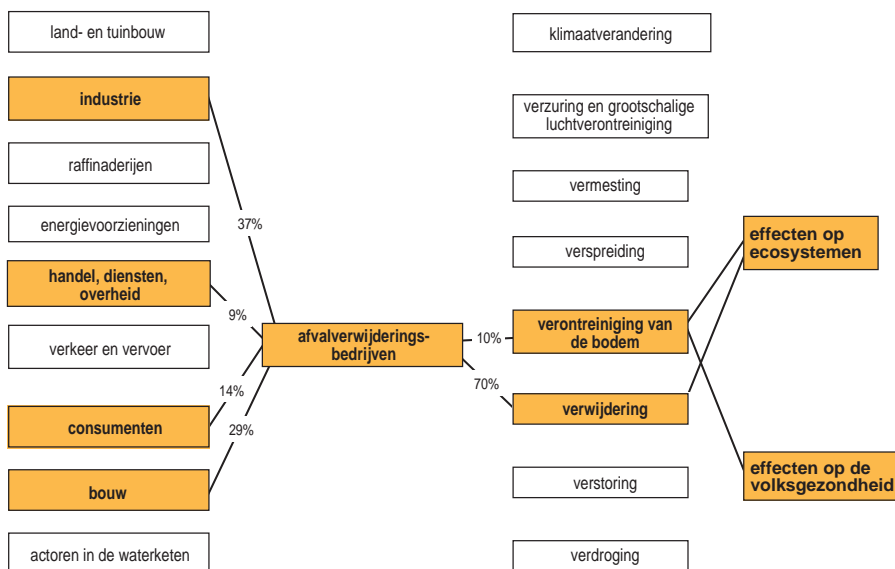
door te kiezen voor kwaliteit, gemak, duurzame producten, het uitbesteden van huishoudelijke werkzaamheden en voor persoonlijke ontwikkeling en lichamelijke verzorging. Daarnaast werd ook selectief geconsumeerd, dit geldt met name voor de consumptie van vlees, gebruik van auto en motor, groenten, bloemen en planten uit de kas. De deelnemende huishoudens zijn in het algemeen minstens even tevreden met de energiezuinige manier van consumeren als met hun consumptiepatroon voorafgaand aan het project.

## 3.9 Afvalverwijderingsbedrijven

- De emissies bij de afvalverwijderingsbedrijven zijn de laatste decennia zeer fors afgenomen. Inmiddels voldoen alle AVI's (voor veel stoffen ruim) aan de zeer strenge normen en zijn ze de schoonste ter wereld.
- Wetgeving op het gebied van bodembescherming heeft de laatste tien jaar geleid tot een aanzienlijke reductie van de toevoer van zware metalen uit afval naar de bodem.

### Volume-ontwikkelingen

De doelgroep afvalverwijderingsbedrijven wordt gevormd door inzamelaars, bedrijven die afval bewerken ten behoeve van een nuttige toepassing, afvalverbrandingsinstalla-



Figuur 3.9.1 De belangrijkste bijdragen (1998) van de verschillende doelgroepen aan de doelgroep afvalverwijderingsbedrijven en de relatie met de verschillende milieuthema's, en effecten op ecosystemen en de volksgezondheid.

ties (AVI's) en stortplaatsen. Het aantal huishoudens en bedrijven waarvan het afval werd ingezameld is in de loop van de tijd geleidelijk toegenomen. De laatste decennia wordt vrijwel al het afval ingezameld; bij enkele bedrijven vindt nog storten op eigen terrein plaats van specifieke afvalstoffen. Het persen van het afval bij inzameling is belangrijk geweest voor efficiencyverbetering. Ongeveer 70% van het afval wordt na inzameling aangeboden aan andere afvalverwijderingsbedrijven. Een groot deel van de rest van het afval wordt zonder tussenkomst van bewerkers nuttig toegepast - vooral in de industrie - en ongeveer 3% wordt geloosd. Zie voor hoeveelheden afval en de wijze van verwijderen ook paragraaf 4.7. Om economische en energetische redenen is er een tendens om hoogcalorisch afval niet langer in AVI's te verwerken, maar bij onder andere elektriciteitscentrales en cementovens, ook in het buitenland.

Een belangrijk deel van de doelgroep (bijvoorbeeld inzamelbedrijven, stortplaatsen en afvalverbrandingsinstallaties) is door de verschillende overheden opgericht om problemen met volksgezondheid, milieudruk en ruimtebeslag te minimaliseren. Met name recyclingbedrijven zijn in eerste instantie tot stand gekomen vanwege economische overwegingen, soms gestimuleerd door de overheid.

### *Milieudruk*

De milieudruk bij afvalverwijdering is afhankelijk van de (chemische) samenstelling van het afval en de wijze van verwijdering. Voor beide geldt dat in de loop der tijd belangrijke wijzigingen hebben plaatsgevonden.

Tot in de jaren '70 had bijna iedere gemeente zijn eigen stortplaats(en). Er werden vrijwel geen maatregelen getroffen om milieudruk tegen te gaan, hoogstens werd vanwege de volksgezondheid aandacht besteed aan ongedierte. Verontreinigd water uit de stortplaats bereikte ongehinderd bodem en oppervlaktewater. Naar de lucht ontweek onder meer methaan. Ook gevaarlijk afval werd zonder noemenswaardige voorzieningen gestort (soms zelfs buiten stortplaatsen) of geloosd. Een deel van de bodemverontreiniging is hierdoor veroorzaakt. De Hinderwet stelde in beperkte mate eisen. Voortvloeiend uit de Afvalstoffenwet (1977) en de Wet bodembescherming (1986) zijn de laatste decennia stapsgewijs strengere eisen gesteld aan voorzieningen op de stortplaats (afdichting, zuivering van percolatiewater, gaswinning en dergelijke) en de acceptatie van afval. Dit resulteerde in het Stortbesluit bodembescherming van 1993. Sinds 1990 is de emissie van methaan met 20% afgenomen. De komende jaren zullen de emissies van stortplaatsen verder afnemen door voorzieningen op de stortplaats, de afnemende hoeveelheid gestort afval en de veranderende samenstelling van het afval. In 1999 en 2000 wordt door de provincies een grootscheeps onderzoek gedaan naar de verspreiding van emissies uit gesloten stortplaatsen.

In het begin van deze eeuw werden in Rotterdam en Amsterdam AVI's opgericht. Deze kenden zeer beperkte milieuvoorzieningen. Halverwege deze eeuw werd wel zorg besteed aan de veiligheid van de installaties en aan stank. In de jaren '60 werden elektrofilters geïnstalleerd om stof (vliegias) uit de rookgassen te halen. Alleen de grote installaties wekten energie op. In de jaren '80 was er vooral zorg om zoutzuur en dioxi-

Tabel 3.9.1 Emissies naar de lucht van AVI's vergeleken met de norm Besluit luchtmissies afvalverbranding (Bla), 1959-1998.

Component	Eenheid	1959	1978/1979	1989	1998	Norm Bla
Stof	mg/m <sup>3</sup>	5000	375	50	0,8	5
NO <sub>x</sub>	mg/m <sup>3</sup>		180	350	61	70
SO <sub>x</sub>	mg/m <sup>3</sup>		110	220	2	40
HCl	mg/m <sup>3</sup>		545	450	0,1	10
Dioxinen	ng/m <sup>3</sup>			50	0,06	0,1
Kwik	mg/m <sup>3</sup>			0,11	0,003	0,05
Cadmium	mg/m <sup>3</sup>			0,04	0,002	0,05

nen. Emissies hebben bij de bedrijfsvoering niet altijd de hoogste prioriteit gehad, mede door de hoge aanvoer. Nadat in 1989 in de omgeving van AVI's dioxinen in melk werden aangetroffen (Lickebaert-affaire) werd zeer geavanceerde rookgasreiniging voorgeschreven als uitvloeisel van de Richtlijn Verbranden '89 (in 1993 omgezet in het Besluit luchtmissies afvalverbranding (Bla)). Enkele kleine installaties werden gesloten. Nu voldoen alle AVI's (voor veel stoffen ruim) aan de zeer strenge normen (tabel 3.9.1) en is het Nederlandse AVI-park het schoonste ter wereld. Ook wordt nu bij alle AVI's energie opgewekt. In 1998 werd ongeveer 2,5% van de Nederlandse elektriciteitsproductie en -import door AVI's geleverd (zie ook *paragraaf 3.5*).

Naar verwachting zal de komende jaren geen AVI-capaciteit worden bijgebouwd. De hoeveelheid afval die zal worden meeverbrand bij elektriciteitscentrales en cementovens (ook in het buitenland) zal bij deze bedrijven waarschijnlijk de komende jaren leiden tot enerzijds CO<sub>2</sub>-reductie en anderzijds tot extra emissies van een aantal stoffen. Immers, deze installaties hoeven vooralsnog niet te voldoen aan de strenge eisen van het Bla en de nieuwe Europese richtlijn voor het verbranden van afval.

Compostering is sinds de jaren '30 een belangrijke verwerkingwijze geweest. In die tijd werd in Drenthe de Vuil Afvoer Maatschappij (VAM) opgericht, de eerste jaren met name gevoed door gemeentelijk afval uit Den Haag. De door de VAM geproduceerde compost werd gebruikt ten behoeve van de omzetting van 'woeste gronden' tot landbouwgebieden. Na de Tweede Wereldoorlog werden in een vijftiental gemeenten compostbedrijven opgericht. Om een aantal redenen vooral samenhangend met de veranderende samenstelling van het afval, werden deze bedrijven opgevolgd door regionale AVI's en stortplaatsen of werd gekozen voor afvoer naar de VAM-bedrijven waar het ook grotendeels werd gestort.

### Verwerking van gevaarlijk afval

Vroeger werd zelfs gevaarlijk afval soms in de open lucht verbrand. Bij de Diemerzeedijk waar dit gebeurde, werd in zoverre rekening gehouden met de omgeving dat het afval werd aangestoken bij afdlandige wind. Nu is de Diemerzeedijk een bodemsaneringslocatie. Verbranden en lozen op zee van gevaarlijk afval komt sinds 1989 niet meer

voor. Export ten behoeve van storten in het toenmalige Oost-Duitsland is ook verleden tijd. Gevaarlijk afval wordt nu (tegen hoge kosten) verbrand in geavanceerde draaitrommelovens of in cementovens, gestort op speciale stortplaatsen of bewerkt ten behoeve van nuttige toepassing in Nederland of elders.

Bedrijfsafval werd vroeger veel gestort (ook nogal eens op eigen terrein) als hergebruik niet mogelijk was. De laatste jaren wordt - mede onder invloed van hoge verwerkingstarieven - meer afval hergebruikt, al of niet na sortering bij de inzamelaars. Bouw- en sloopafval, dat vroeger of onbewerkt werd gebruikt als materiaal om sloten te dempen en terreinen op te hogen of werd gestort, wordt nu grotendeels bewerkt bij sorteer- en breekinstallaties om nuttig toe te passen.

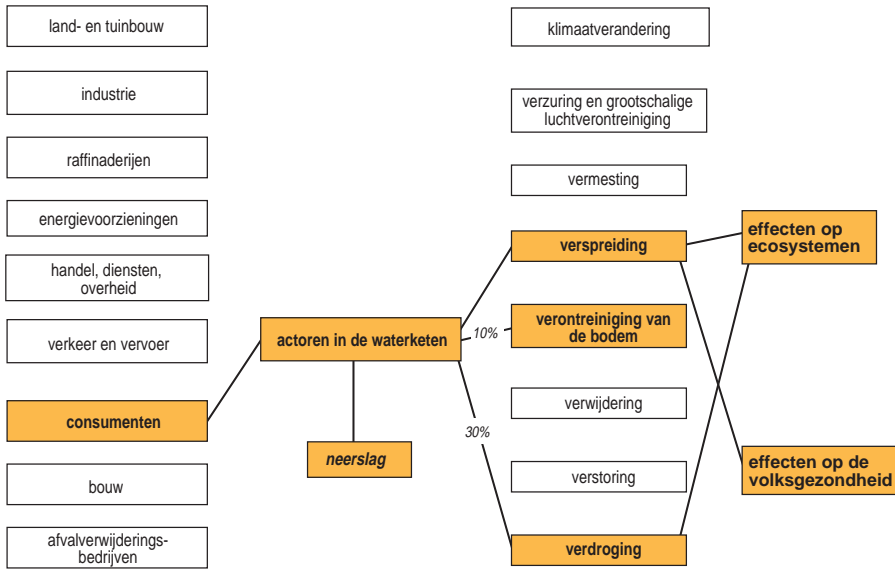
Onder meer afhankelijk van de schrootprijs en de mate waarin vraag is naar onderdelen verblijven autowrakken voor korte of lange tijd bij autosloperijen. Vroeger werden autowrakken nogal eens uitgebrand ten behoeve van koperterugwinning uit de bekabeling. Vloeistoffen uit het wrak lekten regelmatig naar de bodem. Bij de huidige automontagebedrijven worden deze afgetapt boven vloeistofdichte vloeren en meer onderdelen en materialen worden hergebruikt, een ontwikkeling die financieel mogelijk wordt gemaakt door de verwijderingsbijdrage.

Het bodembeschermingsbeleid heeft een sterke invloed gehad op de afvalverwijderingsbedrijven. Vanouds is er een sterke relatie tussen afval en bodem. Dit geldt zelfs bij verbranden, immers de reststoffen komen bij nuttige toepassing en storten weer op of in de bodem terecht (nadat voorzieningen getroffen zijn die uitloging van stoffen zoveel mogelijk tegengaan). De strengere normstelling voor bodemgebruik leidde tot minder en tot ander afval dat op landbouwgronden kon worden toegepast. Compost zoals die 20 jaar geleden nog werd gebruikt in de landbouw, bevatte 4-7 gram cadmium per ton droge stof. De compost werd gemaakt uit ongescheiden gemeentelijk afval. In de jaren '80 bleek dat ook compost uit de 'organische' restfractie van scheidingsinstallaties niet kon voldoen aan de strenge normen die zouden gaan gelden. De huidige GFT-compost (afkomstig uit gescheiden ingezameld huishoudelijk en vergelijkbaar afval) bevat 0,4-0,6 gram cadmium per ton droge stof. Communaal zuiveringsslib kon tot enige jaren geleden nog gebruikt worden in de landbouw. Ondanks de afname van het gehalte aan zware metalen in dit slib (in 1981 bevatte het 8,5 gram cadmium per ton droge stof, in 1997 1,7) mag het sinds 1995 niet meer in de landbouw worden afgezet vanwege de normen in het Besluit Overige Organische Meststoffen.

De sterke vermindering van de emissies is gepaard gegaan met een aanzienlijke verhoging van de kosten (zie *hoofdstuk 6*).

### 3.10 Actoren in de waterketen

- De productie van leidingwater door de openbare watervoorziening stabiliseert in de jaren '90.
- De jaarlijkse winning van grondwater door waterleidingbedrijven vertoont een licht dalende trend vanaf het begin van de jaren '90.



Figuur 3.10.1 De belangrijkste bijdragen (1996) van de verschillende doelgroepen aan de doelgroep actoren in de waterketen en de relatie met effecten op ecosystemen en de volksgezondheid. Ongeveer de helft van het door de RWZI's verwerkte water is neerslag die via de riolering wordt aangevoerd.

### Inleiding

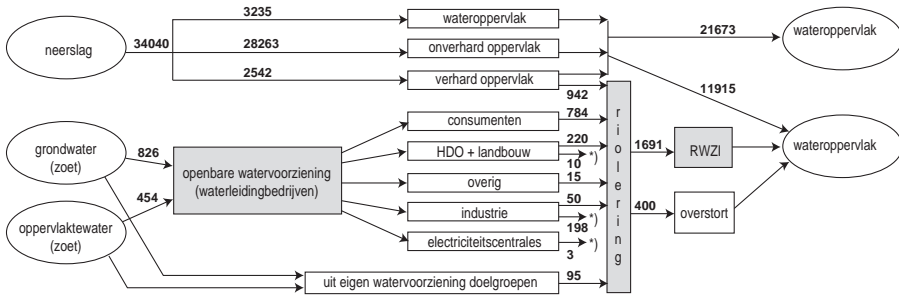
De doelgroep actoren in de waterketen is voor het eerst in het NMP3 als zodanig benoemd en omvat de (drink)watervoorziening, riolering en zuivering van afvalwater in rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's). De actoren in de waterketen dragen vooral bij aan de milieuthema's Verdroging, Verwijdering (via de RWZI's) en Verspreiding.

Een watersysteem kan gedefinieerd worden als het in een bepaald gebied aanwezige samenhangende geheel van grond- en oppervlaktewater. Tussen enerzijds maatschappelijke activiteiten en grondgebruik en anderzijds het watersysteem bestaan (directe) relaties. Zo voorzien de drink- en industriewatervoorziening, alsmede landbouw middels gebruik van water in hun grondstofbehoefte. Van belang zijn daarbij de verschillende wensen van de gebruikers ten aanzien van de kwaliteit en kwantiteit van het water. Daarnaast veroorzaken activiteiten in de samenleving een milieudruk op het watersysteem (figuur 3.10.2).

### Openbare watervoorziening

#### Waterlevering

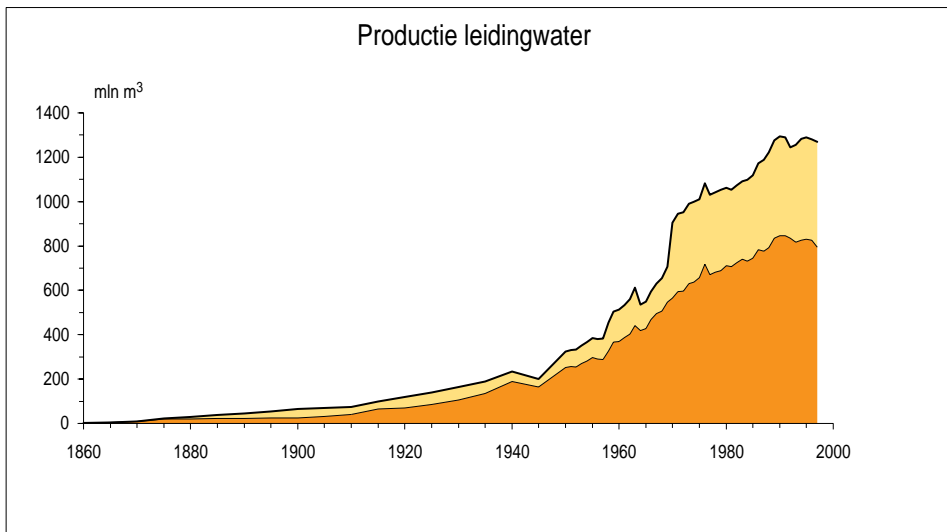
Waterleidingbedrijven dragen zorg voor de openbare drink- en industriewatervoorziening in ons land door levering van leidingwater van goede kwaliteit onder de voorwaarden die de Waterleidingwet en het Waterleidingbesluit daaraan stellen. Door deze



\*) opname in product, eigen zuivering, (directe) lozing, infiltratie in bodem, e.d.

Figuur 3.10.2 Volumestromen [Mm<sup>3</sup>/jaar] in de waterketen, 1996.

bedrijven wordt drinkwater, huishoudwater en halffabrikaat geleverd om in de waterbehoefte van voornamelijk de consumenten, industrie en HDO (kleine zakelijke sectoren) te voorzien. De productie van drink- en industriewater is vanaf medio vorige eeuw gestaag gegroeid als gevolg van het toenemend aantal aansluitingen op de openbare watervoorziening, aanvankelijk vooral uit angst voor de groeiende gezondheidsrisico's van eigen watervoorziening (figuur 3.10.3). In de eerste helft van de 20ste eeuw zette de groei in sterkere mate door. Na de Tweede Wereldoorlog groeide de productie sterk. Vanaf 1990 stopte de groei. Oorzaak van deze stabilisatie is de door het beleid gestimuleerde waterbesparing die de bevolkingstoename en de economische groei compenseerde. Van de totaal geleverde hoeveelheid drinkwater is in 1996 circa 65% verbruikt door huishoudens en ruim 30% door de industrie en HDO, evenals een deel van de land- en tuinbouw (exclusief beregning). Van het geproduceerde leidingwater werd in 1997



Figuur 3.10.3 Hoeveelheden leidingwater geproduceerd door de waterleidingbedrijven per type bron, 1860-1998 (Bron: VEWIN).

Uit oppervlaktewater  
Uit grondwater

ongeveer 5% als halffabrikaat aan vooral de industrie geleverd. De trend is dat de laatste jaren de hoeveelheid van water als halffabrikaat duidelijk toeneemt.

### *Bronnen*

Voor de productie van leidingwater wordt in Nederland in het algemeen zoet grond- en oppervlaktewater gebruikt. Reeds decennia lang is het aandeel grondwater bij de productie circa 65%. De laatste jaren gaat oppervlaktewater langzaam maar zeker een grotere rol spelen bij de productie van leidingwater. De kwaliteit van het ingenomen of opgepompte water wordt sterk bepaald door de toestand van het milieu. Verontreiniging in (stromend) oppervlaktewater kan op korte termijn een bedreiging voor het product vormen. Indien de oorzaak van verontreiniging wordt weggenomen verdwijnen ook de gevolgen snel. Dit geldt veelal niet voor grondwater op de diepten waarop het wordt gewonnen. Het kan lang duren voordat verontreinigingen de winningsmiddelen hebben bereikt. Eveneens geldt dat generieke maatregelen (bijvoorbeeld emissiereducties) in dat geval pas na lange tijd effect zullen hebben.

Het vóórkomen van bestrijdingsmiddelen in grond- en oppervlaktewater is voor de drinkwaterbedrijven een reden voor het inzetten van extra zuiveringstechnieken, maar ook om preventiemaatregelen te initiëren. Een voorbeeld hiervan is de samenwerking met gemeenten om het gebruik van diuron voor onkruidbestrijding op verharde oppervlakken terug te dringen. In oppervlaktewater zijn voor meerdere stoffen concentraties aangetoond die boven de drinkwaternorm (0,1 µg/l) liggen; dit geldt met name voor de Maas. Als in grondwater de drinkwaternorm wordt overschreden, geldt dit per locatie meestal slechts voor één stof. Een bekend probleem is de stof 1,2 dichloorpropan die voorkomt in gebieden waar aardappelteelt plaatsvindt. Inmiddels wordt het onkruidbestrijdingsmiddel bentazon bij enkele pompstations in het grondwater, maar ook in het drinkwater aangetroffen. De bedrijven zullen extra zuiveringsmiddelen moeten gaan plaatsen of de winning gaan wijzigen of sluiten.

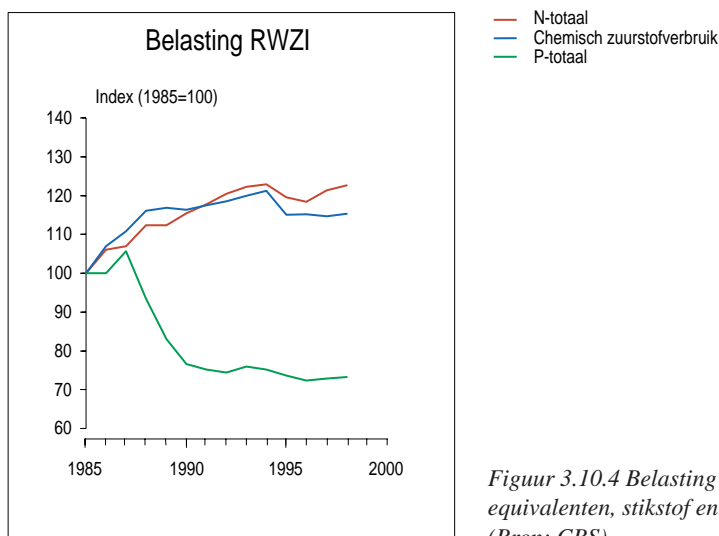
Nitraat komt van nature in grondwater in lage concentraties voor. Als gevolg van overmatige dosering van meststoffen neemt de nitraatconcentratie met name in ondiepe, kwetsbare winningen toe (zie *paragraaf 4.4*). De nitraatconcentratie bij de overige grondwaterwinningen ligt op het van nature lage niveau. In het drinkwater bereid uit grondwater met een te hoge nitraatconcentratie wordt de norm niet overschreden, door bedrijfstechnische maatregelen zoals het bijmengen van drinkwater met een laag nitraatgehalte. Slechts in een enkel geval vindt specifieke zuivering plaats. Vermesting veroorzaakt bij kwetsbare winningen ook een toename van de hardheid, het sulfaat- en het ijzergehalte in het opgepompte grondwater. In het rivierwater waaruit drinkwater wordt bereid is de nitraatconcentratie in de beschouwde periode redelijk constant. Deze concentraties leveren geen extra problemen op voor de drinkwaterbedrijven. Infiltratie in de duinen vereist een voorzuivering tot een lage nitraat- en fosfaatconcentratie voor de bescherming van het ecosysteem.

## Milieudruk

De (milieu-)doelstellingen voor de bedrijfstak van de openbare watervoorziening zijn vastgelegd in het Beleidsplan Drink- en Industriewatervoorziening (BDIV, 1993 en 1995). Het grootste aandeel van waterleidingbedrijven in de milieudruk heeft betrekking op de verdrogingsproblematiek (zie *paragraaf 4.9*). De bijdrage aan andere vormen van milieudruk is relatief beperkt. De omvang van het gebruik van grondstoffen en vooral het elektriciteitsverbruik bij de productie van leidingwater nemen toe. Hierbij speelt de inzet van het type bron een rol. De regionale inzet vertoont sterke verschillen. Bij de bereiding van drinkwater ontstaan reststoffen, vooral drinkwaterslib. Via de Reststoffenunie Waterleidingbedrijven BV worden de afvalstoffen in belangrijke mate toegepast als secundaire grondstof.

## Rioolwaterzuiveringsinstallaties

Rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) reinigen het afvalwater - en een deel van het regenwater - dat door huishoudens, bedrijven, openbare voorzieningen en dergelijke op het riool wordt geloosd. Nutriënten, toxische verbindingen en zware metalen worden in de RWZI omgezet of blijven geheel of gedeeltelijk achter in het zuiveringsslib. De restlozing vormt een bijdrage aan de oppervlaktewaterbelasting. Regenwater wordt, waar mogelijk, gescheiden en buiten de RWZI om afgevoerd. Vanuit de aanvoer via gemengde stelsels vinden bij hevige regenval via overstorten emissies naar oppervlaktewater plaats. Zowel afspoelend regenwater als emissies via overstorten vanuit gemengde stelsels leveren aanzienlijke pieken op in de oppervlaktewaterbelasting. In het kader van duurzaam stedelijk waterbeheer wordt, mede in het kader van verdroging, getracht om deze (diffuse) emissies zoveel mogelijk terug te dringen door het voorkómen van deze emissiestromen en door hergebruik en deelstroomzuivering ervan.



Figuur 3.10.4 Belasting RWZI's in inwonerequivalenten, stikstof en fosfaat, 1985-1998 (Bron: CBS).

De gemeten belasting van de RWZI's met zuurstofbindende stoffen is vanaf 1985 toegenomen van 22,6 miljoen inwonersequivalenten (i.e.) naar 26,9 miljoen i.e. in 1997 (*figuur 3.10.4*). Met name de belasting met stikstof in i.e.'s volgt daarbij het beeld van de bevolkingsgroei. Los daarvan kunnen fluctuaties in de belasting voorkomen als gevolg van variaties in de jaarlijkse hoeveelheden neerslag.

RWZI's zijn primair ontworpen om zuurstofbindende stoffen te verwijderen en tevens om hygiënische redenen. Daarnaast is een belangrijk doel de verwijdering van fosfaat en stikstof. Als neveneffect blijft een gedeelte van de in het afvalwater aanwezige zware metalen in het zuiveringsslib achter en wordt op deze wijze verwijderd.

De concentratie zuurstofbindende stoffen in oppervlaktewater is tussen 1970 en 1980 gehalveerd. Tot eind jaren '80 zette deze daling zich voort en is daarna gestabiliseerd. Het aansluitingspercentage van huishoudens op de riolering is in deze periode sterk toegenomen tot circa 97% in het begin van de jaren '90. De Wet verontreiniging oppervlaktewater (WVO) die begin jaren '70 in werking is getreden heeft hierin een belangrijke rol gespeeld.

De totale vracht die via het influent op de RWZI's wordt aangevoerd is de laatste jaren voor de meeste metalen licht gedaald of gelijk gebleven. Dit geldt ook voor de vrachten van zware metalen in het zuiveringsslib, omdat de verwijderingsrendementen min of meer constant zijn gebleven. De resterende hoeveelheid nutriënten en zware metalen wordt met het effluent geloosd op het oppervlaktewater. Dit effluent is één van de bijdragen aan de totale oppervlaktewaterbelasting (zie *bijlage 1*).

## 4. THEMA'S

### 4.1 De thema's beschouwd

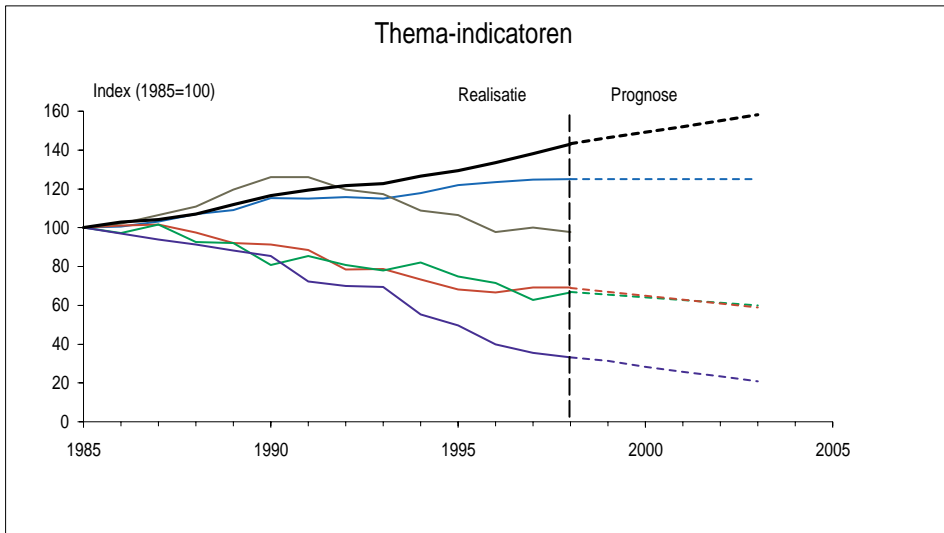
- De milieudruk op de compartimenten lucht, water en bodem is de laatste jaren afgenomen. Met name in de lucht en in het zoute oppervlaktewater heeft dat voor de meeste stoffen tot een meetbare verbetering van de kwaliteit geleid.
- Geraamd wordt dat de emissies van broeikasgassen de komende jaren nog licht zullen toenemen. De in internationaal kader afgesproken reductiepercentages vergen een aanzienlijke inspanning.
- Voor de thema's Verzuring, Vermesting en Verwijdering wordt verwacht dat de milieudruk ook de komende jaren verder zal afnemen. De doelstelling voor Verzuring voor 2000 zal niet worden gehaald; de verwijderingsdoelstelling wordt wel gehaald.

#### *Inleiding*

In dit hoofdstuk worden de thema's van het milieubeleid behandeld. Bijzondere aandacht wordt besteed aan de relatie tussen emissie- en milieukwaliteitsveranderingen. De overheid wil de milieukwaliteit in Nederland verbeteren, enerzijds via brongericht beleid, gericht op het terugdringen van de emissies, en anderzijds via effectgericht beleid, gericht op het realiseren van milieukwaliteitsnormen. De resultaten van het gevoerde beleid worden getoetst aan de doelstellingen voor emissiereducties. De milieukwaliteit wordt getoetst aan kwaliteitsdoelstellingen voor bodem, water en lucht. Voor Klimaatverandering, Verzuring, Vermesting en Verwijdering wordt ook een raming gegeven van de ontwikkeling in de komende vier jaar.

#### *Milieukwaliteit in relatie tot milieudruk*

- **Lucht** De luchtkwaliteit is de afgelopen tien jaar verbeterd (zie *bijlage 2*). De emissies van de meeste luchtvervuilende stoffen zijn vooral aan het eind van de jaren '80 en het begin van de jaren '90 afgenomen (SO<sub>2</sub>, zware metalen, VOS, benzeen). Voor veel stoffen zijn ook de bijdragen vanuit het buitenland gedaald. Dit is direct meetbaar in de dalende luchtconcentraties. Dit geldt niet voor de broeikasgassen CO<sub>2</sub> en N<sub>2</sub>O. Ook de concentratie fijn stof is nauwelijks gedaald en nog steeds ligt de jaargemiddelde concentratie rond de norm. De ozonconcentratie is sinds 1990 gedaald, maar ligt nog wel boven de norm.
- **Water** De fosforconcentratie in het zoete oppervlaktewater is aanzienlijk gedaald en is terug op het niveau van 1960-1965. Ook de zeewaterkwaliteit is over het algemeen beter dan zo'n tien jaar geleden. De stikstofconcentratie in regionale wateren is aanzienlijk gedaald. In de rijkswateren namen de stikstofconcentraties licht af. De milieudruk door zware metalen is de afgelopen tien jaar gehalveerd. De concentraties in de zoete wateren zijn de afgelopen tien jaar echter nauwelijks gedaald, ondanks de afgenomen emissies.



Figuur 4.1.1 De milieudruk per thema in relatie tot de ontwikkeling van het BBP, 1985-2003.

— BBP  
— Klimaat  
— Verstoring  
— Vermesting  
— Verwijdering

- **Bodem en grondwater** Een verbetering van de kwaliteit van bodem en grondwater is nog niet duidelijk zichtbaar. De zure depositie daalt weliswaar sinds 1980 gestaag en ook de emissies van zware metalen zijn sterk gedaald, maar door een zeer langzame uitspoeling naar het (diepe) grondwater en de historische belasting verbetert de bodemkwaliteit slechts langzaam. Nitraat daarentegen is als goed oplosbare stof snel in het (ondiepe) grondwater terug te vinden. Vooral onder zandgrond ligt de nitraatconcentratie nog vaak boven de EU-norm. Het percentage overschrijdingen neemt, vooral onder klei- en veengrond, snel af bij toenemende diepte. Het grondwater bevat op veel plaatsen nog teveel bestrijdingsmiddelen.

### Ontwikkeling milieuthema's

Sinds 1985 is er bij de thema's Vermesting, Verzuring en Verwijdering sprake van absolute ontkoppeling; ondanks een stijgend bruto binnenlands product (BBP) is sinds de tweede helft van de jaren '80 de milieudruk geleidelijk afgenomen (figuur 4.1.1). Ook voor de komende vier jaren wordt geraamd dat deze ontwikkeling zich zal voortzetten. Bij Verstoring is sinds 1990 sprake van ontkoppeling. Bij Klimaatverandering daarentegen hielden de emissies van broeikasgassen tot 1990 ongeveer gelijke tred met het BBP en groeien sindsdien iets minder hard.

Per thema zijn de belangrijkste conclusies (tabel 4.1.1):

- **Klimaatverandering** De temperatuur op aarde lijkt te stijgen. Dit is zo goed als zeker voor een deel veroorzaakt door de mens. De emissies van CO<sub>2</sub> en N<sub>2</sub>O, de belangrijkste veroorzakers van het versterkte broeikaseffect, zijn in Nederland het afgelopen decennium gestegen. De groei lijkt de laatste jaren te stagneren. Voor de komen-

Tabel 4.1.1 Gerealiseerde emissies per thema, doelstellingen voor 2000 en de raming voor het jaar 2003 (op basis van het 'behoedzame' scenario).

Thema en stof	eenheid	1998	Doelstelling voor 2000	Prognose voor 2003
<b>Klimaatverandering, referentiejaar 1990</b>				
CO <sub>2</sub>	% boven niveau 1990	+11	-3	+10
CH <sub>4</sub>	% boven niveau 1990	-18	-10	+15
N <sub>2</sub> O	% boven niveau 1990	+10	stabilisatie	
<b>Verzuring</b>				
Depositie	mol z-eq/ha	3800	2400	3200
SO <sub>2</sub>	mln kg	113	92	96
NO <sub>x</sub>	mln kg	441	249 (2005)	389
NH <sub>3</sub>	mln kg	178	80 (2005)	-
VOS	mln kg	302	193	-
<b>Vermesting</b>				
N-totaal	mld m-eq	49	-	41
P-totaal	mld m-eq	64	-	59
<b>Verwijdering</b>				
Hergebruik	mld kg	43,1	41	47
Verbranden	mld kg	6,7	6	8
Storten	mld kg	5,3	4	2,9
<b>Verstoring</b>				
Geluidhinder	% gehinderden	42	40	
Geurhinder	% gehinderden	17	12	

de vier jaren wordt een groei van 0,5-1% per jaar geraamd. De in internationaal kader afgesproken reductiepercentages (in 2010 een 6% lagere emissie dan in 1990) zullen een aanzienlijke inspanning vergen.

De aantasting van de ozonlaag zal naar verwachting nog enkele tientallen jaren aanhouden. Pas na circa 50 jaar zal de ozonlaag geheel zijn hersteld. Ondanks dat productie en gebruik van CFK's in Nederland reeds in 1995 zijn gestopt, waarmee de doelstelling is gehaald, zullen de emissies nog geruime tijd doorgaan.

- **Verzuring** Voor de komende vier jaar wordt verwacht dat zowel de emissie als de depositie van verzurende stoffen met enkele procenten per jaar zullen dalen. De emissies van deze stoffen nemen weliswaar gestaag af, maar de depositiedoelstelling voor 2000 ligt niet binnen bereik. Ammoniakemissies door de landbouw en NO<sub>x</sub>-emissies van het verkeer zijn de belangrijkste oorzaken voor de verzuring van de bodem. Ook de SO<sub>2</sub>-emissies, voor 40% afkomstig van de raffinaderijen en voor 25% van de industrie, dragen in belangrijke mate bij.

Ook de gerealiseerde emissiereductie van fijn stof heeft nog niet geleid tot een significante daling van het aantal dagen waarop de norm wordt overschreden. De concentratie fijn stof, voor een deel het gevolg van directe emissies (verkeer en vervoer, industrie) en voor een deel ontstaan uit andere stoffen in de atmosfeer, wordt voor een groot deel bepaald door buitenlandse emissies.

- **Vermesting** De vermesting van het oppervlaktewater is sinds 1985 sterk afgenomen. Dit is vooral te danken aan fosfaatemissie beperkende maatregelen bij de industrie en de introductie van fosfaatvrije wasmiddelen. Het buitenland levert met circa 65% de grootste bijdrage aan de stikstofbelasting van het oppervlaktewater. Bijna 30% van de binnenlandse stikstofbelasting komt via de rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) in het oppervlaktewater, waarvan ongeveer de helft afkomstig is van de consument. Ongeveer tweederde van de belasting komt via uit- en afspoeling in het oppervlaktewater. De concentraties nemen de laatste jaren nauwelijks meer af, vermoedelijk door nalevering uit het sediment. De stikstof- en fosfaatemissies naar de bodem - volledig afkomstig van de landbouw - zijn in de periode 1985-1990 aanzienlijk gedaald. Sindsdien lopen ze nog slechts langzaam terug.
- **Verspreiding** Het gebruik van landbouwbestrijdingsmiddelen neemt de laatste jaren weer toe, met name door een toename van het gebruik van fungiciden. De emissie van zware metalen naar het oppervlaktewater is de afgelopen decennia sterk verminderd. Bij de meeste metalen is vooral de bijdrage van de industrie sterk gedaald. De gedaalde emissies hebben in voorgaande decennia geleid tot een aanzienlijke verbetering van de kwaliteit van het Nederlandse oppervlaktewater. De afgelopen jaren blijft deze echter achter bij de verder dalende emissies.
- **Verontreiniging van de bodem** De jaarlijkse overheidsuitgaven voor bodemsanering zijn nog steeds hoog, maar de bijdragen van particulieren en bedrijven nemen sinds 1990 zowel in absolute als in relatieve zin sterk toe. Het opstellen van bodemsaneringsconvenanten tussen overheid en doelgroepen blijkt een zeer succesvol instrument. Sinds 1995 is het aantal in eigen beheer gesaneerde locaties sterk toegenomen. De depotcapaciteit voor verontreinigde baggerspecie is de afgelopen jaren aanzienlijk toegenomen door het opleveren van nieuwe depots en zal nog verder groeien. Het is echter nog onduidelijk of dit voldoende is om het aanbod van de komende tien jaar te kunnen verwerken.
- **Verwijdering** De afvalverwijdering is de laatste jaren steeds hoogwaardiger geworden: minder afval wordt gestort, en hergebruik en het op verantwoorde wijze verbranden van afval is dusdanig gestaag gestegen, dat het gestelde doel van 4 miljard kg storten voor 2000 naar verwachting vrijwel zal worden gehaald.
- **Verstoring** Sinds 1990 neemt het percentage Nederlanders dat zich door geluid en geur gehinderd voelt langzaam af. De gestelde doelen voor 2000 liggen binnen bereik. De meeste extreme situaties zijn verdwenen. De geluidbelasting is daarentegen wel over een groter deel van Nederland verspreid.
- **Verdroging** De doelstelling voor 2000 zal niet worden gehaald, maar de doelstelling voor 2010 lijkt binnen bereik. Daarvoor is het wel van belang dat de gelden uit de huidige subsidieregeling beschikbaar blijven. Probleem blijft dat een operationeel monitoringssysteem waarmee het herstel kan worden gemeten nog ontbreekt.

## 4.2 Klimaatverandering

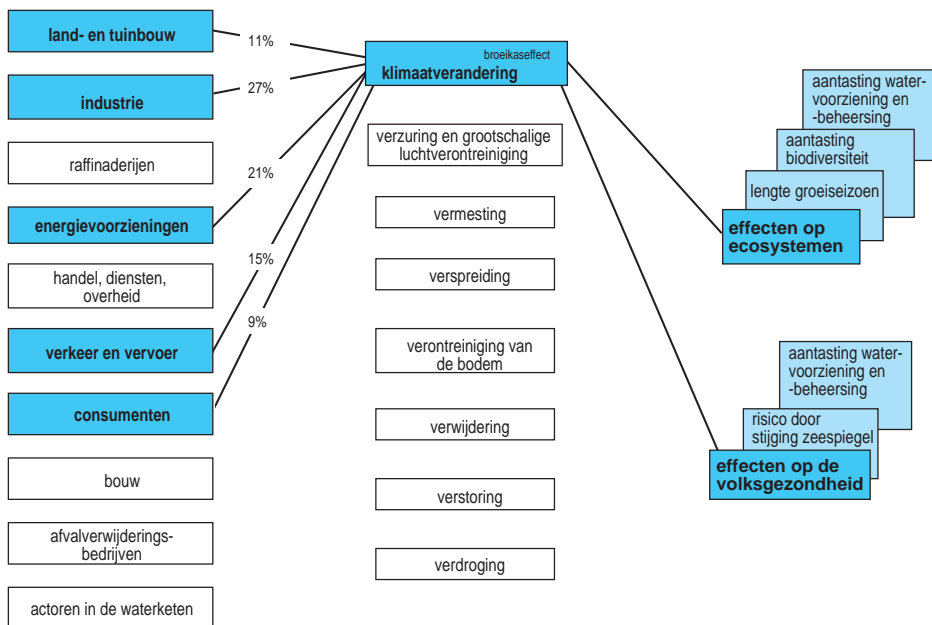
Het thema Klimaatverandering omvat twee deelthema's die in deze paragraaf apart worden besproken: de versterking van het broeikas effect door emissies van broeikasgassen, en de aantasting van de stratosferische ozonlaag door CFK's en andere halogeenkoolwaterstoffen.

### 4.2.1 Het versterkte broeikas effect

- De totale Nederlandse broeikasgasemissie (temperatuurgecorrigeerd) was in 1998 ongeveer gelijk aan die in 1997 en was daarmee 8% hoger dan in 1990. In 2003 zal deze emissie naar verwachting 8% hoger zijn dan in 1990.
- In de periode 1990-1998 is de emissie van CO<sub>2</sub> met 11% toegenomen (temperatuurgecorrigeerd) en voor 2003 wordt een verdere toename geraamd tot bijna 15% ten opzichte van 1990.
- De mondiale jaargemiddelde temperatuur aan het aardoppervlak was in 1998 de hoogste sinds 1880.

#### Inleiding

Door menselijk handelen worden broeikasgassen in de atmosfeer gebracht die daar warmtestraling langer vasthouden. De daaruit voortkomende opwarming van de atmos-



Figuur 4.2.1 De belangrijkste bijdragen (1998) van de verschillende doelgroepen aan het versterkte broeikas effect en de effecten op ecosystemen en de volksgezondheid.

feer kan tot veranderingen in luchtcirculatiepatronen leiden. Ook stijging van de zeespiegel en veranderingen in zeewatertemperaturen en in de circulatiepatronen van de oceanen worden verwacht. De hoeveelheid neerslag en de mate van verdamping kunnen daardoor veranderen. De gevolgen voor de ecologische, sociale en economische systemen kunnen op wereldschaal ingrijpend zijn. Gebrek aan aanpassingsmogelijkheden maakt vele systemen kwetsbaar. Door natuurlijke variaties en vertragingen in het klimaatstelsel zullen de gevolgen van menselijke beïnvloeding van het klimaat veelal pas na geruime tijd herkenbaar worden.

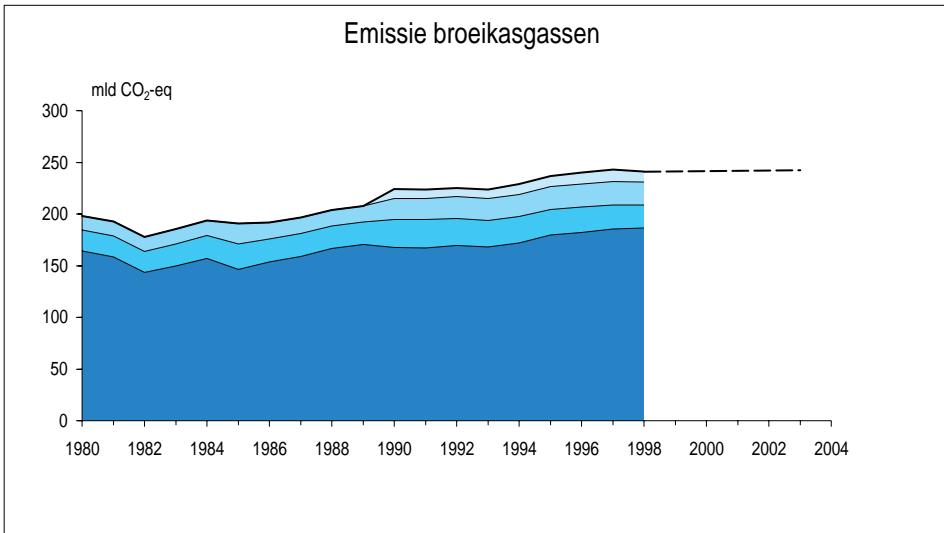
Het primaire doel van het internationale klimaatbeleid is het vroegtijdig vermijden van gevaarlijke menselijke beïnvloeding van het klimaat door het stabiliseren van de atmosferische concentraties van broeikasgassen. Hiertoe moeten de mondiale broeikasgasemissies met meer dan de helft worden teruggebracht ten opzichte van 1990. Van deze emissies draagt kooldioxide (CO<sub>2</sub>) voor meer dan 60% bij aan de menselijke beïnvloeding van het klimaat.

In Kyoto (1997) zijn emissiebeperkingen afgesproken voor het komende decennium. De nieuwe - na ratificatie mogelijk met sancties omgeven - afspraken laten 'emissiehandel' tussen Annex-I landen en compensatie via emissiereducerende activiteiten in ontwikkelingslanden toe. De Europese Unie (EU) heeft zich in Kyoto verplicht om de uitstoot van broeikasgassen binnen 2008-2012 met 8% te reduceren, wat in EU-kader is vertaald naar een reductie van 6% voor Nederland. Deze reducties gelden ten opzichte van 1990 voor CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> en N<sub>2</sub>O; voor fluorkoolwaterstoffen (HFK's), perfluorkoolwaterstoffen (PFK's) en zwavelhexafluoride (SF<sub>6</sub>) geldt als peiljaar 1995.

### *Internationale en Nederlandse emissies*

Mondiaal blijven de emissies van broeikasgassen licht stijgen. Het belangrijkste broeikasgas is CO<sub>2</sub>; de bijdrage van HFK's, PFK's en SF<sub>6</sub> is nu nog gering maar groeit snel. In 1998 lijkt de mondiale emissie van CO<sub>2</sub> door brandstofgebruik met 0,5% gedaald, onder meer door een verschuiving in de brandstofmix van kolen naar olie en gas. Het is onbekend of deze daling eenmalig of structureel is. Bijna de helft van de huidige uitstoot van CO<sub>2</sub> vindt plaats in de OECD-landen.

In de 15 EU-landen zijn de broeikasgasemissies over de periode 1990-1996 met ongeveer 2% afgenomen. De emissie van CO<sub>2</sub> nam binnen de EU wel met 2% toe, maar dit werd gecompenseerd door een sterkere daling van de overige broeikasgasemissies. Voor een deel komt de daling voort uit de geringe economische groei in de EU over deze periode. Duitsland en het Verenigd Koninkrijk, die binnen de EU het grootste aandeel in de broeikasgasemissies hebben, konden door overschakeling van energieopwekking uit kolen naar aardgas hun totale emissie van broeikasgassen terugbrengen met respectievelijk ongeveer 11 en 6%. In de overige EU-landen bleef de emissie van broeikasgassen gelijk of nam toe, waarbij in Nederland en Zweden met circa 11 respectievelijk 12% de grootste toename plaatsvond. Nederland heeft de omschakeling van kolen naar aardgas al in de voorgaande decennia doorgevoerd, zodat emissiebeperking vooral uit andere aanpassingen moet komen.



Figuur 4.2.2 Nederlandse emissies van broeikasgassen, 1980-2003. Voor de jaren '80 zijn geen emissies van HFK's, PFK's en SF<sub>6</sub> opgenomen. De emissie van CO<sub>2</sub> is gecorrigeerd voor temperatuursinvloeden.

HFK/PFK/SF<sub>6</sub>
 N<sub>2</sub>O
  CH<sub>4</sub>
 CO<sub>2</sub>
 'Behoedzaam' economisch scenario

De totale Nederlandse emissie van broeikasgassen - temperatuurgecorrigeerd - was in 1998 ongeveer gelijk aan die in 1997 en was daarmee circa 8% hoger dan die van 1990 (figuur 4.2.2). Tot 2003 wordt volgens het 'behoedzame' economische scenario geen verdere stijging verwacht. Het beleidsdoel is om deze emissie in de periode 2008-2012 gemiddeld 6% beneden het 1990-niveau te brengen. De deze zomer uitgebrachte Uitvoeringsnota Klimaatbeleid (deel 1: Binnenlandse maatregelen) gaat ervan uit dat de Nederlandse emissie van broeikasgassen voor de periode 2008-2012 nog met maximaal 50 miljard CO<sub>2</sub>-equivalenten extra moet worden teruggebracht. De helft hiervan zal worden gezocht in maatregelen in het buitenland, hoewel in internationaal verband de mogelijkheden hiertoe nog niet geheel zijn vastgesteld. Uitgaande van de beoogde invulling van maatregelen in het buitenland en de verwachte emissies voor 2003, zal de Nederlandse emissie van broeikasgassen vanaf 2003 met 1% per jaar moeten dalen om het beleidsdoel voor 2008-2012 te halen. In de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid is voor circa 25 miljard CO<sub>2</sub>-equivalenten aan concrete maatregelen geformuleerd ter vermindering van de binnenlandse emissies van broeikasgassen. Van deze maatregelen wordt tot 2003 nauwelijks effect op de CO<sub>2</sub>-emissie verwacht.

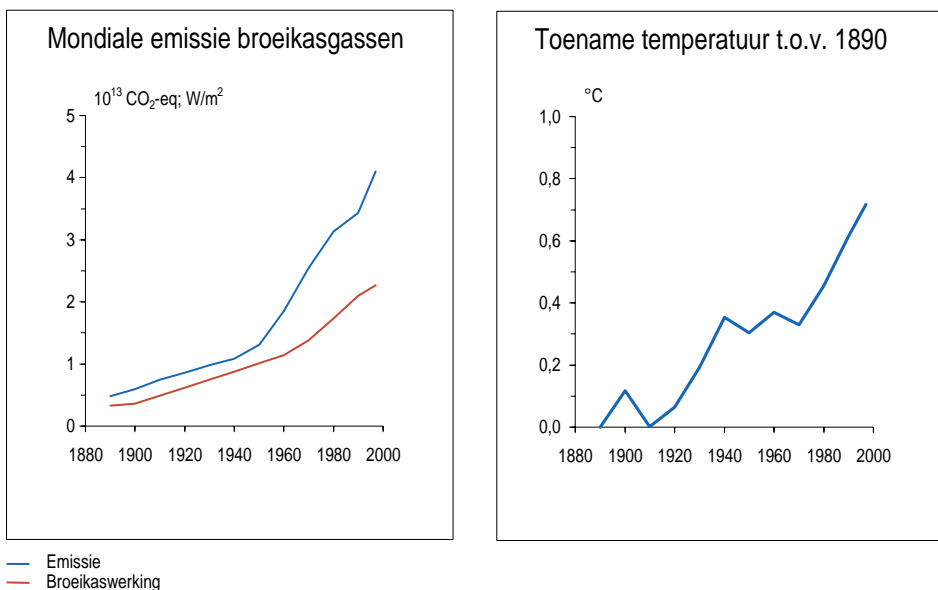
De Nederlandse emissie van broeikasgassen bestond in 1998 voor 75% uit CO<sub>2</sub> (vooral afkomstig van industrie en energiesector); CH<sub>4</sub> en N<sub>2</sub>O dragen ieder 10% bij en de HFK's, PFK's en SF<sub>6</sub> tezamen 5%. De emissie van CO<sub>2</sub> lag in 1998 circa 11% boven het 1990-niveau. Dit wordt vooral veroorzaakt door de groei van het verkeer, de stijgende energievraag en de toename van de productie van de chemische industrie. In 2003 zal de

emissie van  $\text{CO}_2$  volgens het 'behoedzame' economische scenario naar verwachting bijna 15% hoger zijn dan in 1990. De in de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid beoogde maatregelen in Nederland richten zich voor 70% op reductie van de emissies van  $\text{CO}_2$ . De Nederlandse emissie van  $\text{CH}_4$  daalde met circa 18% over de periode 1990-1998. De emissie van  $\text{N}_2\text{O}$  is over de periode 1990-1998 gestegen met zo'n 11%. Dit lijkt een gevolg van het onderwerpen van mest en de introductie van de driewegkatalysator bij personenauto's. De emissies van PFK's en  $\text{SF}_6$  zijn over de jaren '90 vrijwel gelijk gebleven.

### Milieu kwaliteit

De concentraties van broeikasgassen namen de afgelopen eeuw gestaag toe, waardoor de broeikaswerking van de atmosfeer versterkt wordt (figuur 4.2.3). De concentraties van  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  en  $\text{N}_2\text{O}$  zijn nu respectievelijk circa 30, 150 en 13% hoger dan een eeuw geleden. Voor  $\text{CH}_4$  is de jaarlijkse toename van de concentratie over de jaren '90 lager dan ervoor, maar de  $\text{CO}_2$ - en  $\text{N}_2\text{O}$ -concentratie blijven met een vrijwel constant tempo toenemen. De emissieramingen van  $\text{CH}_4$  in West-Europa worden door de concentratiemetingen bevestigd, evenals de toenemende emissies van HFK's en PFK's. De emissie van  $\text{SF}_6$  lijkt op basis van metingen tweemaal zo hoog als tot dusver geraamd.

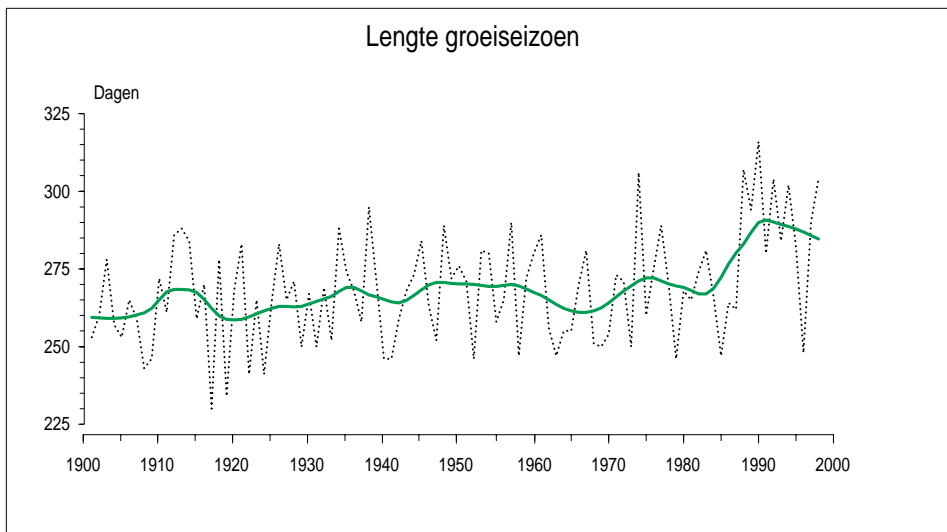
De wereldwijd gemiddelde oppervlaktetemperaturen in het afgelopen decennium behoren tot de hoogste sinds 1880, met als warmste jaar 1998. De waargenomen patronen van klimaatverandering geven aan dat een deel van de mondiale temperatuurstijging vrijwel zeker door de mens is veroorzaakt.



Figuur 4.2.3 Mondiale emissie van broeikasgassen, broeikaswerking ten gevolge van menselijke activiteiten en temperatuur. Emissies in  $\text{CO}_2$ -equivalenten in  $10^{13}$  kg, broeikaswerking in  $\text{W/m}^2$  ten opzichte van pre-industrieel niveau, temperatuur in  $^{\circ}\text{C}$  toename ten opzichte van 1890.

Tot dusver stijgen de mondiale emissies en concentraties, broeikaswerking en de temperatuur. Indien de emissies door succesvol beleid op korte termijn zouden afnemen, zal dat niet direct leiden tot een afname of stabilisatie van de broeikaswerking en van de temperatuurstijging. Door vertragende mechanismen op mondiale schaal, zoals de bufferende werking van de oceanen, zal de temperatuur nog lange tijd blijven stijgen. Het verloop van de aantasting van de ozonlaag kan hierbij als illustratie dienen voor de mogelijke effecten van vertragende mechanismen (zie *paragraaf 4.2.2*).

Ook in Nederland is de waargenomen temperatuur de afgelopen eeuw gestegen, maar een oorzakelijk verband met de mondiale emissies is niet te leggen. In de afgelopen tien jaar was het jaarlijks aantal dagen met een gemiddelde temperatuur boven de 5 °C opmerkelijk hoog, waardoor het groeiseizoen ten opzichte van de voorafgaande 80 jaar ongeveer een maand langer dan normaal heeft geduurd (*figuur 4.2.4*). Er zijn verschuivingen in de Nederlandse flora en fauna waargenomen die een samenhang lijken te vertonen met de langere duur van het groeiseizoen. Het is niet duidelijk of deze afwijking in het Nederlandse klimaat tijdelijk of structureel van aard is.



*Figuur 4.2.4 De lengte van het groeiseizoen in Nederland, weergegeven als het jaarlijkse aantal dagen met een gemiddelde temperatuur boven 5 °C. De dikke lijn geeft een gewogen gemiddelde over de meest nabije 15 jaren weer (Bron: KNMI).*

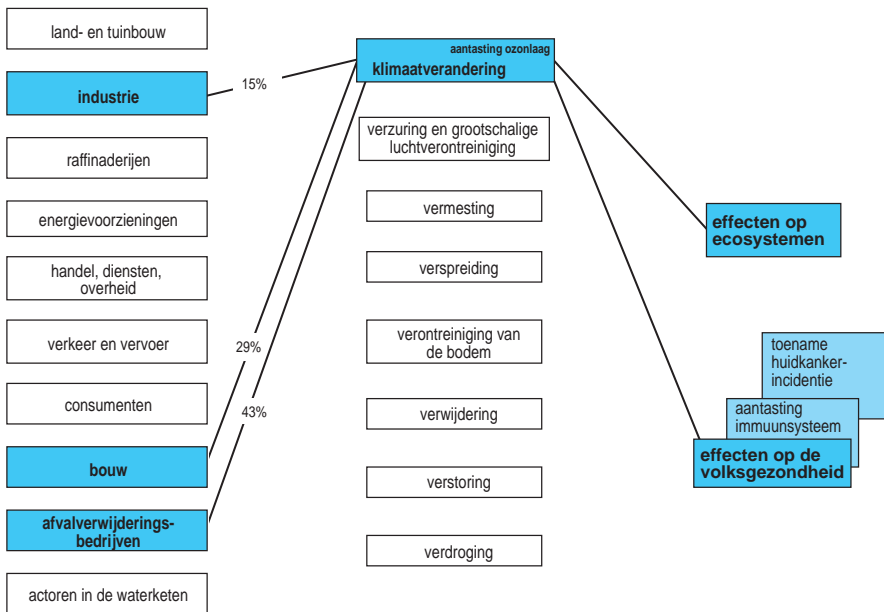
..... Aantal dagen per jaar >5 °C  
 — Gewogen gemiddelde

**Onzekerheden Klimaatverandering**

In de oorzaak-effectketen van klimaatverandering kunnen worden onderscheiden onzekerheden in 1) de mondiale en nationale emissies (een natuurlijk en een antropogeen deel); 2) de concentratieverdeling van directe en indirecte broeikasgassen; 3) de gevolgen van de concentratietoename van broeikasgassen: de broeikaswerking en onzekerheden in de mondiale en regionale temperatuurverandering. De emissies van CO<sub>2</sub> (veruit het belangrijkste broeikasgas), onder andere uit fossiele brandstof en vrijkomend bij de cementproductie, zijn tamelijk nauwkeurig bekend. De onzekerheid is mondiaal circa 10% en voor Nederland circa 3%. De emissies van CO<sub>2</sub> ten gevolge van veranderingen van landgebruik zijn niet erg nauwkeurig bekend en de onzekerheid is circa 60% bij een aandeel van minder dan 30% in de totale antropogene CO<sub>2</sub>-emissie. De onzekerheden in de Nederlandse emissies van CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFK's, PFK's en SF<sub>6</sub> worden voornamelijk geschat op respectievelijk 25, 35, 50, 100 en 50%. De emissies van deze niet-CO<sub>2</sub> broeikasgassen hebben mondiaal een aandeel dat kleiner is dan 40% in de totale broeikaswerking. Omdat de gemiddelde concentratie van broeikasgassen nauwkeurig bekend is (voor CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> en N<sub>2</sub>O minder dan 1% onzekerheid en

minder dan 10% voor de andere 'Kyoto-gassen'), en omdat ook de stralingskarakteristieken van die gassen goed bekend zijn, is de onzekerheid in de directe broeikaswerking van de 'Kyoto-gassen' beperkt tot 15%. De onzekerheid in de totale door de mens veroorzaakte broeikaswerking wordt echter voornamelijk veroorzaakt door de bijdragen van ozon en aërosol, stoffen die niet worden gemiddeld maar in de atmosfeer worden gevormd en een flinke bijdrage kunnen hebben. De onzekerheid in deze totale broeikaswerking, afgeleid van modelberekeningen, is daardoor groter (circa 70%). Omdat de relatieve waarde van de mondiaal gemiddelde temperatuur met een nauwkeurigheid van enkele honderdsten graden worden vastgesteld, kan met zekerheid worden vastgesteld dat de wereldwijd gemiddelde temperatuur de afgelopen eeuw is gestegen. De exacte stijging is door veranderingen in het meetnet niet precies bekend. Ook in Nederland wordt het vaststellen van een trend in de gemiddelde temperatuur bemoeilijkt door lokale effecten op de metingen. De nauwkeurigheid van enkele tienden van graden is echter voldoende om vast te stellen dat de temperatuur in de jaren '90 hoger is dan aan het begin van deze eeuw.

**4.2.2 Aantasting ozonlaag**



*Figuur 4.2.5 De belangrijkste bijdragen (1998) van de verschillende doelgroepen aan de aantasting van de ozonlaag en effecten op ecosystemen en de volksgezondheid.*

- Als gevolg van internationale maatregelen daalt de concentratie van chloorverbindingen in de atmosfeer sinds enkele jaren. Modelmatige schattingen geven aan dat herstel van de ozonlaag vanaf nu langzaam kan gaan optreden.
- In 1998 was de ozonlaag boven Nederland duidelijk dikker dan in voorgaande jaren. De voor bewolgingsvariaties gecorrigeerde UV-belasting was ongeveer 9% lager dan in 1997. De gemiddelde UV-belasting over de periode 1996-1998 ligt echter nog altijd circa 9% boven het niveau van het begin van de jaren '80.
- Volledig herstel van de ozonlaag zal meer dan 50 jaar duren. Het aantal extra gevallen van huidkanker zal tot halverwege de 21ste eeuw blijven toenemen.

### *Inleiding*

In de stratosfeer (tussen ongeveer 15 en 30 km hoogte) bevindt zich van nature relatief veel ozon die de aarde beschermt tegen te hoge UV-straling. Stikstof-, chloor- en broomverbindingen beïnvloeden daar echter de vorming en afbraak van ozon. Chloor- en broomverbindingen worden voornamelijk door de mens in de atmosfeer gebracht in de vorm van CFK's en halonen, met kleinere bijdragen van HCFK's en methylbromide. Aantasting van de ozonlaag vindt vooral plaats in de poolstreken en op gematigde breedte en is niet waarneembaar boven de tropen. Door de hieruit volgende toename in UV-straling kunnen bij de mens tal van schadelijke gezondheidseffecten op korte en lange termijn optreden. Daarnaast kunnen effecten in de natuur optreden (zowel op land als in water) en in de voedselproductie.

Het internationale beleid heeft tot doel de beperking of stopzetting van de uitstoot van stoffen die de ozonlaag aantasten. Een groot aantal landen heeft zich verplicht om vanaf 1996 geen CFK's meer te gebruiken, met uitzondering van hergebruik. Methylbromide mag in geïndustrialiseerde landen tot 2005 beperkt gebruikt worden, in ontwikkelingslanden is dit tot 2015 toegestaan. Nieuwe regelgeving hiervoor is bij de EU in voorbereiding.

### *Emissies*

Vanaf 1993 worden methylbromide en vanaf 1995 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. Geprobeerd wordt om de emissie verder te reduceren door maatregelen als het aftappen van CFK's uit afgedankte koelkasten. 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 emissies van de CFK-ervangende HCFK's.

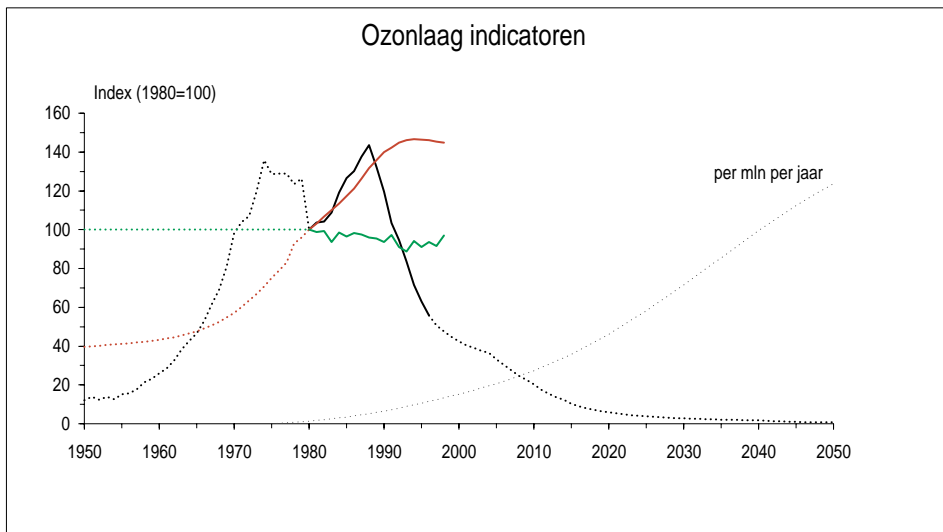
### *Milieu kwaliteit*

In 1998 was het ozongat in het najaar boven de Zuidpool groter dan ooit, maar de ozonlaag boven Nederland was duidelijk dikker dan in het voorgaande decennium, waarschijnlijk door natuurlijke meteorologische variaties. Zowel metingen als modelberekeningen geven aan dat de UV-straling in Nederland in 1998 circa 17% lager was dan in 1997, na correctie voor bewolgingsvariaties was het circa 9% lager. De gemiddelde UV-

belasting over de periode 1996-1998 is daarmee circa 9% hoger dan het begin van de jaren '80, toen de ozonlaag boven Nederland nog vrijwel onverstoord was.

In de keten van aantasting van de ozonlaag zitten grote tijdvertragingen (*figuur 4.2.6*). Na een periode van hoge emissies van ozonlaag aantastende stoffen in de jaren '70 en '80 zijn de gerapporteerde mondiale emissies nu sterk afgenomen. In de periode met hoge emissies nam het gemeten gehalte potentieel-chloor snel toe van een natuurlijk niveau van 0,6 ppb tot meer dan 3,5 ppb in 1993. Nu de emissies sterk dalen 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 concentraties van de broomhoudende halonen nemen nog steeds toe.

De gemeten mondiale achtergrondconcentraties zijn over het algemeen binnen een marge van enkele tientallen procenten in overeenstemming met de emissieschattingen. De daling in het potentieel-chloor wordt voornamelijk veroorzaakt door een sterke daling in de concentratie van methylchloroform. Luchtkwaliteitsmetingen in Nederland van methylchloroform en koolstoftetrachloride duiden op een sterke daling in de emissie van deze stoffen in Nederland, geheel in overeenstemming met de emissieregistratie.



*Figuur 4.2.6 Verloop van ozonlaag indicatoren, 1950-2050: mondiale emissie van CFK's en halonen (ODP-gewogen), dikte ozonlaag boven Nederland, mondiaal potentieel-chloor (inclusief broom) en de verwachting van de extra huidkankerincidentie voor Nederland (per miljoen per jaar) ten gevolge van de ozonlaag aantasting. In de periode vóór 1980 wordt verondersteld dat de ozonlaag niet aangetast was.*

Meting		Modellering	
—	Emissie van CFK's en halonen	.....	Emissie van CFK's en halonen
—	Potentieel Cl/Br	.....	Potentieel Cl/Br
—	Dikte ozonlaag NL	.....	Dikte ozonlaag NL
		.....	Huidkankerincidentie

De aantasting van de ozonlaag zelf, en daarmee de UV-belasting, volgt met enkele jaren vertraging het atmosferisch gehalte potentieel-chloor en broom. De stratosferische concentraties van ozonlaagaantastende stoffen zijn naar verwachting nu het hoogst, de komende jaren kan een traag herstel van de ozonlaag gaan optreden. Volledig herstel zal meer dan 50 jaar duren. Het aantal extra gevallen van huidkanker in Nederland (modelmatig bepaald) zal dan ook tot halverwege de 21ste eeuw blijven toenemen (zie ook *paragraaf 5.2*).

#### **Onzekerheden**

De emissies in figuur 4.2.6 zijn gebaseerd op internationale rapportages. De mondiale totalen komen redelijk overeen met concentratiemetingen en hebben een geschatte onnauwkeurigheid van 10-20%. De waarden van het potentieel-chloor en broom en de dikte van de ozonlaag zijn gebaseerd op metingen in internationale netwerken. De UV-belasting is modelmatig uitgerekend op basis van de gemeten ozonwaarden voor de periode van 1979-1998. Voor de periode van 1994-1998 komen de berekeningen goed overeen met metin-

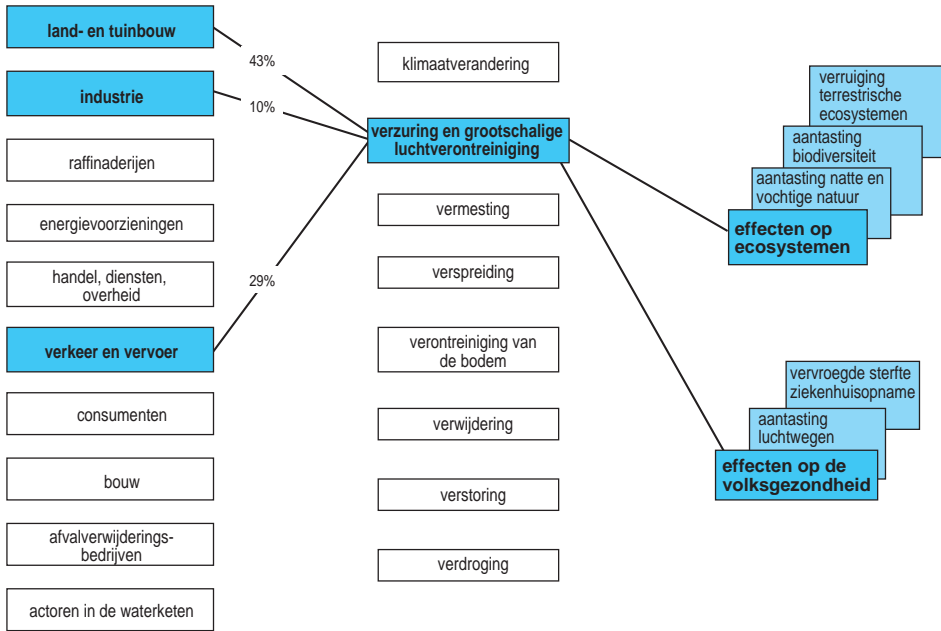
gen met het RIVM UV-monitoring systeem. Indien de Nederlandse UV-belasting direct vanuit emissies modelmatig wordt afgeleid, ligt deze verwachte belasting ruim onder de gemeten waarden. De vertaling naar extra gevallen huidkanker door de aantasting van de ozonlaag komt uit modelberekeningen. De relatie tussen een toename in UV-straling en huidkanker is onderbouwd door epidemiologisch en proefdieronderzoek, de absolute waarde van de toename bevat een geschatte onnauwkeurigheid van 30-40%.

## **4.3 Verzuring en grootschalige luchtverontreiniging**

Het thema Verzuring is gericht op het tegengaan van nadelige effecten van zure depositie en stikstofdepositie (eutrofiëring) door emissiereductie van  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NH}_3$  en  $\text{NO}_x$ . Het gaat om een grensoverschrijdend luchtverontreinigingsprobleem en het beleid is dan ook gericht op het maken van afspraken in internationaal verband. Doordat  $\text{NO}_x$  tezamen met VOS leidt tot de vorming van ozon op leefniveau en alle stoffen ook een dominante bijdrage leveren aan de concentraties fijn stof, kunnen verzuring en smogvorming niet los van elkaar worden gezien. Een integrale (en internationale) beleidsstrategie voor deze met elkaar samenhangende grootschalige luchtverontreinigingsproblemen is in ontwikkeling.

### **4.3.1 Verzuring**

- De gemiddelde depositie van potentieel zuur op Nederland ligt vanaf 1995 rond de 1994-tussendoelstelling van 4000 zuurequivalenten per hectare per jaar. Naar verwachting zal deze dalen naar 3200 zuurequivalenten in 2003. De doelstelling voor het jaar 2000 is 2400 zuurequivalenten.
- De depositie van stikstof is de afgelopen twee decennia niet wezenlijk veranderd en is tweemaal zo hoog als de doelstelling voor 2000.



Figuur 4.3.1 De belangrijkste bijdragen (1998) van de verschillende doelgroepen aan het thema Verzuuring en grootschalige luchtverontreiniging en effecten op ecosystemen en de volksgezondheid. De percentages hebben uitsluitend betrekking op de verzurende emissies afkomstig van Nederlandse bronnen.

## Inleiding

De belangrijkste verzurende stoffen zijn zwaveldioxide, stikstofoxiden en ammoniak en hun atmosferische afbraakproducten (samen respectievelijk  $\text{SO}_x$ ,  $\text{NO}_y$  en  $\text{NH}_x$ ). Verzuurende depositie leidt tot veranderingen in de chemische samenstelling van bodemvocht en oppervlaktewater. Depositie van  $\text{NO}_y$  en  $\text{NH}_x$  heeft tevens een vermestende werking. Het gezamenlijke effect van verzuuring en vermesting leidt, naast onder andere verdroging, tot schade aan ecosystemen, waarbij ook ozon een rol speelt (zie hoofdstuk 5).

Het Nederlandse beleid ten aanzien van verzuuring heeft primair tot doel het beschermen van ecosystemen. Voor de emissies naar lucht zijn de volgende doelstellingen van kracht:  $\text{SO}_2$  92 miljoen kg (voor 2000),  $\text{NO}_x$  249 miljoen kg (voor 2005) en  $\text{NH}_3$  80 miljoen kg (voor 2005). Internationaal zijn in UN-ECE- en EU-kader onderhandelingen gaande om te komen tot nieuwe afspraken ter reductie van verzurende en ozonvormende emissies. Als beleidsdoelstellingen voor de depositie gelden 2400 zurequivalenten per hectare (z-eq/ha) in 2000, gemiddeld over Nederland, en 1400 z-eq/ha in 2010, gemiddeld op bos. Hiervan mogen niet meer dan respectievelijk 1600 en 1000 z-eq/ha uit stikstof bestaan. Uit de lopende evaluatie van de verzuringsdoelstellingen komt naar voren dat bij het bereiken van deze depositiedoelstellingen voor 2010 ongeveer 80% van het areaal natuur wordt beschermd. Bij het bereiken van de doelstellingen voor 2000 zullen bodemchemische condities en soortensamenstelling in de natuur blijven

veranderen en zal in een deel van Nederland het grondwater niet aan de normen voor drinkwater voldoen.

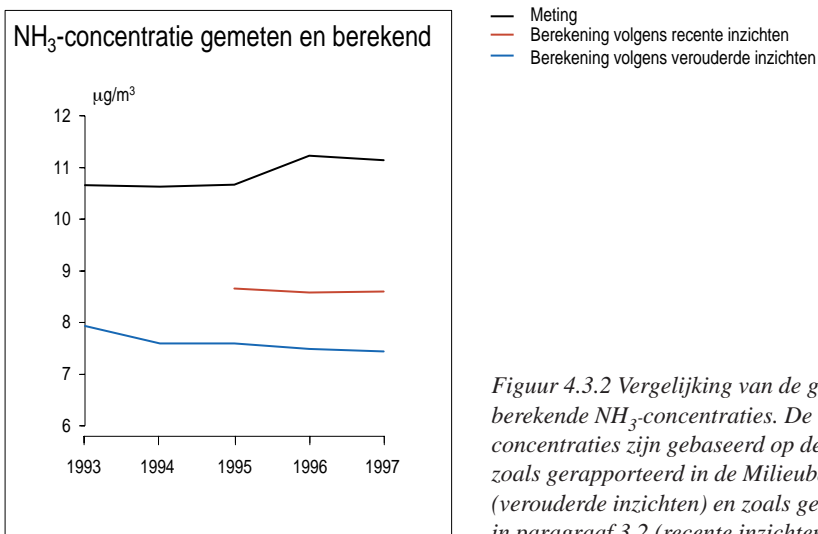
**Emissies**

De totale Nederlandse emissie van potentieel zuur was in 1998 voor circa 35% afkomstig uit de landbouw, voor ongeveer 30% uit verkeer en vervoer en voor 25% uit de industrie, de energievoorziening en de raffinaderijen. Industrie, raffinaderijen en verkeer zijn de grootste bron voor SO<sub>2</sub>, verkeer is de grootste bron van NO<sub>x</sub> en landbouw van NH<sub>3</sub>.

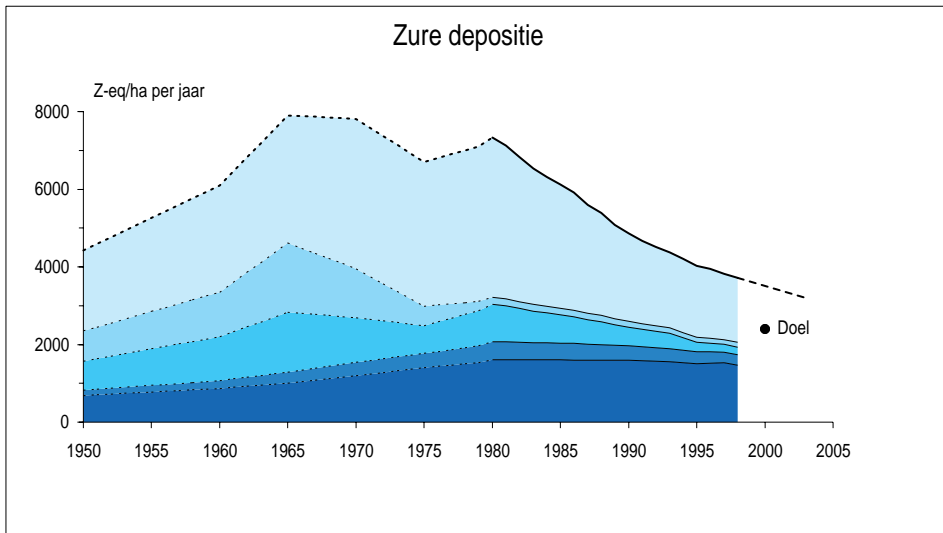
De gemeten concentraties van NO<sub>x</sub> en SO<sub>2</sub> zijn goed in overeenstemming met modelberekeningen op basis van emissieramingen. Bij NH<sub>3</sub> is sprake van significante verschillen. Onderzoek naar dit zogeheten ‘ammoniak-gat’ heeft geleid tot verbeteringen in de methodiek voor de berekening van de ammoniakemissies en verbeteringen in de modellen waarmee de concentraties uit de emissies worden berekend. Na de verbetering van de berekeningsmethodiek voor de emissies komt de emissiedaling in de periode 1990-1997 op ongeveer 20% uit (zie *paragraaf 3.2*). Dit zou volgens nieuwe modelberekeningen moeten leiden tot een daling van de ammoniakconcentratie in de buitenlucht met meer dan 10%. De metingen geven echter ruwweg een constant verloop te zien, met zelfs een lichte stijging in 1996 en 1997 (*figuur 4.3.2*). Slechts een deel van het verschil tussen berekende en gemeten concentraties wordt dus door de nieuwe inzichten verklaard. Het onderzoek om de resterende verschillen te verklaren gaat de komende jaren door.

**Milieu kwaliteit**

Als referentiejaar voor de verzuringsdoelstellingen geldt 1980, waarna het verzuringsbeleid op gang is gekomen. In de periode 1980 tot 1997 is de uit metingen afgeleide gemiddelde depositie van potentieel zuur op Nederland door het ingezette verzurings-



*Figuur 4.3.2* Vergelijking van de gemeten en berekende NH<sub>3</sub>-concentraties. De berekende concentraties zijn gebaseerd op de emissies zoals gerapporteerd in de Milieubalans 98 (verouderde inzichten) en zoals gerapporteerd in paragraaf 3.2 (recente inzichten).



Figuur 4.3.3 De gemiddelde depositie van potentieel zuur op Nederland, 1950-2003. Bijdragen van buitenland en doelgroepen, modelmatig bepaald, en gecorrigeerd voor meteorologische fluctuaties. Vanaf 1980 (voor  $NH_x$  vanaf 1993) is de totale depositie berekend op basis van de gemeten concentraties in de buitenlucht.

Buitenland  
 Overige doelgroepen  
 Energie/industrie  
 Verkeer  
 Landbouw  
 -- 'Behoedzaam' economisch scenario  
 ● Doel

beleid in binnen- en buitenland met bijna 50% gedaald (figuur 4.3.3). De gemiddelde depositie van potentieel zuur op Nederland ligt vanaf 1995 rond de 1994-tussendoelstelling van 4000 z-eq/ha per jaar. In 1998 was dit circa 3800 z-eq/ha. Dit is ongeveer evenveel als in de jaren '50, maar de samenstelling ervan is wezenlijk veranderd. In de jaren '50 was bijna 75% afkomstig van  $SO_2$  en nu minder dan 25%. De voorziene emissiereducties zullen naar verwachting leiden tot een depositie van circa 3200 z-eq/ha in 2003, meer dan 30% hoger dan de doelstelling voor het jaar 2000 van 2400 z-eq/ha.

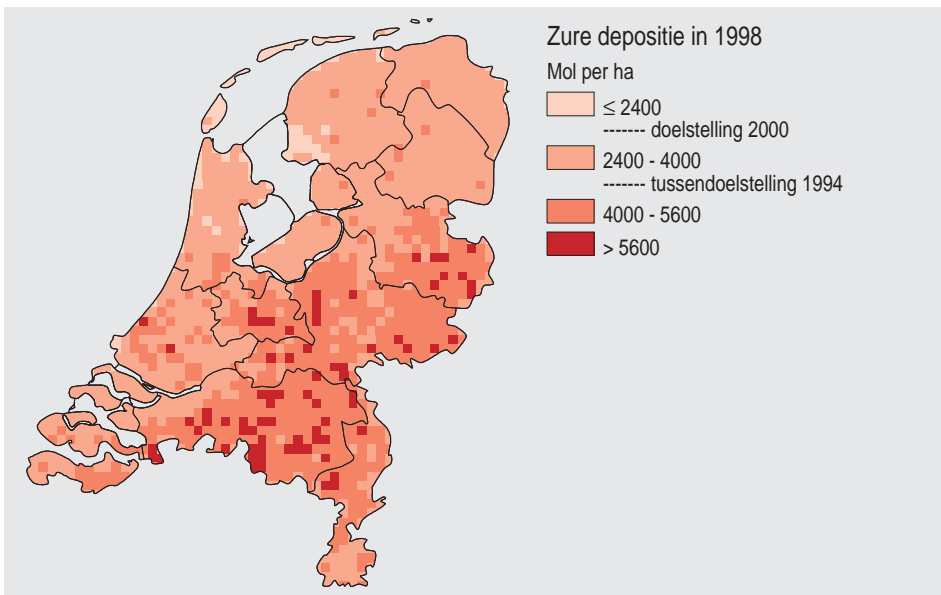
Volgens modelberekeningen moet in de jaren '60 en '70 de zure depositie circa 7000 à 8000 z-eq/ha per jaar zijn geweest. De meetreeksen die over die jaren beschikbaar zijn, wekken de indruk dat de zure depositie in de jaren '60 nog tientallen procenten hoger lag. De jaargemiddelde concentraties van  $SO_2$  lagen in die periode op veel plaatsen tussen de 100 en 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (en daarmee ruim boven de huidige grenswaarde) tegenover 3 tot 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  nu.

De hoge bijdrage van  $SO_2$  in de jaren '50 en '60 werd onder andere veroorzaakt door het stoken van kolen in huishoudens en energiecentrales. Door de overgang van kolen op aardgas in de jaren '60 en '70 halveerde in die periode de  $SO_x$ -depositie door Nederlandse bronnen. Vooral de bijdrage van huishoudens daalde sterk (met ongeveer 90%). Door het Nederlandse en internationale verzuringsbeleid is de depositie van  $SO_x$  na 1980 verder gedaald met bijna 80%. Vooral de invoering van ontzwavelingsinstallaties

voor de energieopwekking en de inzet van zwavelarme brandstoffen in de industrie en bij raffinaderijen bleken effectief. De bijdrage van de Nederlandse energiecentrales, raffinaderijen en industrie aan de depositie is daardoor afgenomen van 12% aan het begin van de jaren '80 tot 6% nu. Mede doordat deze maatregelen in Europees verband zijn genomen, was hun totale effect op de Nederlandse depositie voor de helft afkomstig van buitenlandse emissiereducties.

Als gevolg van de toegenomen mobiliteit steeg vanaf de jaren '50 het aandeel van  $\text{NO}_x$ ; de verkeersbijdrage ligt vanaf 1980 op een constant niveau van ongeveer 8-9%. De effecten van de introductie van de katalysator in het verkeer en de de $\text{NO}_x$ -installaties bij grote bronnen zijn grotendeels tenietgedaan door verdere groei van de mobiliteit en het energiegebruik. Door de intensivering van de veehouderij verdubbelde in de jaren '60 en '70 het aandeel van ammoniak. Na 1980 is de depositie door landbouwactiviteiten ongeveer constant gebleven, terwijl die door overige emissiebronnen vanuit het buitenland sterk is gedaald. Daardoor is de bijdrage van Nederlandse landbouw aan de zure depositie momenteel groter dan ooit (ruim 40%) en vrijwel gelijk aan de bijdrage door het buitenland. Het aandeel van het buitenland komt de laatste jaren overeen met de situatie in de jaren '50 en '60 en is lager dan in de jaren '70 en '80 (60%). De buitenlandse bijdrage wordt vrijwel volledig bepaald door bronnen in Duitsland, Groot-Brittannië, België en in mindere mate Frankrijk.

De via metingen en modelberekeningen vastgestelde ruimtelijke verdeling van de zure depositie veranderde de afgelopen twintig jaar vrijwel niet. In het noorden en delen van het westen is de depositie nu minder dan de 4000 z-eq/ha per jaar (figuur 4.3.4). In Oost-Brabant en de Gelderse Vallei - gebieden met veel intensieve veehouderij - ligt de



Figuur 4.3.4 Depositie van potentieel zuur, 1998.

zure depositie veelal nog boven de 6000 z-eq/ha per jaar. Juist in of nabij de meest voor verzuring gevoelige gebieden (zandgronden) blijkt de zure depositie het hoogst te zijn.

Op dit moment worden in het kader van de Conventie voor Grensoverschrijdende Luchtverontreiniging en de EU-verzuringstrategie nieuwe internationale afspraken voorbereid over het terugdringen van de emissies van  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  en  $\text{NH}_3$ . Het is de bedoeling dat alle landen in Oost- en West-Europa het eens worden over lagere nationale emissieplafonds voor deze stoffen en over een aantal verplichte emissiebeperkende maatregelen. Het is onwaarschijnlijk dat deze afspraken toereikend zullen zijn om de verzurende depositie op de Nederlandse natuur overal terug te brengen tot onder het niveau waarop de vegetatie duurzaam wordt beschermd. De afspraken zullen zeker ontoereikend zijn in gebieden waar intensieve veehouderij en kwetsbare natuur op korte afstand van elkaar liggen. Hier is alleen voldoende bescherming te bieden als aanvullende regionale maatregelen worden getroffen of boerderijen worden verplaatst. Middelen daartoe zijn onder meer gereserveerd in het kader van de reconstructieplannen van de intensieve veehouderij.

De depositie van stikstof ( $\text{NH}_x$  en  $\text{NO}_y$ ) is in de periode 1950-1980 toegenomen als gevolg van het toegenomen autoverkeer en de intensivering van de veeteelt. Sinds het begin van de jaren '80 ligt de uit metingen afgeleide depositie vrijwel onveranderd rond de 3000 z-eq/ha en is daarmee nog bijna tweemaal zo hoog als de doelstelling voor het jaar 2000 (1600 z-eq/ha). De depositie van stikstofoxiden is in de jaren '90 wel wat gedaald (naar circa 10% onder het niveau van de jaren '80). De depositie van  $\text{NH}_x$  is echter de laatste twintig jaar niet merkbaar veranderd. Depositie van stikstof wordt voor ruim 70% veroorzaakt door Nederlandse bronnen. Alleen al de Nederlandse landbouw draagt 55% bij aan de totale stikstofdepositie.

### Onzekerheden

De emissies van vóór 1980 zijn minder betrouwbaar en vóór 1970 zijn de modelresultaten niet meer via atmosferische concentratiemetingen te verifiëren. Onzekerheden in de emissies zijn tot dusver niet expliciet bekend, maar de overeenkomst tussen modelberekeningen en concentratiemetingen in de lucht geven aan dat deze beperkt zullen zijn voor  $\text{NO}_x$  en  $\text{SO}_2$ . Met goed bekende emissiegegevens is de onzekerheid in de concentraties van  $\text{NO}_x$  en  $\text{SO}_2$  per oppervlakte van 5x5 km circa 20%, gemiddeld over Nederland circa 10%. Voor  $\text{NH}_3$  zijn deze onzekerheden ongeveer tweemaal zo groot. De deposities van vóór 1980 zijn gebaseerd op modelberekeningen. Na 1980 zijn deposities met het DEADM-model afgeleid uit concentratiemetingen. Deposities zijn onzekerder, per gridcel zijn de onzekerheden met het OPS-model berekend, voor  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$  en  $\text{NH}_3$  bedragen ze respectievelijk 65, 30 en 50%, gemiddeld over Nederland zijn de onzekerheden lager, respectievelijk 30, 15 en 30%. De onzekerheid in de totale zure depositie is 45-80% voor een gridcel en 15-50%

voor het gemiddelde over Nederland. De onzekerheid in de relatieve trend over de jaren heen is echter hooguit 5%. Deze onzekerheid komt alleen voort uit de metingen omdat de DEADM-methode ongewijzigd is gebleven. De gemeten jaargemiddelde concentraties kennen een onzekerheid van circa 5% voor  $\text{NO}_x$  en  $\text{SO}_2$  en voor  $\text{NH}_3$  van ongeveer 10%. De onzekerheid in de trend zal lager zijn doordat systematische afwijkingen van de methode dan geen rol meer spelen, maar door meteorologische fluctuaties kunnen variaties tot ongeveer 25% optreden. Het OPS-model biedt de mogelijkheid hiervoor te corrigeren. Bij vertaling naar een landelijk beeld is de onzekerheid per oppervlakte van 5x5 km groter dan op de meetlocaties zelf. Met de huidige dichtheid van het meetnet is deze onzekerheid voor  $\text{SO}_2$ -concentraties minstens 20% (industriegebied) en voor  $\text{NO}_x$  30% (stadsomgeving). Voor  $\text{NH}_3$ -concentraties is de variatie in de ruimte zo groot dat de metingen uitsluitend in combinatie met modelberekeningen kunnen worden vertaald tot een landsdekkend kaartbeeld.

### 4.3.2 Grootschalige luchtverontreiniging door ozon en fijn stof

- De normoverschrijdingen door ozon en fijn stof blijven optreden, waarbij het weer invloed uitoefent op de mate van overschrijding van jaar tot jaar.
- De nieuwe Europese normen voor ozon, fijn stof en stikstofdioxide worden op veel plaatsen overschreden.

#### *Inleiding*

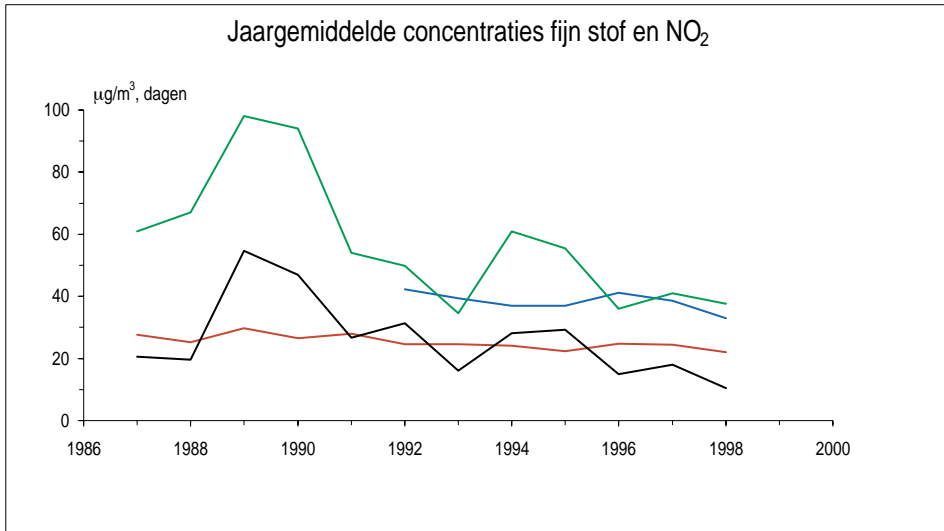
Zomer- en wintersmog leiden tot nadelige effecten op de volksgezondheid, natuur en landbouw. Ozon ( $O_3$ ) en fijn stof ( $PM_{10}$ ) zijn daarbij de belangrijkste stoffen. Het gaat daarbij om wezenlijk andere fenomenen dan het ozon in de stratosfeer dat het leven op aarde beschermt tegen UV-straling. Het gaat om grootschalige luchtverontreinigingsprocessen die voor een groot deel worden bepaald door emissies in het buitenland en alleen in internationaal verband effectief kunnen worden bestreden.

Ozon op leefniveau wordt in de atmosfeer gevormd uit  $NO_x$  en vluchtige organische stoffen (VOS). Een groot deel van de in de atmosfeer aanwezige fijn stof ontstaat uit de verzurende stoffen  $NO_x$ ,  $SO_2$  en  $NH_3$ . Een beperkt deel wordt direct door menselijke activiteiten in de atmosfeer gebracht. Omdat deze verschillende atmosferische stoffen en verzuring deels hun oorsprong vinden in dezelfde emissies, wordt het beleid voor deze stoffen en verzuring onderling afgestemd. Tussen 1985 en 1998 nam de VOS-emissie dankzij het KWS2000-programma met 40% af. De doelstelling is evenwel een reductie met 60% in 2000 (tot 193 miljoen kg).

Er zijn aparte normen gesteld voor blootstelling van mensen en ecosystemen, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen de chronische en acute blootstelling (smogepisoden). Naast de Nederlandse normen zijn er nieuwe EU-normen. Deze betekenen voor fijn stof en stikstofdioxide ( $NO_2$ ) een aanscherping van het beleid. Ook voor  $SO_2$  heeft de EU het luchtkwaliteitsdoel aangescherpt, maar er is geen extra Nederlands beleid nodig om daaraan te voldoen. Daarnaast geldt als doel om de emissie van VOS in 2000 te halveren ten opzichte van 1980.

#### *Emissies en milieukwaliteit*

Ozon wordt in de atmosfeer gevormd via een gebufferd systeem van chemische reacties, waardoor emissiereducties slechts beperkt doorwerken in de concentraties. Hierdoor en door het grootschalige karakter van ozonvorming werken de Nederlandse emissiereducties van VOS (35%) en  $NO_x$  (ruim 20%) die behaald zijn in de periode 1990-1997, slechts beperkt door in het aantal dagen met overschrijdingen van ozonnormen. Uitspraken over het trendmatige verloop van deze normoverschrijdingen worden bemoeilijkt door de sterke invloed van meteorologische variaties. Overschrijdingen van de EU-normen voor ozon ter bescherming van de bevolking (8-uursgemiddelde concentratie van  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en van ecosystemen (daggemiddelde concentratie van  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) kwamen in 1998 in Nederland gemiddeld op 11 respectievelijk 38 dagen voor (*figuur 4.3.5*). Deze resultaten worden mede beïnvloed door de relatief gunstige meteorologische



Figuur 4.3.5 De gemeten jaargemiddelde concentraties van fijn stof en NO<sub>2</sub> en het waargenomen aantal dagen waarop overschrijdingen plaatsvonden van de ozonnormen voor de blootstelling van de bevolking en ecosystemen, gemiddeld over Nederland, 1987-1998.

— Fijn stof  
— NO<sub>2</sub>  
— Overschrijding ozonnorm ecosystemen  
— Overschrijding ozonnorm mens

omstandigheden in 1998. De groeiseizoengemiddelde ozonconcentratie ligt onveranderd ongeveer halverwege de grenswaarde van 100 µg/m<sup>3</sup> en de streefwaarde van 50 µg/m<sup>3</sup>. Nederland kan verdere reductie van de ozonconcentraties bereiken door vooral de emissies van de meest reactieve VOS te verminderen. De waargenomen daling van de VOS-concentratie is redelijk in overeenstemming met de daling van de VOS-emissies in de laatste 15 jaar.

Ook de concentratie fijn stof is ondanks de Nederlandse emissiereductie (circa 40% in 1998 ten opzichte van 1990) weinig gedaald, om dezelfde redenen als bij ozon. Onder invloed van het extreem natte weer in 1998 waren de concentraties dat jaar duidelijk lager. Ongeveer 15% van de bevolking werd blootgesteld aan een jaargemiddelde concentratie fijn stof boven de norm van 40 µg/m<sup>3</sup>. In 1997 was dit nog 80%.

De WHO-richtlijn en toekomstige EU-norm van 40 µg/m<sup>3</sup> voor de jaargemiddelde NO<sub>2</sub>-concentratie wordt voor ongeveer 20% van de Nederlandse bevolking, vooral in de Randstad, overschreden. De (geringe) daling sinds 1990 is voornamelijk het gevolg van de invoering van de katalysator in het verkeer. Gezien de groeiende mobiliteit en de effectiviteit van de huidige technische maatregelen kan het behalen van de nieuwe EU-normen een zware opgave betekenen.

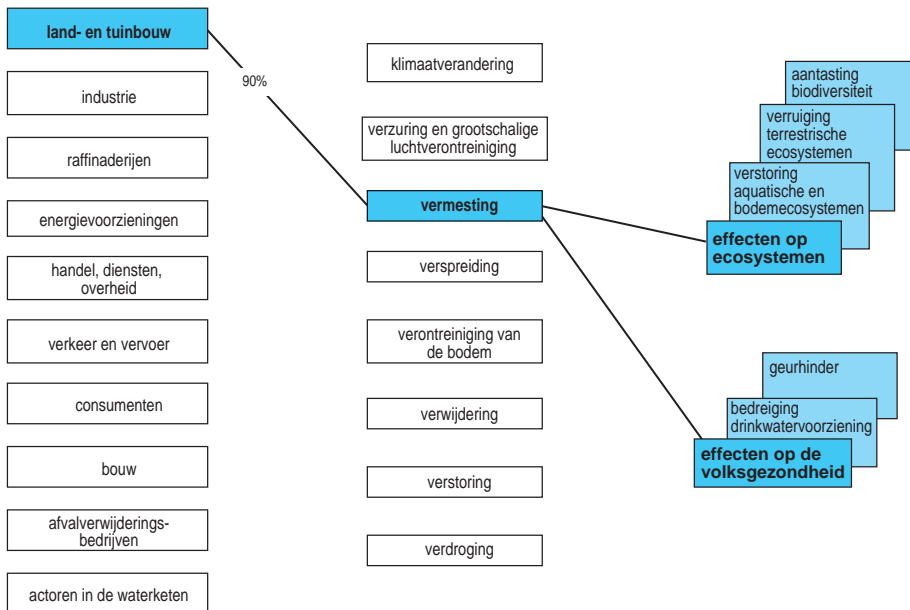
### Onzekerheden

De jaargemiddelde concentratie, bepaald via (STERLAB-gecertificeerde) metingen, kent een onzekerheid van circa 5% voor ozon en NO<sub>2</sub>. De onzekerheid in de trend zal lager zijn doordat systematische afwijkingen van de methode dan geen rol meer spelen. Bij vertaling naar een landelijk beeld is de onzekerheid op een willekeurig oppervlakte van 5x5 km groter dan op de meetlocaties zelf. Met de huidige dichtheid van het meetnet is deze onzekerheid voor ozon ongeveer 20% (nabij steden) en voor NO<sub>2</sub> 30% (stadsomgeving). De via emissies berekende concentraties van fijn stof verklaren de helft, lokaal tot 75%, van de gemeten concentraties. Waarschijnlijk wordt de

emissie van een aantal stofbronnen onderschat. Natuurlijke bronnen van fijn stof zoals opwaaierend stof en zeezout lijken in het ontbrekende deel te domineren. Voor het fijn stof dat uit verzurende componenten ontstaat zijn de metingen en berekeningen wel goed met elkaar in overeenstemming. De meting van concentraties fijn stof kent een systematische onzekerheid van enkele tientallen procenten, samenhangend met onder andere de invloed van vocht en de mate van stofverlies op het filter. Om deze onzekerheid te verkleinen is onderzoek lopende. De onzekerheid in de trend is kleiner, ongeveer 5 tot 10%, omdat de toegepaste meetmethode steeds dezelfde is.

## 4.4 Vermesting

- De nitraatconcentratie in het bovenste grondwater in de zandgebieden van Nederland is, vooral onder landbouwgronden, op de meeste plaatsen hoger dan de EU-norm van 50 mg/l. Deze situatie is in de periode 1992-1998 niet veranderd. Bij volledige realisatie van het aanvullende stikstofbeleid zal het landbouwareaal dat voldoet aan de norm toenemen van thans circa 55% naar 75-85% (na 2008).

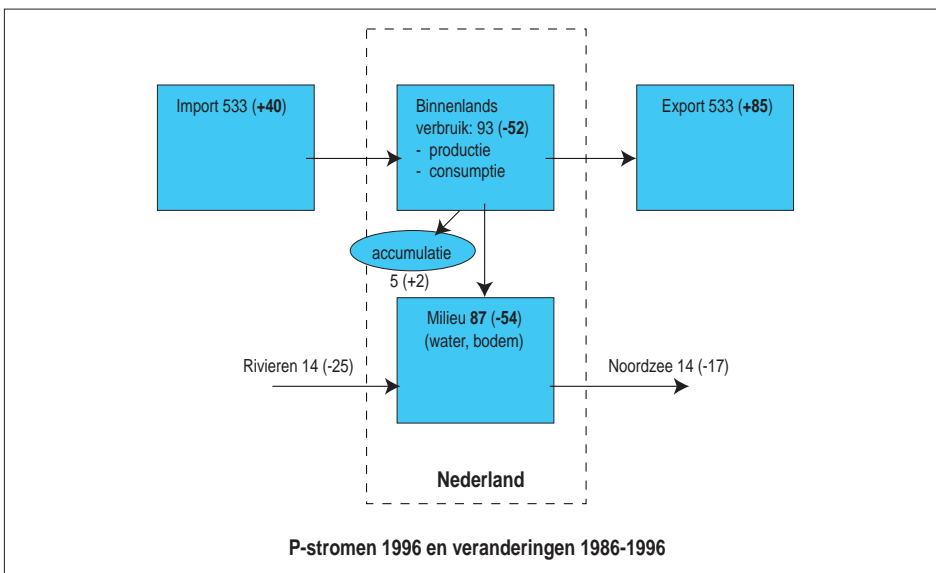


Figuur 4.4.1 De belangrijkste bijdragen (1998) van de verschillende doelgroepen aan het thema Vermesting en effecten op ecosystemen en de volksgezondheid.

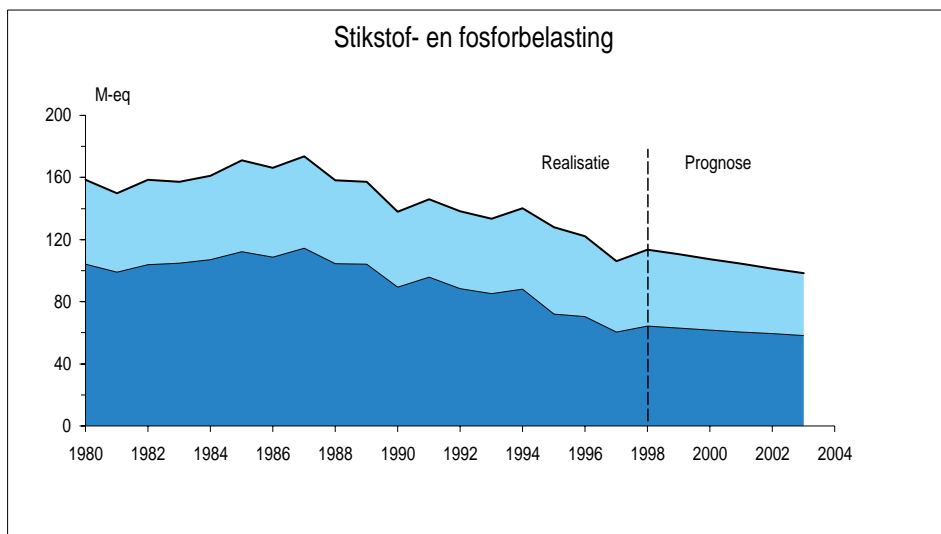
- In de regionale wateren is het laatste decennium een aanzienlijke daling van de stikstofconcentratie opgetreden. In de rijkswateren namen de stikstofconcentraties nog steeds licht af. De stikstofconcentraties liggen in alle wateren nog boven de grenswaarde.
- De concentraties van stikstof en fosfor in de open Noordzee veranderen nauwelijks en liggen dicht bij het achtergrondniveau. De stikstofconcentratie in de kustzone lijkt enigszins afgenomen, maar het vaststellen van een trend is vanwege de grote natuurlijke variatie moeilijk. De fosforconcentratie in de kustzone is sinds midden jaren '80 met 40-70% afgenomen en ligt inmiddels op circa tweemaal het achtergrondniveau.

### Inleiding

Vermesting is het probleem van de ontregeling van ecologische processen en kringlopen in water en bodem door de toevoeging van een overmaat aan voedingsstoffen aan het milieu. De belangrijkste vermestende stoffen zijn fosfor (meestal als fosfaat) en stikstof (als nitraat, stikstofoxide, ammoniak of stikstofgas). Het gevolg is een verandering in de samenstelling van levensgemeenschappen, veelal gekenmerkt door de ongewenste overheersing van één of enkele soorten. Samen met verzuring en verdroging is vermesting de belangrijkste oorzaak van de achteruitgang van de terrestrische en aquatische natuur in Nederland. Ook de functie van het grondwater als grondstof voor drinkwater kan worden bedreigd door een te hoge nitraatconcentratie. Als door denitrificatie in de ondergrond de nitraat wordt omgezet, ontstaan hogere concentraties van sulfaat en bicarbonaat, en een grotere hardheid van het water. De verliezen van fosfor naar het Nederlandse milieu zijn tussen 1986 en 1996 fors gedaald (figuur 4.4.2).



Figuur 4.4.2 Stroomschema van fosfor door economie en milieu in miljoen kg per jaar (1996); tussen haakjes veranderingen ten opzichte van 1986. Het binnenlands verbruik omvat de productie van landbouw en industrie en de consumptie door de bevolking, evenals voorraadmutaties. De aan- en afvoer door rivieren betreft alleen Rijn en Maas (Bron: CBS, bewerking RIVM).



Figuur 4.4.3 Belasting van de Nederlandse bodem en het oppervlaktewater met vermestende stoffen, 1980-2003.

Stikstof  
Fosfor

De totale belasting van het Nederlandse milieu met vermestende stoffen daalt sinds 1987. De fosforbelasting daalde in de periode 1987-1998 met ongeveer 40% (figuur 4.4.3). De daling is vooral te danken aan de inspanningen van de industrie om de directe lozingen te verminderen, aan het niet meer op de markt brengen van fosfaathoudende wasmiddelen, aan de hogere aansluitingsgraad van woningen op het riool en het verbeterde zuiveringsrendement van de rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's). Vergelijkbare ontwikkelingen in het buitenland hebben ook bijgedragen aan de verbeterde kwaliteit van het Nederlandse oppervlaktewater. De verwachting is dat in de periode 1999-2003 de emissie van vermestende stoffen verder zal dalen met circa 1,5% per jaar. Deze verwachting is gebaseerd op het NMP3-beleid, de Wet herstructurering varkenshouderij, de daling van het aantal melkkoeien en de stapsgewijze aanscherping van verliesnormen in samenhang met de invoering van een mineralenaangiftesysteem (MINAS).

#### Belasting oppervlaktewater

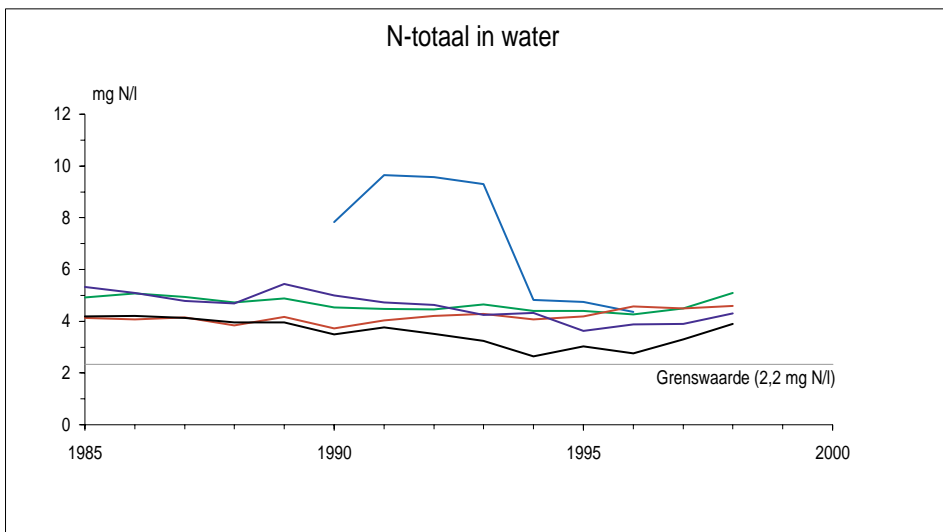
Vermesting van de grote oppervlaktewateren in Nederland, inclusief de kustwateren, wordt voor circa 70% bepaald door de aanvoer via de grensoverschrijdende rivieren. Het wisselende debiet van de grote rivieren zorgt voor een flinke jaarlijkse variatie in belasting. Voor de regionale wateren vormt de landbouw de grootste bron van vermisting: gemiddeld is 65% van de stikstof en 40% van de fosfor afkomstig uit de landbouw. Van de lozingen door RWZI's (die verantwoordelijk zijn voor gemiddeld 20% van de stikstof- en fosforconcentratie) is de helft afkomstig van de consumenten.

## Milieukwaliteit

### Bodem en grondwater

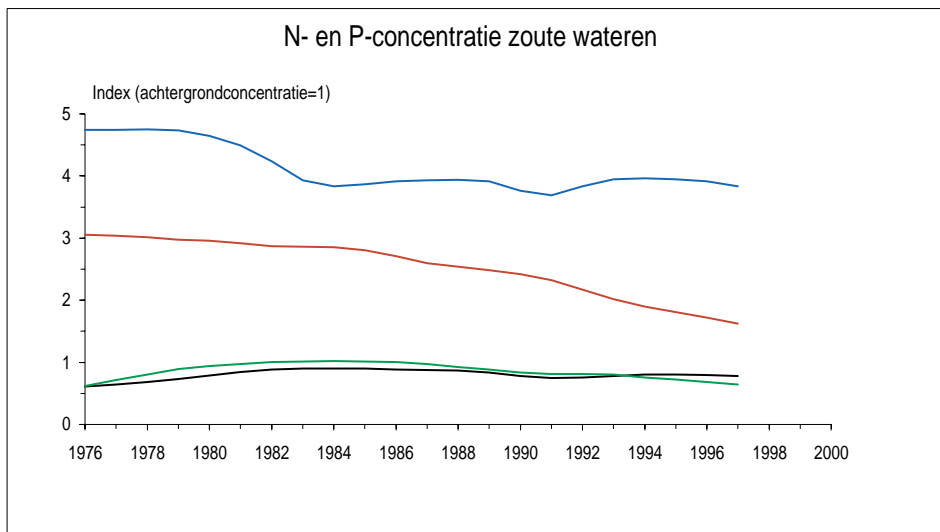
De nitraatconcentratie in het bovenste grondwater in de Nederlandse zandgebieden is op de meeste plaatsen hoger dan de EU-norm (voor grondwater) van 50 mg/l. Voor het diepere grondwater is de situatie gunstiger (*bijlage 2*). Deze norm is vastgesteld op basis van de eisen voor goed drinkwater en op basis van de eisen die de natuur stelt aan de kwaliteit van het oppervlaktewater. Onder ruim 90% van het landbouwareaal op zandgrond is de concentratie hoger dan de norm. Dit is in de periode 1992-1998 nauwelijks verbeterd. Indicatieve metingen in het grondwater onder landbouwbedrijven op kleigrond geven aan dat daar het percentage overschrijdingen lager is. In veengebieden worden bijna geen overschrijdingen aangetroffen. Bij realisatie van het in december '98 voorgestelde aanvullende stikstofbeleid zal het landbouwareaal dat voldoet aan de norm naar verwachting toenemen van thans circa 55% tot circa 75-85% van het totale landbouwareaal na 2008. De norm voor nitraat in drinkwater is in 1997 niet overschreden dankzij het doorvoeren van technische maatregelen bij pompstations.

Ongeveer een kwart van de landbouwgronden bevat zoveel fosfaat dat volgens het bemestingsadvies geen fosfaat meer toegevoegd zou hoeven worden. Vooral in het centrale en het zuidelijk zandgebied komen landbouwgronden voor met veel fosfaat. Desondanks is de toediening van fosfaat op deze gronden (vooral via dierlijke mest) nog steeds hoog en neemt het fosfaatverzadigd gebied nog steeds in omvang toe.



Figuur 4.4.4 Jaargemiddelde totaal-N concentratie, 1985-1998. Rijn en Maas bij grensoverschrijding. Voor het IJsselmeer is het zomergemiddelde weergegeven (Bron: CIW).

— Regionale wateren  
 — Rijkswateren  
 — Maas  
 — Rijn  
 — IJsselmeer



Figuur 4.4.5 Geïndexeerde winterconcentratie opgelost anorganisch stikstof en orthofosfaat, 1976-1997 (Bron: CIW).

— N kustzone  
— P kustzone  
— N open zee  
— P open zee

### Oppervlaktewater

De stikstofconcentraties in het Nederlandse zoete oppervlaktewater zijn vanaf 1985 gedaald, behalve in de Maas (figuur 4.4.4). In de regionale wateren is het laatste decennium zelfs een forse daling te constateren. De concentraties zijn echter in alle wateren nog steeds hoger dan de grenswaarde van 2,2 mg N/l. De geslaagde terugdringing van de fosfaatlozingen heeft ertoe geleid, dat de fosforconcentraties aanzienlijk zijn gedaald. Toch liggen ook voor deze stof de concentraties op de meeste plaatsen nog (vrij ver) boven de grenswaarde.

De concentraties van stikstof en fosfor in open zee veranderen nauwelijks en liggen dicht bij het achtergrondniveau (figuur 4.4.5). De stikstofconcentratie in de kustzone is tussen 1978 en 1983 met circa 20% afgenomen en ligt sindsdien in de buurt van viermaal het achtergrondniveau. De concentratie van fosfor in de kustzone is sinds midden jaren '80 met 40-70% afgenomen en ligt inmiddels op circa tweemaal het achtergrondniveau.

### Onzekerheden

De getallen over de totale emissie vanuit de landbouw naar de bodem bevatten een onzekerheid van circa 10%. De metingen van de nitraatconcentratie in diepe putten van het Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit worden gebruikt voor het berekenen van de overschrijdingspercentages van de EU-norm in ondiep en middeldiep grondwater. Deze kennen een onzekerheidsmarge van iets meer dan 4%. De grootste onzekerheden in het thema Vermesting worden aangetroffen in de

onderwerpen uit- en afspoeling, ammoniak en denitrificatie. Denitrificatie is erg moeilijk te meten en kan daarom vrijwel alleen als sluitpost in een modelbenadering bepaald worden; het is sterk afhankelijk van de ruimtelijke structuur en chemie van de bodem, en die is onvoldoende bekend. Bovendien heeft de meteorologische situatie in een bepaald jaar grote invloed. Uit- en afspoeling is voor 1993 voor het laatst bepaald. De uitvoer uit het hiervoor gebruikte model is onder meer

afhankelijk van de kwaliteit van de modellering van de hydrologie van Nederland. Die vertoont nog een aantal hiaten en niet kwantificeerbare onzekerheden. De in de diverse oppervlaktewateren gemeten nutriëntconcentraties worden gemiddeld over het betreffende water en het jaar (stromende

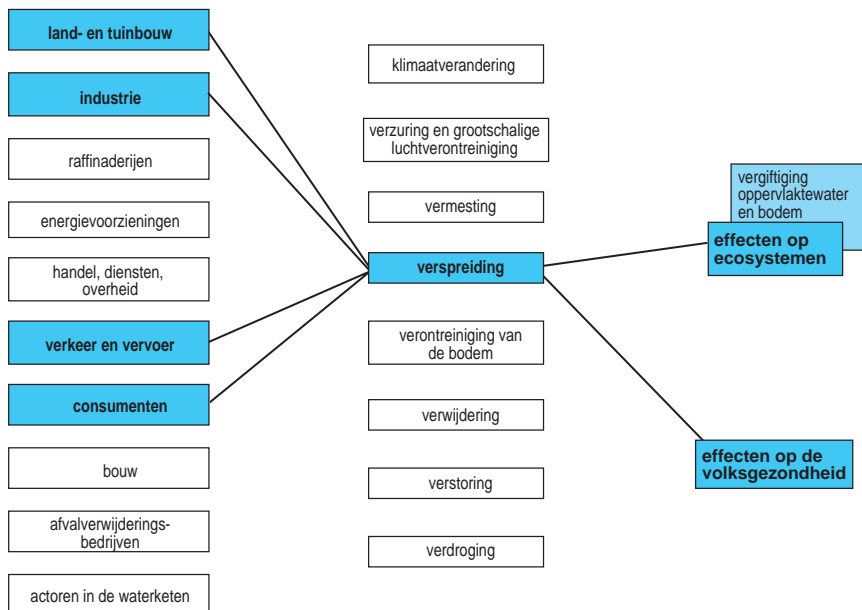
wateren), dan wel de zomer (stagnante wateren). Dit leidt tot een onzekerheid in de gepresenteerde gemiddelden die per jaar verschillend is. De standaarddeviatie ligt echter in het algemeen in de orde van grootte van de meetwaarden.

## 4.5 Verspreiding

- In het begin van de jaren '90 zijn de emissies van zware metalen naar oppervlaktewater en bodem sterk verminderd. Deze afname lijkt sinds 1995 te stagneren, waardoor realisatie van de streefwaarden niet dichterbij komt.
- De emissies van prioritair stoffen naar lucht zijn sterk afgenomen. De streefwaarden lijken voor de meeste stoffen haalbaar.
- Bestrijdingsmiddelenconcentraties overschreden in de periode 1992-1996 in ongeveer 50% van de bemonsterde locaties de norm. In de zoete rijkswateren lijken de overschrijdingen af te nemen, dit in tegenstelling tot de regionale wateren.

### Inleiding

Het thema Verspreiding betreft de verontreiniging van het milieu met (radioactieve) stoffen, straling en genetisch gemodificeerde organismen (GGO's) die een risico kunnen opleveren voor de menselijke gezondheid en/of ecosystemen. Een aantal prioritair



*Figuur 4.5.1 De belangrijkste bijdragen (1998) van de verschillende doelgroepen aan het thema Verspreiding en effecten op ecosystemen en de volksgezondheid. De bijdragen van de doelgroepen zijn niet te kwantificeren.*

stoffen wordt elders in deze Milieubalans behandeld:  $\text{NO}_x$ , ammoniak, fijn stof, ozon en  $\text{SO}_2$  in paragraaf 4.3, en fosfaat en nitraat in paragraaf 4.4. Ook wordt verwezen naar paragraaf 4.6 'Verontreiniging van de bodem'.

Om de nadelige effecten van milieuverontreinigende stoffen op volksgezondheid en ecosystemen te reduceren voert de overheid beleid langs twee lijnen. De ene lijn is gericht op het verminderen van risico's voor mens en natuur door het formuleren van normen voor de milieukwaliteit, waaronder de streefwaarden voor 2010. De andere lijn is het brongerichte beleid. Hierbij is het belangrijkste doel het realiseren van een zodanige emissiereductie, dat op termijn een duurzame situatie ontstaat waarin de streefwaarde voor de kwaliteit is gerealiseerd en gehandhaafd kan blijven. Als tussendoelstelling geldt dat zo mogelijk voor 2000 het maximaal toelaatbaar risiconiveau (MTR) wordt bereikt. Ter realisatie van deze doelstellingen zijn in een aantal gevallen vrijwillige afspraken gemaakt met het bedrijfsleven.

### 4.5.1 Prioritaire stoffen

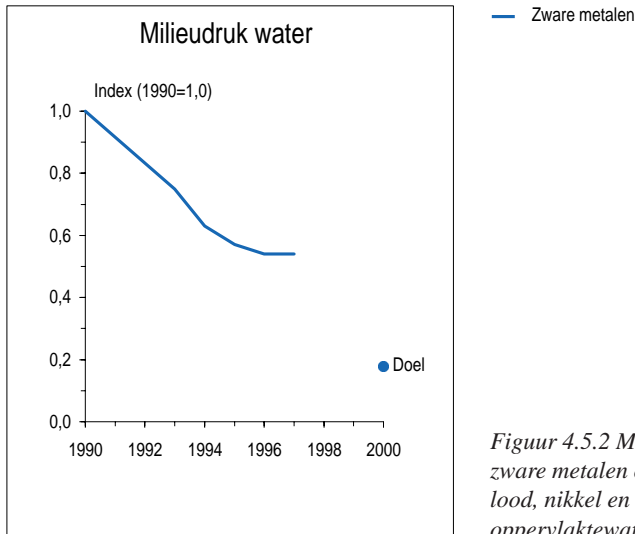
Onderstaand worden voor water, bodem en lucht geaggregeerde indicatoren voor de milieudruk gepresenteerd, toegespitst op die prioritaire stoffen die van belang zijn voor het verspreidingsbeleid. Ze geven aan in welke mate de emissies van de verschillende stoffen de beleidsdoelstellingen overschrijden. Deze doelstellingen zijn opgenomen in de beleidsnotitie Emissiereductiedoelstellingen prioritaire stoffen die nog dit jaar door het ministerie van VROM zal worden gepresenteerd.

Voor de emissies is berekend in welke mate deze moeten worden gereduceerd om in 2010 het streefwaardenniveau voor de milieukwaliteit te bereiken. In veel gevallen is de streefwaarde gelijk aan het verwaarloosbaar risiconiveau voor mens en natuur. Wanneer de achtergrondconcentratie van een stof hoger ligt dan dit niveau, wordt de achtergrondconcentratie als streefwaarde genomen. De hieruit afgeleide emissieniveaus worden als doelstelling voor 2010 gebruikt, tenzij al andere doelstellingen met het bedrijfsleven zijn overeengekomen. Basis voor de drukindicatoren zijn de emissies van doelgroepen naar oppervlaktewater, bodem, grondwater en lucht. De milieudrukindicator wordt uitgedrukt als de *distance to target*, de afstand tussen de feitelijke emissies en de doelstellingen die voor 2010 zijn bepaald.

#### *Oppervlaktewater*

In de periode tot 1997 zijn de emissies van de belangrijkste zware metalen naar het Nederlandse oppervlaktewater aanzienlijk gedaald (zie ook *bijlage 1*). De gesommeerde milieudruk is daardoor sterk afgenomen (*figuur 4.5.2*). In 1998 droegen koper en nikkel voor 75% bij aan de totale milieudruk door zware metalen op water.

Uit meetgegevens blijkt dat de kwaliteitsverbetering van het oppervlaktewater van vóór 1990 het afgelopen decennium is gestagneerd. De afnemende cadmium- en nikkelemis-sies hebben niet geleid tot een aantoonbaar verbeterde milieukwaliteit van de regionale



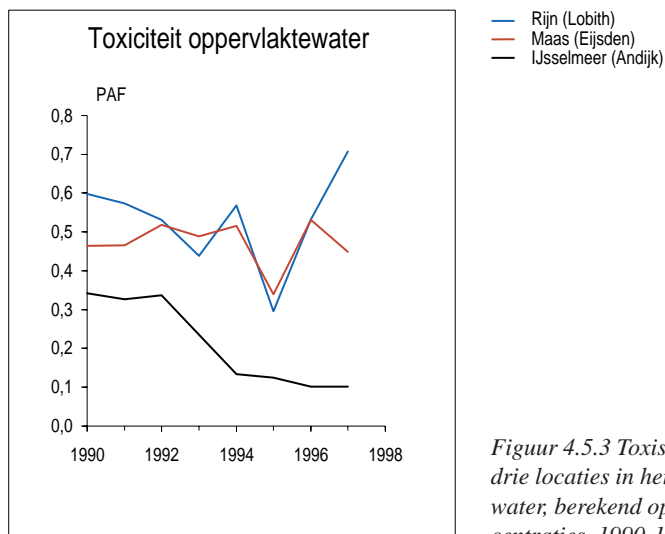
Figuur 4.5.2 Milieudruk door emissies van de zware metalen cadmium, chroom, koper, kwik, lood, nikkel en zink naar het Nederlandse oppervlaktewater, 1990-1997.

wateren. Evenmin daalden de gehalten zware metalen in de rijkswateren (bijlage 2). Te verwachten is dat door de afnemende emissies naar het oppervlaktewater de waterkwaliteit steeds meer zal worden beïnvloed door diffuse verontreinigingen, onder andere als gevolg van nalevering uit het sediment.

Over andere prioritaire stoffen is aanzienlijk minder bekend. Wel is bekend dat concentraties PAK en (gehalogeneerde) koolwaterstoffen in het water regelmatig de norm overschrijden. Met name de overschrijding van de streefwaarden voor benz(a)pyreen en fluorantheen is aanzienlijk en komt overeen met die van de zware metalen chroom, koper en zink.

Als indicatie van het mogelijke effect van emissies op het ecosysteem, is voor de Maas en de Rijn (daar waar die ons land binnenkomen) en voor het IJsselmeer de toxische druk berekend die wordt veroorzaakt door de aanwezige stoffen. Gebruik is gemaakt van meetgegevens van de 140 belangrijkste giftige stoffen die in het water worden aangetroffen. De toxische druk bleek in de periode 1990-1997 in de Maas (Eijsden) en de Rijn (Lobith) sterk te fluctueren (figuur 4.5.3), zonder dat een dalende tendens zichtbaar was. Al vóór 1990 is daar een kwaliteitsverbetering gerealiseerd. Nederlandse emissies hebben relatief weinig invloed op de toxische druk in deze wateren. Voor het IJsselmeer (Andijk) nam de berekende (al lagere) toxische druk wel af, vooral door dalende concentraties van de PAK's chryseen en benzo(ghi)peryleen, en van koper en zink.

In de kustzone en de westelijke Waddenzee is de cadmiumconcentratie de afgelopen twintig jaar afgenomen en ligt nu beneden de streefwaarde. In zwevend stof zijn de gehalten de laatste jaren circa 40% lager dan in het begin van de jaren '90, waarmee in vrijwel alle zoute wateren wordt voldaan aan de streefwaarde. Alleen in de Westerschelde en plaatselijk langs de kust wordt de streefwaarde nog overschreden.



Figuur 4.5.3 Toxische druk van 140 stoffen op drie locaties in het Nederlandse oppervlaktewater, berekend op basis van gemeten stofconcentraties, 1990-1997.

Het PCB-gehalte in sediment van open zee en kustzone is in de periode 1986-1996 sterk afgenomen. Het afgelopen decennium is het gehalte aan PCB in zwevend stof in de Westerschelde, Waddenzee en Eems-Dollard met ongeveer 40% afgenomen.

Tribuyltin is een van de grootste probleemstoffen in het zoute oppervlaktewater. De stof is sinds 1990 verboden voor gebruik op schepen kleiner dan 25 meter. Sindsdien is de concentratie van tribuyltin in jachthavens langs de Nederlandse kust afgenomen, maar de kwaliteitsnorm wordt nog steeds overschreden.

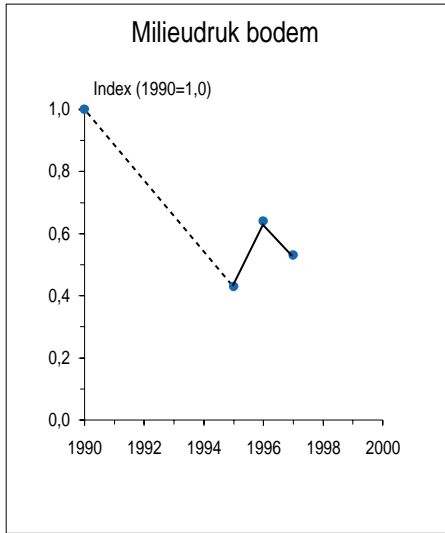
### Bodem

De milieudruk door emissies van zware metalen naar de bodem door de landbouw daalt sinds 1990 (figuur 4.5.4). Dit wordt onder andere veroorzaakt door de afname van de emissie van cadmium en lood. Voor zink is de emissie daarentegen toegenomen. Over de emissies van zware metalen naar de bodem door andere bronnen is weinig bekend.

De afgelopen jaren is in het kader van het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit het zware metaalgehalte van de Nederlandse bodem gemeten. Uit de resultaten blijkt dat de grootste overschrijdingen van de streefwaarden optreden bij lood, koper, zink en cadmium. Gezien de persistentie van de zware metalen in de bodem, kan niet worden verwacht dat landelijk in 2010 het niveau van de streefwaarde zal worden bereikt.

### Grondwater

Uit het Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit blijkt dat zware metalen vooral in het grondwater onder de zandgronden de streefwaarden overschrijden (bijlage 2). De overschrijdingen voor cadmium, zink en nikkel zijn in veel gevallen een indirect gevolg van de belasting van de grond met mest. Bij de uitspoeling naar het grondwater speelt verzuuring een belangrijke rol. Cadmium en zink zijn bovendien in de grond aanwezig door



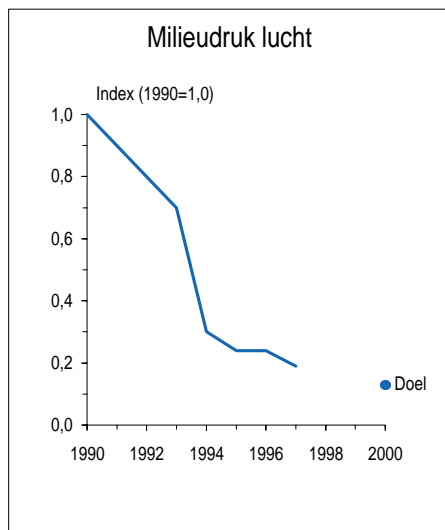
● Zware metalen (landbouw)

Figuur 4.5.4 Milieudruk door emissies van zware metalen door de landbouw naar de bodem, 1990-1997.

historische atmosferische depositie (afkomstig van industriële emissies). De belasting van de grond met koper en lood is ook aanzienlijk geweest. Aangezien deze metalen zich daarnaast ook sterker hechten aan bodemdeeltjes, is de uitspoeling ervan naar het grondwater gering.

### Lucht

De emissies van de prioritaire stoffen naar de lucht zijn in de periode 1990-1995 sterk gedaald (figuur 4.5.5). Dit is vooral toe te schrijven aan de sterk gedaalde emissie van kwik en in mindere mate van chroom. Sinds 1990 is de milieudruk ook afgenomen door



— Prioritaire stoffen (exclusief NO<sub>x</sub> en CO)

Figuur 4.5.5 Milieudruk door emissies van een aantal prioritaire stoffen naar de lucht, 1990-1997.

verminderde emissies van onder andere cadmium, tetrachloormethaan, vinylchloride, lood en fenolen. Trichloormethaan, kwik, fluoriden en acroleïne leveren een relatief grote bijdrage aan de totale milieudruk door prioritair stoffen naar lucht. De gemeten concentraties van veel prioritair stoffen dalen echter veel minder (*bijlage 2*).

## 4.5.2 Bestrijdingsmiddelen in water

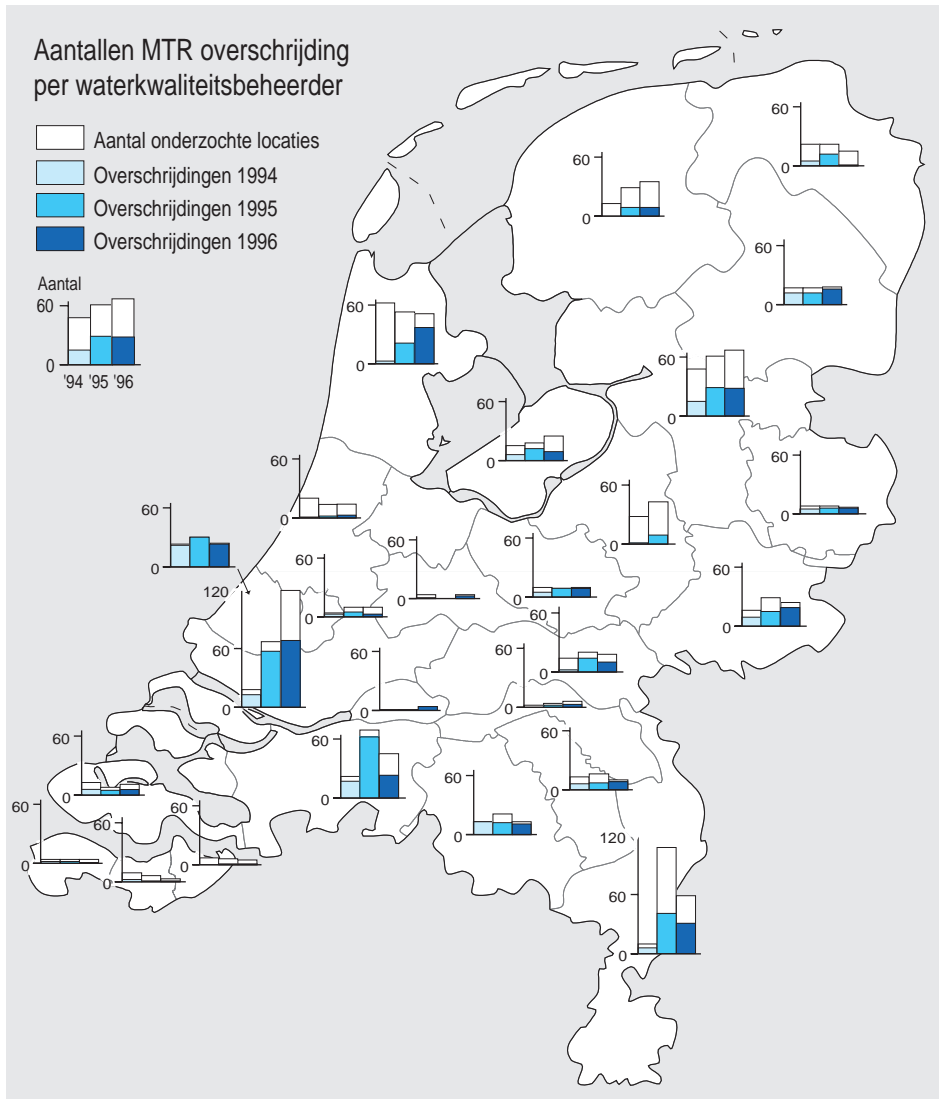
Wanneer bestrijdingsmiddelen worden gebruikt komt een deel in het water terecht. Vanuit de land- en tuinbouw zijn de belangrijkste routes het verwaaien van druppeltjes naar oppervlaktewater (drift), de afspoeling vanaf verhardingen en landbouwpercelen, en de uitspoeling via het ondiepe grondwater. Bestrijdingsmiddelen afkomstig van huishoudens komen voornamelijk via rioolwaterzuiveringsinstallaties in het milieu terecht. Omdat de stoffen nadelige effecten kunnen hebben op waterorganismen zijn MTR's vastgelegd. Waterbeheerders doen metingen om te zien of bestrijdingsmiddelen deze risicogrenzen overschrijden. Een probleem is dat het praktisch gezien niet mogelijk is om alle ruim tweehonderd stoffen te meten. Bovendien zijn de stoffen soms niet aan te tonen omdat ze in zeer lage concentraties aanwezig zijn, maar al wel een giftig effect kunnen hebben.

Bestrijdingsmiddelen belasten nog steeds op grote schaal het Nederlandse oppervlaktewater (*figuur 4.5.6*). Uit een recente inventarisatie is gebleken dat op ongeveer de helft van alle onderzochte locaties in de regionale wateren één of meer stoffen het MTR overschrijdt (*tabel 4.5.1*). Hierin is in de periode 1992-1996 geen verbetering opgetreden. In de grote rijkswateren ligt het percentage overschrijdingen lager. Bovendien lijkt in deze wateren het aantal overschrijdingen af te nemen. Het trekken van een conclusie over de ontwikkeling van de bestrijdingsmiddelenconcentraties wordt bemoeilijkt door verschillen tussen de meetstrategieën van regionale waterbeheerders en die van Rijkswaterstaat. Op veel plaatsen overschrijden verschillende bestrijdingsmiddelen tegelijkertijd het MTR. In de regionale wateren lijken overschrijdingen door meer stoffen tegelijk minder vaak voor te komen.

Water uit de grote rivieren wordt op grote schaal gebruikt als bron voor drinkwater (zie *paragraaf 3.10*). Dit oppervlaktewater moet daarom voldoen aan de norm van 0,1 µg bestrijdingsmiddel per liter. Aan de grenslocaties Lobith en Eijsden wordt deze norm jaarlijks enkele malen overschreden. Meestal gaat het daarbij om onkruidbestrijdings-

*Tabel 4.5.1 Percentage van de meetlocaties waar het MTR tenminste door één bestrijdingsmiddel werd overschreden, 1992-1996 (tussen haakjes het aantal onderzochte locaties) (Bron: CIW).*

Categorie water	1992	1993	1994	1995	1996
	%				
Regionale wateren	49 (530)	47 (505)	38 (427)	56 (697)	55 (630)
Zoete rijkswateren	47 (17)	15 (20)	18 (50)	4 (26)	6 (34)
Zoute rijkswateren	11 (18)	5 (21)	20 (5)	13 (8)	-



Figuur 4.5.6 Aantallen gemeten overschrijdingen van het MTR door bestrijdingsmiddelen in het Nederlandse oppervlaktewater, weergegeven per waterkwaliteitsbeheerder, 1994-1996 (Bron: CIW).

middelen zoals atrazin dat in de maïsteelt wordt gebruikt, en diuron dat vooral in het openbaar groen wordt ingezet. Bij een sterke overschrijding wordt in de meeste gevallen de inname van water stopgezet. Soms wordt overgeschakeld op grondwater als bron voor de drinkwaterbereiding.

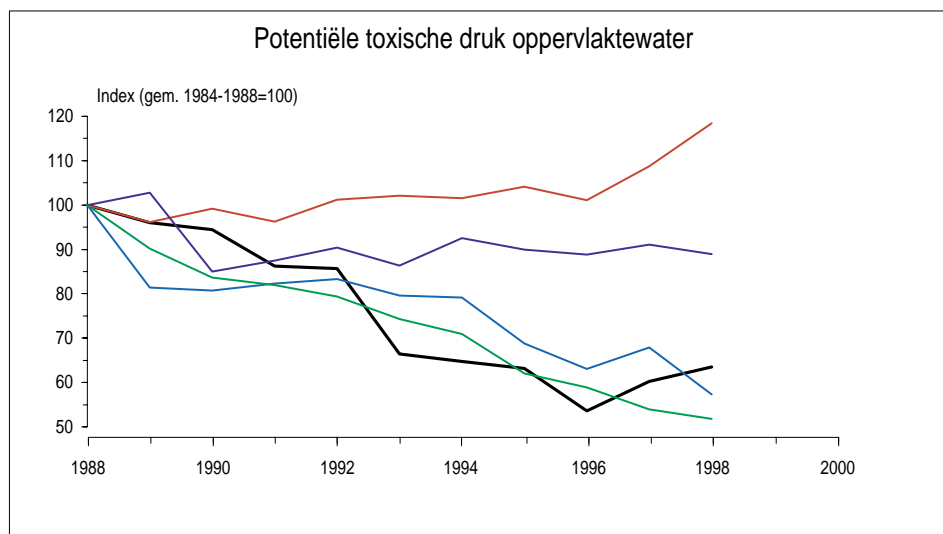
Het beeld van de overschrijding van de drinkwaternorm in de regionale wateren is vergelijkbaar met dat van de MTR-overschrijdingen; de rijkswateren blijken minder vaak aan de strengere drinkwaternorm dan aan de MTR-eis te voldoen (tabel 4.5.2).

Tabel 4.5.2 Percentage van de meetlocaties waarop de drinkwaternorm (0,1 µg/l) tenminste door één bestrijdingsmiddel wordt overschreden, 1992-1996 (tussen haakjes het aantal onderzochte locaties) (Bron: CIW).

Categorie water	1992	1993	1994	1995	1996
%					
Regionale wateren	48 (517)	44 (490)	38 (422)	54 (662)	55 (594)
Grenslocaties	100 (4)	100 (4)	100 (4)	100 (4)	100 (4)
Zoete rijkswateren	65 (17)	40 (20)	52 (50)	23 (26)	41 (34)

Enkele stoffen vormen, gezien hun grote verspreiding en hoge concentraties in het oppervlaktewater, landelijk een probleem. De insecticiden parathion-ethyl en dichloorvos, het herbicide diuron en het fungicide trifenyltin zijn aangemerkt als probleemstof. Dichloorvos en diuron mogen momenteel niet meer worden gebruikt.

Sinds de referentieperiode van het Meerjarenplan Gewasbeschermingsmiddelen (1984-1988) nam het gebruik van bestrijdingsmiddelen in de landbouw tot 1996 af met circa 45%. Tussen 1996 en 1998 is het gebruik weer met ongeveer 10% gestegen. Dit wordt voor het grootste deel veroorzaakt door een toename in het gebruik van fungiciden in de aardappelteelt. Hierdoor is ook de drift met circa 20% toegenomen. De potentiële toxische druk ten gevolge van een enkele toepassing op waterorganismen in aangrenzende sloten is desondanks niet toegenomen (figuur 4.5.7). Enerzijds komt dit doordat de meeste fungiciden niet essentieel bijdragen aan de potentiële toxische druk op zowel algen, kreeftachtigen als vissen. Anderzijds is sprake van verschuiving in de samenstel-



Figuur 4.5.7 Potentiële toxische druk op drie groepen aquatische organismen, veroorzaakt door bestrijdingsmiddelen die via druppeldrift in het oppervlaktewater (kavelsloten) terechtkomen, 1988-1998.

- Totaal gebruik bestrijdingsmiddelen
- Gebruik driftveroorzakende stoffen
- Potentiële druk op vissen
- Potentiële druk op algen
- Potentiële druk op kreeftachtigen

ling van het bestrijdingsmiddelenpakket. De toxische druk op algen en kreeftachtigen blijft nog steeds dalen. De potentiële druk op vissen ligt de laatste jaren op een constant niveau, een factor 5 à 8 lager dan die voor algen en kreeftachtigen.

### 4.5.3 Radioactieve stoffen

Tot de Tweede Wereldoorlog heeft het stralenbeschermingsbeleid zich uitsluitend gericht op het beheersen van de risico's voor de radiologische werker. Door de atoombomproeven en de opkomst van de kernenergie is duidelijk geworden dat ook maatregelen nodig zijn om milieu en bevolking tegen kunstmatige bronnen van ioniserende straling te beschermen. Het beleid op dit gebied wordt gekenmerkt door een voortdurende verscherping van de dosislimieten, het afwijzen van kernenergie als optie voor energieproductie en een groeiende aandacht voor reguleerbare bronnen van achtergrondstraling (die het grootste deel van de dagelijks ontvangen dosis uitmaken).

In de EU-richtlijn van 1996 zijn de vigerende dosislimieten wederom verlaagd. In samenhang hiermee zijn ook de activiteitsniveaus verlaagd waarboven regulering vereist is. Deze richtlijn moet in 2000 in de Nederlandse wetgeving zijn verankerd. Nieuw zijn artikelen die aansporen tot inventarisatie en beheersing van blootstelling aan verhoogde natuurlijke radioactiviteit. Ze onderschrijven de zorg van de Nederlandse overheid voor bijvoorbeeld lozingen van de procesindustrie en voor rest- en afvalstoffen zoals fosforzuurgips en schroot.

In de afgelopen jaren is een kernenergievergunning verleend aan industrieën die op grote schaal grondstoffen met natuurlijke radionucliden verwerken. Uitgaande van de EU-richtlijn zullen criteria worden vastgesteld voor een meer uniforme beoordeling van de emissies en voor screening van andere bedrijven. Dit zal naar verwachting voor een beperkt aantal grote industrieën in Nederland leiden tot extra regelgeving. Ook de regulering van gipslozingen van de fosfaatertsverwerkende industrie naar oppervlaktewater is al jaren onderwerp van discussie. De lozingen veroorzaken verhogingen van het radiumgehalte in waterbodems en baggerspecie. Gebruik van de specie voor ophogen van bouwlocaties kan leiden tot toegevoegde doses die de wettelijke limiet (0,1 mSv per jaar) overschrijden. Opgelegde vergunningvoorschriften hebben de betreffende bedrijven doen overwegen de activiteiten in Nederland te staken. Eén bedrijf heeft hiertoe reeds besloten. Welke consequenties implementatie van de nieuwe EU-normen zal hebben voor de volume-ontwikkeling van het zeer laag radioactief afval en het afval met verhoogde natuurlijke radioactiviteit is nog onduidelijk.

Strengere normen en hergebruik staan vaak met elkaar op gespannen voet. Zo is het gebruik in de woningbouw van fosforzuurgips, vliegas van kolencentrales en andere reststoffen vanwege een verhoogd gehalte aan natuurlijke radionucliden niet onomstreden. Ook schroothandelaren en staalbedrijven gaan steeds vaker over tot systematische controle van aangeleverd schroot op radioactiviteit, wat bij herhaling weigering van partijen schroot tot gevolg heeft. Vooral de aanslag van natuurlijke radioactieve stoffen

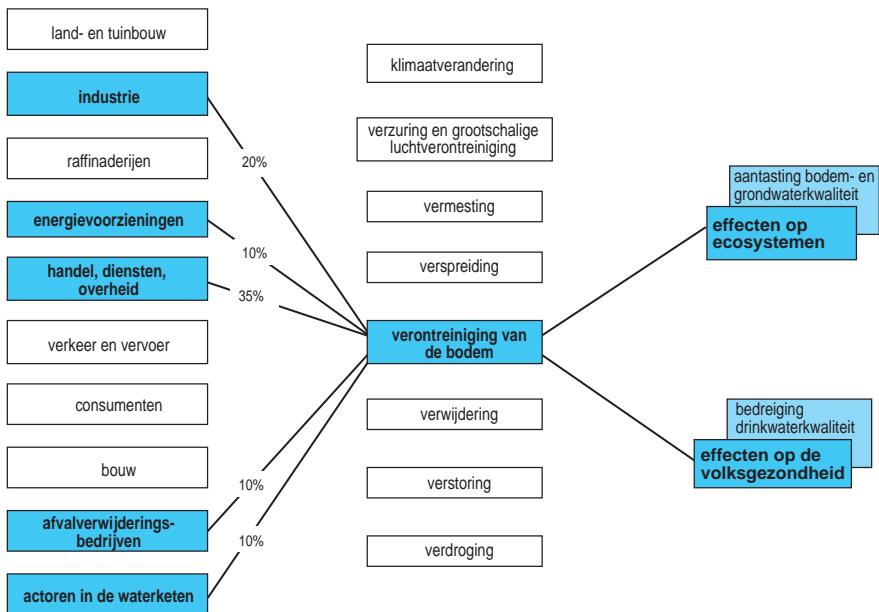
in bijvoorbeeld afsluiters en pijpleidingen afkomstig van procesindustrieën is oorzaak van de vastgestelde verhogingen. Ook verlies of ongecontroleerde afvoer van radioactieve bronnen hebben geleid tot verscherpte aandacht. Recente voorbeelden van dergelijke incidenten zijn het omsmelten van een geïmporteerde cesiumbron door een staalbedrijf in Spanje (1998) en de ongecontroleerde afvoer van 114 kg verarmd uranium door een academisch ziekenhuis in Nederland (1998). Incidentele overschrijdingen van oppervlaktebesmettingen van containers voor transport van hoog radioactief afval, waren in eerste instantie aanleiding om deze transporten te verbieden en vervolgens opnieuw toe te staan door ook hier in aanvullende controles te voorzien.

## 4.6 Verontreiniging van de bodem

- Het aandeel van de overheid in de kosten van bodemsanering neemt sinds 1985 sterk af. Saneringen in eigen beheer nemen vooral sinds 1995 sterk toe.
- Voor het bodemsaneringsbeleid is onlangs overeenstemming bereikt over implementatie van een monitoringssysteem. Voor het bodembeschermingsbeleid is het monitoringssysteem minder ver ontwikkeld.

### Inleiding

Het thema Verontreiniging van de bodem wordt conform NMP3 afzonderlijk behandeld. Het heeft betrekking op verontreinigde land- en waterbodem waarin de aanwezig-



Figuur 4.6.1 De belangrijkste bijdragen (1998) van de verschillende doelgroepen aan het thema Verontreiniging van de bodem en effecten op ecosystemen en de volksgezondheid.

heid van milieuvreemde stoffen een bedreiging kan vormen voor mensen of ecosystemen. Diffuse verontreiniging van de bodem wordt in paragraaf 4.5 behandeld.

### *Bodembescherming*

Het bodembeschermingsbeleid is in de afgelopen tien jaar tot ontwikkeling gekomen. Er zijn onder meer Algemene maatregelen van Bestuur (AMvB's) opgesteld in het kader van de Wet bodembescherming en de Wet milieubeheer, en de Nederlandse Richtlijn Bodembescherming voor bedrijfsmatige activiteiten is uitgewerkt. In de periode 1985-1998 hebben bedrijven circa 2 miljard gulden uitgegeven aan bodembescherming. In 1998 was dit circa 300 miljoen gulden. De uitgaven door de overheid zijn niet bekend.

Over (de voortgang van) de implementatie van het bodembeschermingsbeleid kan niet in de vorm van indicatoren worden gerapporteerd, omdat een monitoringssysteem ontbreekt.

### *Actief bodembeheer*

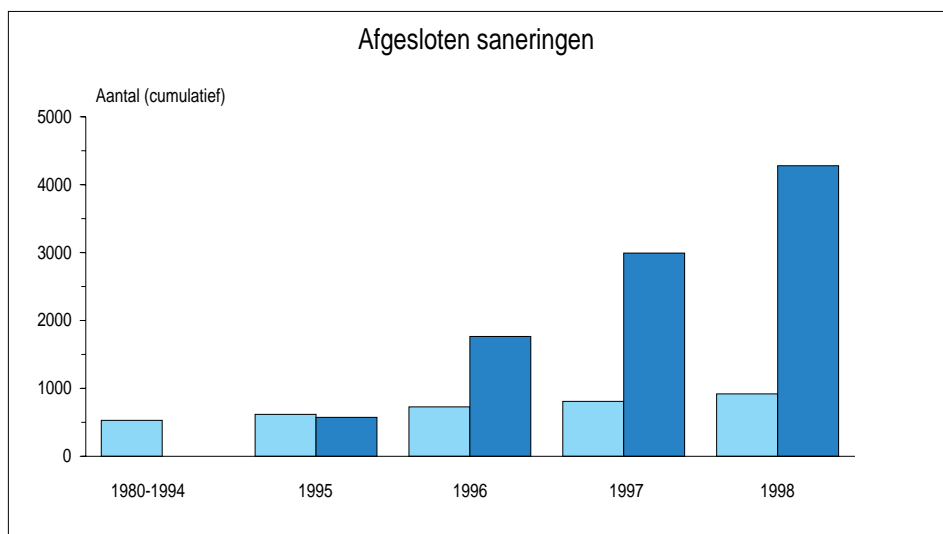
Als onderdeel van de NMP-doelstelling Actief bodembeheer moet de omvang van de bodemverontreiniging vóór 2005 landsdekkend in kaart zijn gebracht. Actief bodembeheer is gericht op een maatschappelijk verantwoorde wijze realiseren van duurzaam bodemgebruik dan wel een integratie van bodem- en milieukwaliteit in ruimtelijke belangen. Voor realisatie van deze doelstelling is in het kader van de Beleidsvernieuwing bodemsanering (BEVER) thans een coördinatiestructuur opgezet. BEVER heeft betrekking op bodemsanering in zowel stedelijk als landelijk gebied.

De totale omvang van de bodemverontreiniging in Nederland is nog niet in kaart gebracht. Zowel het totaal aantal verdachte locaties als het totaal aantal ernstig verontreinigde locaties zijn onbekend. Volgens schattingen zijn er momenteel 175.000 ernstig verontreinigde locaties (ontstaan vóór 1987). Voor 60.000 locaties is sanering urgent. Een gedeelte is reeds in het kader van de Interimwet bodemsanering/Wet bodembescherming (IBS/WBB) onderzocht en zonodig gesaneerd (zie onderstaand). In 2022 dienen op alle urgent te saneren locaties maatregelen te zijn genomen.

### *Landbodemsanering*

Sinds 1980 heeft het bevoegde gezag (de provincies en de vier grote steden) in het kader van IBS/WBB circa 3000 ernstig verontreinigde locaties nader onderzocht en circa 850 locaties gesaneerd (SAB). Het totaal gesaneerde oppervlak is niet geregistreerd. In 1995 en 1996 kwam bij saneringen in SAB-kader circa 350.000 m<sup>3</sup> vrij. Hiervan is 35% gereinigd en 40% gestort, 10% was zonder reiniging herbruikbaar en de rest is tijdelijk opgeslagen.

Het aantal saneringen in eigen beheer (SEB) neemt sinds 1995 sterk toe. In 1998 was dit vijfmaal zoveel als het aantal uitgevoerde SAB-saneringen (*figuur 4.6.2*). Saneringen in eigen beheer worden voor een groot deel in het kader van verschillende convenanten uitgevoerd, zoals Bodemsanering Bedrijfsterreinen, Bodemsanering NS-percelen en Werkprogramma milieumaatregelen bij tankstations. Een van de grootste programma's



Figuur 4.6.2 In IBS/WBB-kader uitgevoerde afgesloten saneringen door het bevoegde gezag (SAB, 1980-1998) en in eigen beheer (SEB, 1995-1998). Tot 1995 is het aantal SEB niet separaat geregistreerd (Bron: provincies en 4 grote steden).

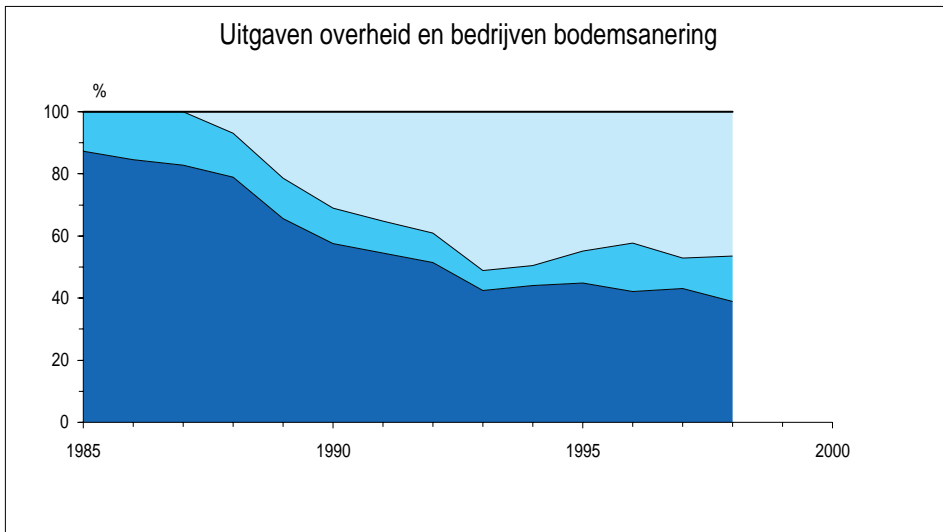
■ Saneringen door bevoegde gezagen (SAB)  
■ Saneringen in eigen beheer (SEB)

is het Meerjarenplan Bodemsanering Staatseigendommen waarin tot zover 630 locaties zijn gesaneerd, hoofdzakelijk defensie-terreinen.

De totale kosten aan landbodemsanering (onderzoek, sanering en nazorg) bedragen momenteel circa 1,2 miljard gulden per jaar (figuur 4.6.3). Het Rijk heeft in 1998 in het kader van IBS/WBB 436 miljoen gulden besteed aan saneringen, ruim 100 miljoen meer dan in 1997. Daarnaast heeft het Rijk via subsidie- en bijdrageregelingen bijgedragen aan de sanering van VINEX-locaties en NS-percelen.

De jaarlijkse bijdrage van bedrijven en particulieren aan bodemsanering (SEB) is in de periode 1988-1998 van praktisch nul toegenomen tot circa 400 miljoen gulden per jaar. Hierdoor is de relatieve bijdrage van de overheid aan de kosten van bodemsanering gedaald van 100% in 1985 tot 50-60% in de laatste jaren. Het streven is de totale uitgaven aan landbodemsanering te laten toenemen tot circa 2 miljard gulden per jaar. Dit moet leiden tot een versnelling van de bodemsanering dan wel tot de beheersing van de bodemverontreinigingsproblematiek in 25 jaar (NMP3-doelstelling).

Voor de implementatie van de nieuwe BEVER-aanpak is in NMP3 1,5 miljard gulden extra uitgetrokken. Ten behoeve van de monitoring van realisatie van de NMP3-doelstellingen zijn in BEVER-kader met de betrokken overheden afspraken gemaakt over een set (nieuwe) indicatoren voor de monitoring van het bodemsaneringsbeleid. De fei-



Figuur 4.6.3 Verdeling uitgaven landbodemsanering, 1985-1998 (Bron: VROM en CBS).

■ Saneringen in eigen beheer (SEB)  
■ Overige overheidsbijdragen  
■ Rijksbijdrage IBS/WBB

telijke monitoring zal vanaf het jaar 2000 starten. Op initiatief van het Europees Milieu Agentschap start in 1999 de monitoring van de omvang van de bodemverontreiniging en de voortgang van de bodemsanering in EU-landen.

#### Waterbodemsanering

In de afgelopen tien jaar zijn nog weinig waterbodemsaneringen uitgevoerd. Wel is veel inspanning en geld besteed aan de aanleg van baggerspeciedepots. Er is geen jaarlijks totaaloverzicht over de verwijdering van verontreinigde onderhouds- en saneringsspecie noch over de voortgang van de waterbodemsanering. Voor het binnenkort te verschijnen plan van aanpak Tienjarencenario waterbodems 1999-2010 zijn wel de omvang van onderhouds- en saneringsspecie voor de middellange termijn in kaart gebracht. Dit plan zal onder meer ingaan op de programmering van waterbodempromerprojecten op regionaal en landelijk niveau.

Voor de periode 1999-2010 wordt het aanbod van baggerspecie van rijks- en regionale wateren geraamd op circa 600 miljoen *in situ* m<sup>3</sup> (exclusief gemeentelijke wateren). Hiervan moet naar schatting 230 miljoen m<sup>3</sup> worden opgeslagen in depot of worden verwerkt. Dit betreft grotendeels (circa 65%) saneringsspecie uit rijkswateren. De huidige depotcapaciteit is circa 100 miljoen m<sup>3</sup>. De beschikbare depotcapaciteit zal in de komende vijf jaar toenemen tot circa 190 miljoen m<sup>3</sup>. Of deze depotcapaciteit toereikend zal zijn, is onder meer afhankelijk van de regionale behoefte aan depotcapaciteit en van de mogelijkheden voor toepassing en verwerking van verontreinigde specie. Door de afnemende kosten van verwerking en de toenemende toepassing als bouwstof zal waarschijnlijk minder verontreinigde specie in depots gebracht hoeven te worden. De uitgaven van Rijkswaterstaat en regionale waterbeheerders voor sanering van verontreinigde waterbodems zijn in de periode 1991-1998 duidelijk toegenomen (tabel 4.6.1).

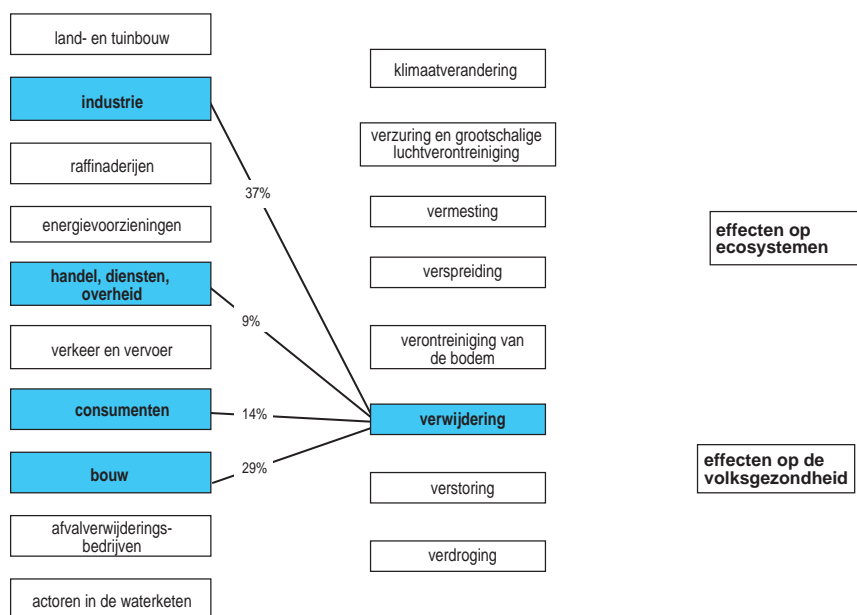
Tabel 4.6.1 Uitgaven waterbodemsanering (inclusief de inrichtingskosten van bergingslocaties), 1991-1998 (Bron: V&W en UvW).

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
miljoen gulden								
Rijkswateren	33,6	18,6	28,4	50,6	25,7	100,7	96,0	27,6
Regionale wateren	11,9	35,6	59,4	86,6	86,6	86,6	86,6	86,6
TOTAAL	45,5	54,2	87,8	137,2	112,2	187,2	182,6	114,1

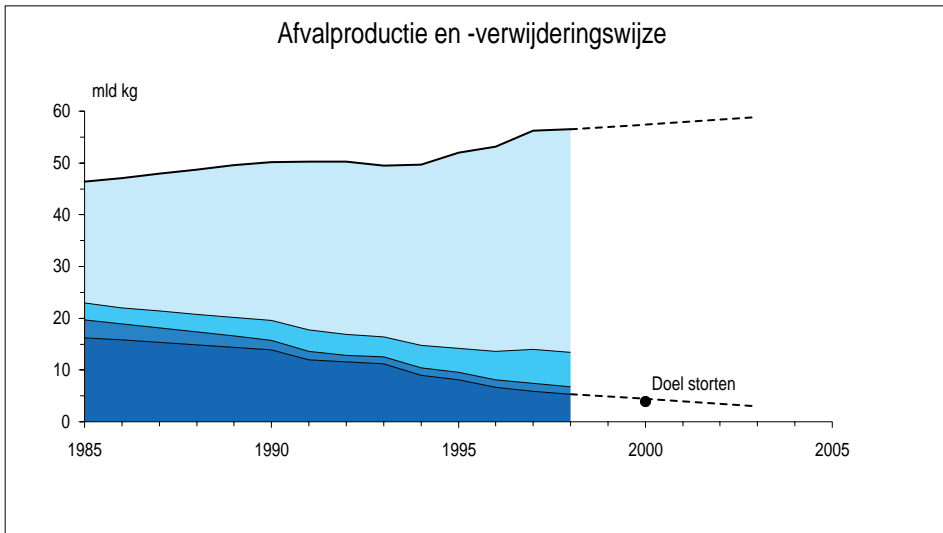
In het regeerakkoord 1998 is voor de periode 1999-2010 600 miljoen gulden uitgetrokken voor de aanpak van verontreinigde waterbodems (onder andere voor extra stortcapaciteit en inventarisatie van verontreinigde waterbodems in gemeentelijke wateren).

## 4.7 Verwijdering

- De afvalverwijdering is in de afgelopen drie decennia aanzienlijk hoogwaardiger geworden door een toename van zowel hergebruik als verbranden (met energie-opwekking) en door een afname van het storten van afval. De doelstellingen voor storten en hergebruik in 2000 worden vrijwel gehaald.
- In tien jaar is de zorg om een tekort aan stortcapaciteit omgeslagen in een (financiële) zorg om een teveel aan capaciteit.



Figuur 4.7.1 De belangrijkste bijdragen (1998) van de verschillende doelgroepen aan het thema Verwijdering. Dit thema leidt niet (meer) tot omvangrijke effecten op ecosystemen en de volksgezondheid.



Figuur 4.7.2 Afvalproductie en -verwijderingswijze exclusief baggerspecie, mestoverschotten en verontreinigde grond, 1985-2003.

Hergebruik  
 Verbranden  
 Lozen  
 Storten  
 'Behoedzaam' economisch scenario

### Inleiding

Verwijdering omvat preventie, inzameling, transport, (bewerken ten behoeve van) hergebruik en nuttige toepassing en eindverwijdering (verbranden, storten, lozen) van afval. De afvalverwijderingsbedrijven worden behandeld in paragraaf 3.9. De definitie van afval is in de loop van de tijd veranderd. Schattingen van de hoeveelheid afval van vóór 1985 zijn daardoor moeilijk te vergelijken met huidige cijfers. Een aanzienlijk deel van het afval ontstaat als gevolg van de reductie van emissies naar lucht en water (slib, vlieg-as, zwavel, verontreinigde grond, baggerspecie). Voor vrijwel alle categorieën afval en doelgroepen geldt dat de hoeveelheid afval vanaf 1985 is toegenomen (*bijlage 3*).

In de loop der tijd hebben zich veranderingen voorgedaan in verantwoordelijkheden voor het afvalbeleid. Tot de jaren '70 was het beleid rond afvalstoffen vooral een zaak van de gemeenten. Daarna werden de provincies verantwoordelijk voor het niet-gevaarlijk afval. Het beleid voor gevaarlijk afval kwam in handen van de rijksoverheid. Sinds het begin van de jaren '90 functioneert het Afval Overleg Orgaan (AOO) als coördinatieplatform van de verschillende overheden. Met het van kracht worden van de Wet milieubeheer in 1993 zijn de provincies ook verantwoordelijk voor gevaarlijk afval. Het Rijk blijft echter veel invloed houden (beleid rond prioritaire afvalstoffen). De laatste jaren is de invloed van de rijksoverheid weer groter geworden, zich uitend in de voorgestelde wijziging van de Wet milieubeheer. Vaak loopt het Nederlandse afvalbeleid vooruit op het (aan belang toenemende) Europese beleid.

Historisch gezien is de wijze van verwerken van afval drastisch veranderd. In het begin van deze eeuw werd veel afval 'nuttig toegepast'. Het werd bijvoorbeeld gebruikt om

landbouwgronden te bemesten, land op te hogen en plassen te dempen. Na 1910 werden in verschillende plaatsen afvalverbrandingsinstallaties (AVI's) opgericht, vooral omdat zo de transportkosten konden worden verminderd. In de jaren '30 werd de VAM opgericht. Hier werd afval gecomposteerd om het product te kunnen gebruiken voor de ontwikkeling van landbouwgronden. In de jaren '50 en '60 gingen diverse gemeenten over op eigen compostbedrijven. Omdat het afval steeds meer niet-composteerbare delen ging bevatten (bijvoorbeeld glas en kunststof) werden de compostbedrijven voor het verstrijken van de technische levensduur gesloten en werden regionale stortplaatsen en AVI's opgericht. Vanouds heeft de nuttige toepassing van afval om economische redenen in de belangstelling gestaan. Voorbeelden zijn de schillenboer, papierinzameling door verenigingen en textielinzameling door charitatieve instellingen, het gebruik van plantaardig afval uit de voedings- en genotmiddelenindustrie als veevoer, en de aanwending van slib op landbouwgrond. In het begin van de jaren '70 kwamen daar argumenten bij in de sfeer van grondstoffenbesparing. Hoewel ook veel vraagtekens werden gezet bij het verbranden van afval, werd het storten van afval de minst gewenste optie. Het productenbeleid is van belang geweest voor afvalverwijderingsprocessen. Door dit beleid bevatten sommige afvalstoffen minder verontreinigende stoffen en is het hergebruik toegenomen. De laatste jaren wordt het energieaspect van afval belangrijker.

#### *Afvalpreventie*

Ieder is het er over eens dat preventie van afval de beste oplossing van het afvalprobleem is (Loesje: "Waarom afval produceren als 't toch wordt weggegooid"). Een bekend probleem is echter dat preventie moeilijk te kwantificeren is. Het Meerjarenplan gevaarlijk afval II vraagt expliciet aandacht voor het monitoren van preventie, hetgeen problematisch blijkt. Monitoring in het kader van het project 'Schooner produceren' (EZ/VROM/IPO) laat zien dat bedrijven in het algemeen de afgelopen jaren meer doen aan preventie.

#### *Hergebruik/nuttige toepassing*

In een wetswijzigingsvoorstel dat nu in behandeling is, wordt het begrip hergebruik verlaten en wordt alleen gesproken over nuttige toepassing. Nuttige toepassing omvat naast de gebruikelijke verwerkingsmethoden ook toepassing als brandstof in cementovens en bij energiecentrales. Tot nu toe vallen dergelijke toepassingen onder 'verbranden'. Conform de oude definitie is het hergebruik toegenomen van circa 50% in 1985 naar 75% in 1998 (de doelstelling in 2000 is 80%). Voor de meeste afvalstoffen geldt dat hergebruik is toegenomen onder invloed van hogere kosten van eindverwijdering en talrijke prikkels vanuit de verschillende overheden. De aangekondigde verhoging van het storttarief voor brandbaar afval zal het hergebruik verder stimuleren. Bij zuiveringsslib is sprake van een afname van nuttige toepassing, doordat sinds de aangescherpte bodemwetgeving (1995) het meeste slib niet meer op de bodem gebracht kan worden en dus tegen hoge kosten moet worden verwerkt.

Een groot deel van de materialen die in Nederland worden afgedankt, wordt in binnen- of buitenland hergebruikt. De vraag naar secundaire grondstof in de Nederlandse industrie verschilt sterk per materiaal. *Tabel 4.7.1* geeft voor een aantal materialen enerzijds

Tabel 4.7.1 Schatting van het hergebruik (in Nederland of elders) van enkele in Nederland vrijgekomen afvalstoffen/materialen en de inzet van secundaire grondstoffen in de Nederlandse industrie omstreeks 1979 en 1997.

Vrijgekomen afvalstoffen/materialen	Hergebruik in % van de afvalproductie		Inzet afval in Nederlandse industrie in % van het totaal aan grondstoffen	
	1979	1997	1979	1997
IJzer en staal	80	90	10	7
Aluminium	.	65	14	26
Verpakkingsglas	12	75	10	50
Papier en karton	37	55	52	70
Kunststoffen	1	20	0	<5
Textiel	28	30	.	.
GFT	10	55	.	.
Bouw- en sloopafval	25	90	.	.

een schatting van het hergebruikpercentage van Nederlands afval omstreeks 1979 en 1997 en anderzijds een schatting van het percentage inzet aan secundaire grondstoffen in de Nederlandse industrie voor diezelfde jaren. Het blijkt dat in Nederland vrijgekomen afval nu veel meer wordt hergebruikt. Veel van de waardevollere afvalstoffen worden internationaal verhandeld. De inzet van secundaire grondstoffen in de Nederlandse industrie wordt bepaald door keuzen ten aanzien van de kwaliteit van af te zetten half-fabrikaten en producten.

Sinds 1990 is de gescheiden inzameling van groente-, fruit- en tuinafval (GFT) voortvarend ter hand genomen. Vanaf 1995 blijft de hoeveelheid ongeveer gelijk (in 1998 zelfs een lichte afname). De afzet van GFT-compost is in 1998 tijdelijk afgenomen vooral omdat door de overvloedige regenval landerijen minder begaanbaar waren. Er is geen sprake van een verminderende kwaliteit van GFT-compost. Uit onderzoek van de Landbouw Universiteit Wageningen blijken geen extra gezondheidsrisico's verbonden te zijn aan het gescheiden bewaren en inzamelen van GFT. Het programma Gescheiden inzamelen van huishoudelijk afval (GIHA) richt zich op intensivering van de inzameling van papier, glas en textiel. Naar het zich laat aanzien zullen de hergebruikdoelstellingen niet geheel worden gehaald. Van kunststofafval werd in 1997 bijna 20% hergebruikt. Het gaat hierbij vooral om kunststofafval uit bedrijven. De doelstelling voor 2000 is 35%. De hoeveelheid verpakkingsafval neemt nog steeds toe. De preventiedoelstelling voor 2000 uit het oude Convenant verpakkingen (I) zou niet gehaald worden. De soepelere preventiedoelstelling in het Convenant II wordt wel gehaald. In 1997 werd 55% van het verpakkingsafval hergebruikt. De hergebruikdoelstelling in het Convenant I (60% hergebruik in 2000) had wellicht gerealiseerd kunnen worden. De hergebruikdoelstelling voor het nieuwe convenant (65% hergebruik in 2001) lijkt daarentegen moeilijk haalbaar.

Sinds 1 januari 1999 is het Besluit verwijdering wit- en bruingoed voor de grote apparaten van kracht. Naar verwachting leidt dit tot een verbetering van de kwaliteit van de AVI-reststoffen. Maximaal 75% van het materiaal wordt (tegen hoge kosten) herge-

bruikt of met een hoog rendement verbrand. Door de inspanningen van autodemontage- en shredderbedrijven is in tien jaar tijd het aandeel reststoffen van autowrakken gedaald van 25 naar 15%. De doelstelling voor hergebruik van bouw- en sloopafval (90% in 2000) is al in 1995 bereikt.

Vanaf 1 juli 1999 is het Bouwstoffenbesluit van kracht. Het regelt de toepassing van primaire en secundaire grondstoffen als bouwmaterialen op of in de bodem en het oppervlaktewater. In het besluit worden eisen gesteld aan de samenstelling en de uitloging om de emissie van schadelijke stoffen naar de bodem en het oppervlaktewater te beperken. De afgelopen jaren zijn ten aanzien van een aantal afvalstoffen (zoals bouw- en sloopafval en AVI-reststoffen) inspanningen verricht om de kwaliteit te verbeteren. In feite komt de regeling er nu op neer dat alle gangbare bouwstoffen kunnen worden toegepast en dat afvalstoffen die vroeger niet konden worden gebruikt nu ook niet kunnen worden toegepast.

### *Eindverwijdering*

In 1970 werd in zes AVI's 1 miljard kg afval verbrand; in 1998 in elf AVI's 4,6 miljard kg. De hoeveelheid in AVI's verbrand afval is in 1998 met 4% toegenomen ten opzichte van 1997. De hoeveelheid verbrand slib is vorig jaar toegenomen met 35% (gemeten op droge stof basis). Verwacht wordt dat tot 2003 door optimalisatie van AVI's nog wat meer afval kan worden verbrand. In het NMP3 is voorzien in teruggave van de regulerende energiebelasting aan AVI's bij productie van extra energie (zie ook *paragraaf 3.5*). Medio 1999 sloot de overheid een convenant met de afvalverbranders waarin afgesproken is dat de AVI's in drie jaar ruim 100 miljoen gulden ontvangen wanneer in 2002 23% meer energie wordt opgewekt dan in 1997. Naar verwachting wegen de opbrengsten uit de extra energie op tegen de kosten van benodigde maatregelen. De komende jaren wordt naar schatting jaarlijks 1 miljard kg verbrand (of nuttig toegepast) in alternatieve installaties zoals elektriciteitscentrales, RDF-installaties en cementovens. Er blijft een hoeveelheid brandbaar afval over die moet worden gestort.

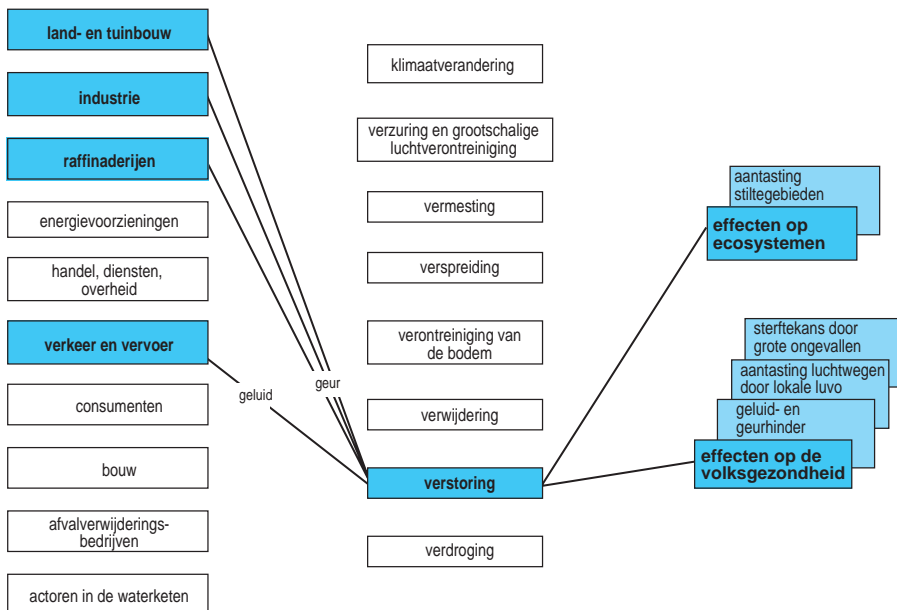
In 1977 werden door het CBS 440 stortplaatsen van enige omvang geregistreerd. In 1998 ging het om ongeveer 40 stortplaatsen, waarvan een deel reeds vol of bijna vol is. In 1970 werd naar schatting 6 miljard kg afval gestort. Deze hoeveelheid is gestaag toegenomen. Eind jaren '80 werd voorzien dat niet op tijd voldoende stortcapaciteit beschikbaar zou komen, gezien de hoeveelheid afval die jaarlijks gestort werd (ongeveer 15 miljard kg) en de termijnen die benodigd waren voor de planvorming (tien jaar). Het beleid, zoals dat vooral is ingezet met de 'Notitie inzake preventie en hergebruik van afvalstoffen' (1988), heeft geleid tot een grote verscheidenheid aan instrumenten zoals convenanten, stortverboden en de toepassing van de Wet belasting op milieu-grondslag voor te storten afval. De hoeveelheid afval die in 1998 gestort werd is ten opzichte van 1997 met 10% afgenomen tot 5,3 miljard kg. De hoeveelheid gestort bouw- en sloopafval is sinds 1995 vrijwel constant (ongeveer 1 miljard kg). De toename van het storttarief voor brandbaar afval zal gunstige gevolgen hebben op preventie en hergebruik. De doelstelling voor het storten (maximaal 4 miljard kg in 2000) wordt vrijwel gehaald. De hoeveelheid afval die niet herbruikbaar of niet brandbaar is, ligt lager

dan de doelstelling. De laatste jaren is sprake van een zo grote stortcapaciteit dat intensief overleg wordt gevoerd om te voorkomen dat sommige stortplaatsen financieel in de problemen komen door een tekort aan afval. Er wordt voorlopig geen nieuwe capaciteit meer voorzien.

Het lozen van fosforzuurgips - overigens geen onderdeel meer van de NMP-doelstellingen - zal in 2000 met ruim 650 miljoen kg afnemen door de sluiting van één van de twee fosforgips lozende fabrieken.

## 4.8 Verstoring

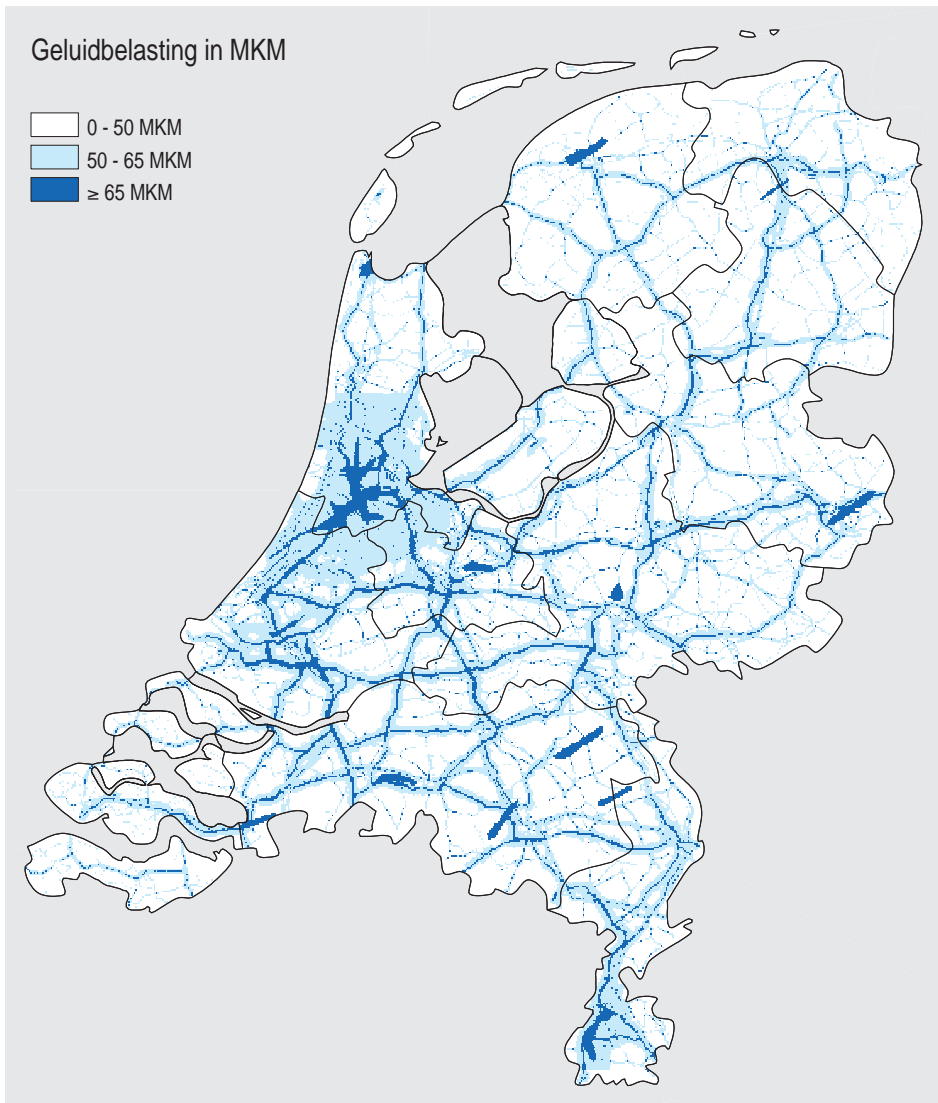
Het thema Verstoring richt zich op milieuproblemen die de kwaliteit van de directe leefomgeving van burgers bedreigen, zoals lawaai, stank, verhoogde veiligheidsrisico's door menselijke activiteiten (externe veiligheid) en lokale verontreiniging van bodem, water of lucht. In deze paragraaf wordt aandacht besteed aan deze aspecten. Gezondheidseffecten (anders dan hinder) die samenhangen met blootstelling aan deze milieuproblemen in de woonomgeving worden in paragraaf 5.2 beschreven.



Figuur 4.8.1 De belangrijkste bijdragen (1998) van de verschillende doelgroepen aan het thema Verstoring en effecten op ecosystemen en de volksgezondheid.

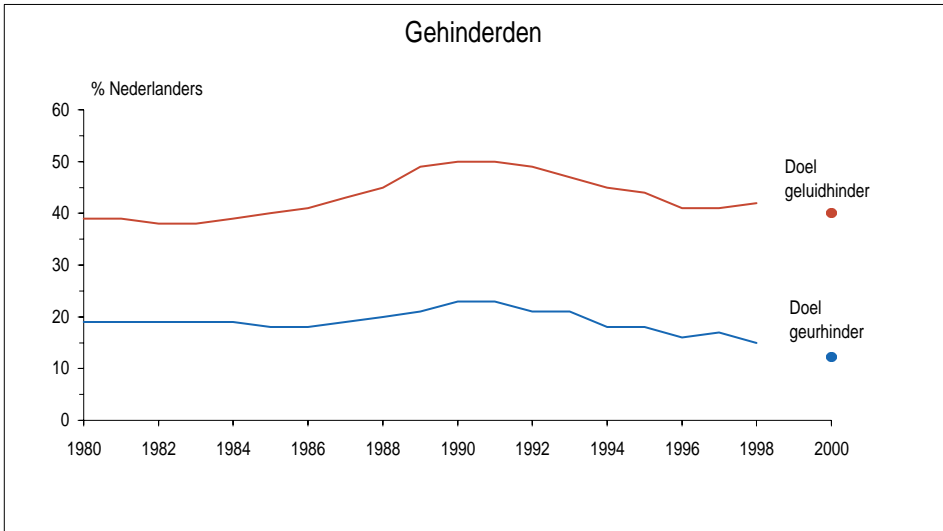


jaar in grote lijnen voortgezet. Daarnaast komen geen grote nieuwe infrastructurele werken gereed, maar wel veel nieuwe woningen. Binnen VINEX-locaties worden voldoende geluidwerende maatregelen genomen. Voor woningen buiten VINEX-locaties zijn



*Figuur 4.8.2 Gecumuleerde geluidbelasting van snelweg-, rail- en vliegverkeer in Nederland, 1998. De gepresenteerde geluidniveaus zijn gebaseerd op modeluitkomsten en uitgedrukt in de Milieukwaliteitsmaat (MKM)<sup>1</sup> (Bron: NLR en NS).*

<sup>1</sup> Bij de Milieukwaliteitsmaat wordt de geluidbelasting door verschillende bronnen omgerekend naar de etmaalwaarde voor wegverkeer, die evenveel hinder zou veroorzaken als de betreffende geluidbelasting. De berekeningen hebben, afhankelijk van de gegevensbron, betrekking op de periode 1990-1998.



*Figuur 4.8.3 Het percentage gehinderden (geur en geluid) in de Nederlandse bevolking op basis van enquêtegegevens, 1980-1998 (Bron: CBS).*

— Geluidhinder door weg-, rail-, vliegverkeer en industrie  
 — Geurhinder door wegverkeer en industrie

geen gedetailleerde gegevens aanwezig. Van sommige maatregelen, zoals aanleg van ZOAB, is niet precies bekend waar ze zullen plaatsvinden, terwijl dit wel van belang is om geluidniveaus en hinder ter plaatse te kunnen voorspellen. Verwacht wordt dat het landelijke beeld qua aard en omvang van de geluidbelasting over vier jaar niet noemenswaardig zal verschillen van het huidige beeld. Door lokale maatregelen kan de situatie plaatselijk wel veranderen, maar daarover ontbreken landelijke gegevens.

Het Rijk en de provincies hebben stiltegebieden aangewezen, waar de natuurlijke geluiden niet of in geringe mate verstoord mogen worden door lawaai van vooral verkeer en recreatie. De norm voor de gecumuleerde geluidbelasting door weg-, rail-, vliegverkeer en industrie is daarbij 40 dB(A). Uit modelberekeningen blijkt dat in circa 12% van de stiltegebieden in Nederland de gecumuleerde geluidbelasting hoger is. In de Randstad is dit in ongeveer 45% van de stiltegebieden het geval. Normoverschrijding is dit jaar bepaald met een equivalente 24-uurs waarde, waardoor deze percentages niet te vergelijken zijn met die in de Milieubalans 98.

*Geluidhinder*

Geluidhinder wordt vooral veroorzaakt door wegverkeer, burens en luchtvaart, en in mindere mate door industrie, railverkeer en recreatie. De eerste circulaire over geluidhinderbestrijding stammen uit 1973/1974. De Wet geluidhinder is in 1979 aangenomen en daarna gefaseerd (tot 1987) in werking getreden. Een belangrijke beleidsdoelstelling voor geluid voor zowel 2000 als 2010 is stabilisatie van het percentage gehinderden op het niveau van 1985. Dit betekent dat geluid van weg-, rail-, vliegverkeer en industrie

niet meer dan 40% gehinderden in de Nederlandse bevolking mag veroorzaken<sup>2</sup>. In 2010 mag geen sprake meer zijn van ernstige hinder. Momenteel herziet VROM het geluidbeleid (waaronder de doelstelling voor ernstige hinder).

Wat betreft beleidsmaatregelen ligt de nadruk op geluidemissie en -belasting. Prioriteit is daarbij aan brongerichte maatregelen gegeven. Ook bij de ruimtelijke inrichting van Nederland wordt al geruime tijd rekening gehouden met de omvang van de geluidbelasting. Uit TNO-onderzoek blijkt dat woningen, gebouwd na 1984, in het algemeen minder aan wegverkeerslawaaï zijn blootgesteld dan oudere woningen. Hoewel ‘harde’ cijfers uit het verleden ontbreken is het resultaat dat de hoogste geluidbelastingen afgenomen zijn. Echter, vooral door de toename van het verkeer en de aanleg van nieuwe wegen lijkt de geluidbelasting zich tegelijkertijd breder over Nederland te hebben uitgespreid.

Sinds 1990 is het percentage gehinderden door lawaaï van weg-, vlieg-, railverkeer en industrie gedaald van 50% in 1990 tot 42% in 1998 (41% in 1997) (*figuur 4.8.3*). De doelstelling voor 2000 voor geluidhinder zal daarmee bij benadering worden gehaald. In hoeverre een afname in de omvang van de hinder kan worden toegeschreven aan een effectief geluidbeleid, is niet exact aan te geven. Geluidhinder hangt namelijk niet alleen samen met de blootstelling aan geluid, maar ook met omgevings- en individuele factoren zoals de gevoeligheid voor geluid en angst voor de geluidbron. Een afname van de geluidbelasting betekent daarom niet automatisch een afname in hinder.

De omvang van ernstige hinder door geluid is sinds 1987 voor een aantal bronnen beduidend afgenomen. Vrachtwagens veroorzaakten in 1987 nog 14% ernstige hinder, maar dat is gedaald tot 9% in 1998. Voor motoren gelden vrijwel dezelfde percentages. De mate van ernstige hinder door militaire vliegtuigen is teruggelopen van 15 naar 7%. De belangrijkste bron van ernstige hinder door wegverkeer (brom- en snorfietsen) veroorzaakte in 1998 meer ernstige hinder: 17% ten opzichte van 13% in 1993 (18% in 1987). Ook de ernstige hinder door burenlawaai nam toe van 13% in 1993 tot 19% in 1998.

### *Geurhinder*

Het geurbeleid is sinds 1996 gedecentraliseerd en wordt in 1999 geëvalueerd door het kabinet. De belangrijkste bronnen van geurhinder in Nederland zijn landbouw, wegverkeer en industrie. De beleidsdoelstelling voor 2000 stelt dat niet meer dan 12% van de Nederlandse bevolking hinder van deze bronnen mag ondervinden. Daarnaast mag in 2010 geen ernstige geurhinder meer voorkomen.

Vanaf 1990 is het percentage geurgehinderden door wegverkeer en industrie gedaald van 25% in 1990 tot 17% in 1997 (*figuur 4.8.3*). Het percentage geurgehinderden door

<sup>2</sup> Hinder is in deze paragraaf gedefinieerd als het vaak of soms last hebben van lawaaï of stank, zoals gevraagd wordt in enquêtes van het Doorlopend Leefsituatie Onderzoek (CBS). Ernstige hinder is gedefinieerd als de mate van hinder zoals gevraagd in de periodieke hinderenquêtes (1977, 1987, 1993 en 1998) van TNO.

de landbouw was in 1996 en 1997 vrij stabiel (ongeveer 15%), maar is ten opzichte van 1994 licht gedaald. Het percentage ernstig gehinderden door geur door wegverkeer, fabrieken en bedrijven, en landbouw bleef in 1998 ongeveer gelijk ten opzichte van 1993: rond de 5% voor elk van de bronnen.

## *Onzekerheden*

### **Geluidbelasting**

De cumulatieve geluidbelasting en het geluidbelaste oppervlakte (in Nederland) worden bepaald met het modelleninstrumentarium 'het Landelijk Beeld van Verstoring' (LBV). De werkelijke geluidbelasting in Nederland is over het algemeen omvangrijker dan de berekeningsresultaten doen vermoeden. Door de beperkte beschikbare informatie is vooral het beeld voor weg- en vliegverkeer incompleet. Voor het wegverkeer ontbreken gegevens over de geluidbelasting van wegen in de bebouwde kom. Voor vliegverkeer zijn gegevens

over de geluidbelasting in de bredere omgeving van de luchthavens niet voorhanden en ontbreken de bijdragen van het militaire vliegverkeer en van de zogenaamde kleine burgerluchtvaart, zoals die plaatsvindt op (12) terreinen die hiervoor zijn aangewezen. Verder ontbreekt een aantal andere bronnen (bijvoorbeeld de industrie) zelfs volledig. De belangrijkste oorzaken van onzekerheid zijn onnauwkeurigheden en onvolledigheden in invoerbestanden en de toegepaste schematisering bij de modellering van de geluidsoverdracht.

### **Geluid- en geurhinder**

Gegevens over het percentage (ernstig) geluid- en geurgehinderden zijn afkomstig van twee enquêtes, afkomstig van het CBS en TNO. Uitkomsten van vragenlijsten afgenomen in een steekproef kunnen afwijken van de werkelijke waarden in de bevolking. Bijvoorbeeld doordat niet de gehele doelpopulatie benaderd wordt (steekproeffout), het niet bereiken van geselecteerde personen uit de steekproef, of meetfouten (verkeerde (notering van) antwoorden). De omvang van de niet-steekproeffout kan worden uitgedrukt met behulp van het 95%-betrouwbaarheidsinterval. Voor bijvoorbeeld een geluidhinderpercentage van 40% op basis van 3000 respondenten (voorbeeld: steekproefomvang verschilt per jaar) loopt dit interval van 38,3-41,8%. Dat wil zeggen dat met 95% zekerheid gezegd kan worden dat het geluidhinderpercentage in de Nederlandse bevolking (van

18 jaar en ouder) tussen de 38,3 en 41,8% ligt. Daarnaast kunnen ook resultaten van verschillende vragenlijsten uiteenlopen onder andere door verschil in vraagstelling. Over het algemeen blijken de percentages gehinderden van TNO en CBS redelijk overeen te komen, met uitzondering van wegverkeer. Dat verschil kan mogelijk verklaard worden doordat in de TNO-vragenlijst veel meer bronnen onder de brongroep 'wegverkeer' vallen dan bij het CBS. Verder moet bij de interpretatie van tijdreeksen rekening gehouden worden met eventuele trendbreuken door onder andere veranderingen in vraagstelling, verandering van plaats van de desbetreffende hindervraag in de vragenlijst, of methode van onderzoek. Zo is vanaf 1994 in de CBS-enquête een aantal aspecten in de vraagstelling veranderd. De antwoorden van voor en na 1994 kunnen dus niet zomaar met elkaar vergeleken worden.

## **4.8.2 Externe veiligheid**

- De veiligheidssituatie rond EVR-plichtige bedrijven was in 1998 ongeveer gelijk aan die in 1997.

Het externe-veiligheidsbeleid richt zich op het verminderen en beheersen van risico's van zware ongevallen ten gevolge van het gebruik van gevaarlijke stoffen in inrichtingen en het transport ervan. Het betreft vooral grote chemische bedrijven, spoorwegemplacements, LPG-tankstations, opslagen van bestrijdingsmiddelen en transportactiviteiten. Ook luchthavens zijn als potentiële gevarenbron aangemerkt.

De overheid heeft grenzen gesteld aan de overlijdensrisico's die bedrijven mogen veroorzaken voor burgers in de omgeving. De norm voor het individuele risico (IR) is bindend. Voor bestaande situaties mag er geen bewoning zijn binnen het gebied waarin het IR groter is dan  $10^{-5}$  per jaar, voor nieuwe situaties niet binnen de risicocontour van  $10^{-6}$  per jaar. De groepsrisiconorm wordt sinds medio 1994 als oriënterende waarde gehanteerd. De gemeenten en provincies kunnen met redenen omkleed hiervan afwijken. Voor Schiphol is apart risicobeleid vastgelegd; dit beleid wordt thans heroverwogen. De formulering van risicobeleid voor de regionale luchthavens is uitgesteld. Om na te gaan of het vastgestelde veiligheidsniveau geen geweld wordt aangedaan moeten alle bedrijven die onder het Besluit Risico's Zware Ongevallen vallen elke vijf jaar een externe-veiligheidsrapport (EVR) overleggen aan het bevoegde gezag (meestal de provincie). In een EVR dient het bedrijf volgens een voorgeschreven methodiek zijn risico's te beschrijven.

De gegevens in deze Milieubalans over de risico's van EVR-plichtige bedrijven zijn gebaseerd op bedrijfsopgaven. Eind 1998 hadden 15 van de 124 bedrijven niet voldaan aan hun wettelijke verplichting een tijdige herziening op te leveren. Voor spoorweg-emplacementen, luchthavens en het transport bestaat geen wettelijke verplichting om inzicht te geven in de actuele risico's. De gebruikte risicogegevens in deze Milieubalans zijn, met uitzondering van de gegevens voor de 15 bedrijven die in gebreke zijn gebleven, maximaal vijf jaar oud.

In 1998 is voor vier bedrijven de EVR-plicht vervallen. Eén bedrijf is in 1998 EVR-plichtig geworden en 15 bedrijven hebben een herziene rapportage ingediend. Ten opzichte van 1998 is het aantal blootgestelde personen binnen de individuele risicocontour van  $10^{-6}$  per jaar van de EVR-plichtige bedrijven gestegen (*tabel 4.8.2*). Dit wordt veroorzaakt doordat in één van de nieuwe EVR's thans risico's voorkomen die eerder wel bestonden maar niet werden gerapporteerd. De oriënterende waarde voor het groepsrisico wordt momenteel bij negen bedrijven overschreden. De risicocontouren voor emplacementen zijn ook in 1998 niet herberekend. De beschikbare gegevens zijn nog steeds gebaseerd op NS-analyses die zijn uitgevoerd in het begin van de jaren '90. Verschillen in het aantal blootgestelden in vergelijking met de Milieubalans 98 worden voornamelijk veroorzaakt door betere gegevens over de bevolkingsconcentraties rond de emplacementen.

De risiconiveaus in 1998 van luchthavens zijn alleen voor de luchthaven Schiphol beschikbaar (zie *Intermezzo Schiphol en Omgeving*). Voor de overige luchthavens zijn de schattingen uit de Milieubalans 98 gehanteerd.

Voor de hogedrukaardgasleidingen en het wegtransport dateren de meest recente gegevens uit 1997. Op basis van een geschatte gemiddelde bebouwingsafstand tot de hogedrukaardgasleidingen van 40 m bedraagt de oppervlakte circa 720 km<sup>2</sup>. Het aantal personen in deze zone en binnen de contouren van het transport over de weg kan in verband met de beperkte nauwkeurigheid van de ligging van de contouren niet worden vastgesteld.

Tabel 4.8.2 De oppervlakte (km<sup>2</sup>) in Nederland die valt binnen de IR-contouren van EVR-plichtige bedrijven, spoorwegemplacementen, luchthavens en het transport over de weg en het aantal mensen dat binnen deze contouren woont.

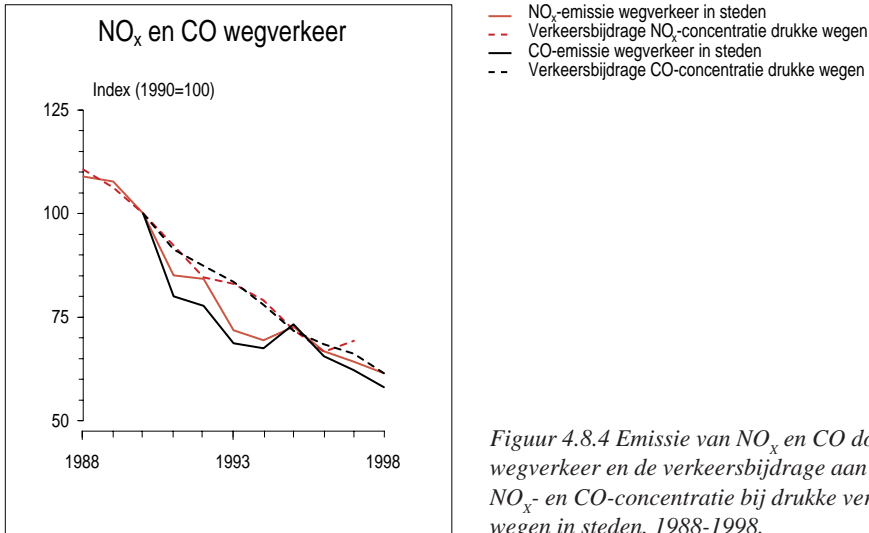
Risicobron	Individueel risico (per jaar)			
	> 10 <sup>-5</sup>	> 10 <sup>-6</sup>	>10 <sup>-7</sup>	> 10 <sup>-8</sup>
<b>Indirect ruimtebeslag (km<sup>2</sup>)</b>				
EVR-plichtige bedrijven	25	80	210	480
Spoorwegemplacementen	0	3	17	62
Luchthavens	10	50	220	onbekend
Transport over de weg	-	21	580	1500
<b>Aantal blootgestelde personen</b>				
EVR-plichtige bedrijven	73	810	20.000	130.000
Spoorwegemplacementen	0	3.100	37.000	150.000
Luchthavens	760	22.000	180.000	onbekend

Ten behoeve van een inventarisatie van het aantal knelpunten met betrekking tot het vervoer (weg, water, rail en buisleiding) is voor ongeveer 3000 locaties het risico globaal berekend. Het aantal locaties waar de limiet voor het IR (10<sup>-6</sup> per jaar) wordt overschreden bedraagt maximaal 25. Het aantal locaties waar het groepsrisico wordt overschreden wordt geschat op maximaal 40.

### 4.8.3 Lokale luchtverontreiniging

- De emissie door wegverkeer in steden en de verkeersbijdrage aan concentraties waargenomen langs drukke straten is gedurende het afgelopen decennium afgenomen. Dit is vooral toe te schrijven aan het schoner worden van voertuigen.
- In 1998 werd de in EU-kader voorgestelde norm voor NO<sub>2</sub> overschreden langs circa 1700 km weg in steden.

Een aantal luchtverontreinigende stoffen vormt alleen lokaal een probleem. Verhoogde concentraties van onder andere CO, NO<sub>2</sub> en PAK komen voor in stedelijk gebied, vooral langs drukke verkeerswegen, en kunnen tot nadelige effecten op de volksgezondheid leiden. Tussen 1960 en 1990 stegen de concentraties langs drukke wegen door de toenemende mobiliteit. Eind jaren '80 werd een omslagpunt bereikt, met name dankzij de invoering van de katalysator en het ontlopen van benzine. In drukke straten komen sinds 1993 overschrijdingen van de grenswaarde voor lood niet meer of slechts incidenteel voor. De grenswaarde voor koolmonoxide wordt sinds 1998 niet meer overschreden. Ook de daling in de afgelopen tien jaar van de NO<sub>x</sub>-emissie door het wegverkeer in steden is het gevolg van de driewegkatalysator. Daardoor zijn de concentraties langs drukke straten gedurende het afgelopen decennium sterk gedaald. De berekende emissiedaling voor NO<sub>x</sub> en CO is goed in overeenstemming met deze gemeten daling van de concentraties (figuur 4.8.4).



Figuur 4.8.4 Emissie van NO<sub>x</sub> en CO door wegverkeer en de verkeersbijdrage aan de NO<sub>x</sub>- en CO-concentratie bij drukke verkeerswegen in steden, 1988-1998.

Volgens modelberekeningen trad in 1998 langs verkeerswegen in steden nog overschrijding van de grenswaarde op voor benzo(a)pyreen (circa 20 km). De overschrijdingen voor NO<sub>2</sub> en benzeen waren marginaal (*bijlage 2*). In een nieuwe EU-kaderrichtlijn wordt de grenswaarde voor stikstofdioxide aangescherpt. Uiterlijk in 2010 moet de grenswaarde van 40 µg/m<sup>3</sup> voor de jaargemiddelde concentratie stikstofdioxide zijn gerealiseerd. Deze waarde wordt nu overschreden op achtergrondlocaties in steden (vooral in de Randstad) en langs drukke verkeerswegen. In 1998 werd de voorgestelde norm overschreden langs circa 1700 km weg in steden.

### Intermezzo: Schiphol en Omgeving

- In 1998 waren ruim 12.000 huizen blootgesteld aan een geluidbelasting van 35 Ke of hoger. Dat zijn er circa 2.700 minder dan in 1997.
- In een straal van 25 km rond Schiphol ondervinden tussen de 265.000 en 465.000 volwassenen ernstige hinder door vliegtuigeluid en worden tussen de 120.000 en 180.000 volwassenen ernstig in hun slaap gestoord. Daarvan woont slechts een fractie binnen de wettelijke geluidszone.
- Het gesommeerd gewogen risico van Schiphol was in 1998 ongeveer gelijk aan dat van 1997, ondanks de toename van het aantal vluchten.

### Inleiding

Gezien de politieke actualiteit en de aanmerkelijke bijdrage van het vliegverkeer van en naar Schiphol aan de landelijke geluidhinder en veiligheidsrisico's wordt op deze plaats uitgebreid dan in vorige Milieubalansen stilgestaan bij de milieuproblematiek van Schiphol. In 1998 werd de politieke discussie over de uitbreiding van Schiphol voortgezet. In het RIVM-rapport 'Schiphol binnen Milieugrenzen' werd op basis van de meest actuele modellering geconstateerd dat uitbreiding van Schiphol op de huidige locatie binnen de bestaande milieunormen alleen mogelijk is met ingrijpen-

de aanpassingen van vliegtuigen, infrastructuur en omgeving.

Het aantal vliegbewegingen op Schiphol groeide in 1998 tot 377.000, nagenoeg het maximum dat voor dat jaar was toegestaan. Daarboven werden 16.000 *general aviation* bewegingen uitgevoerd (zoals reclamevliegtuigen, taxivluchten). Het aantal vervoerde passagiers steeg ten opzichte van 1997 met 9% naar 34,4 miljoen. Het vrachtvervoer bleef bijna gelijk met ruim 1,1 miljoen ton. Het aantal transferpassagiers steeg in 1998 iets sneller dan het totaal aantal passagiers en maakte

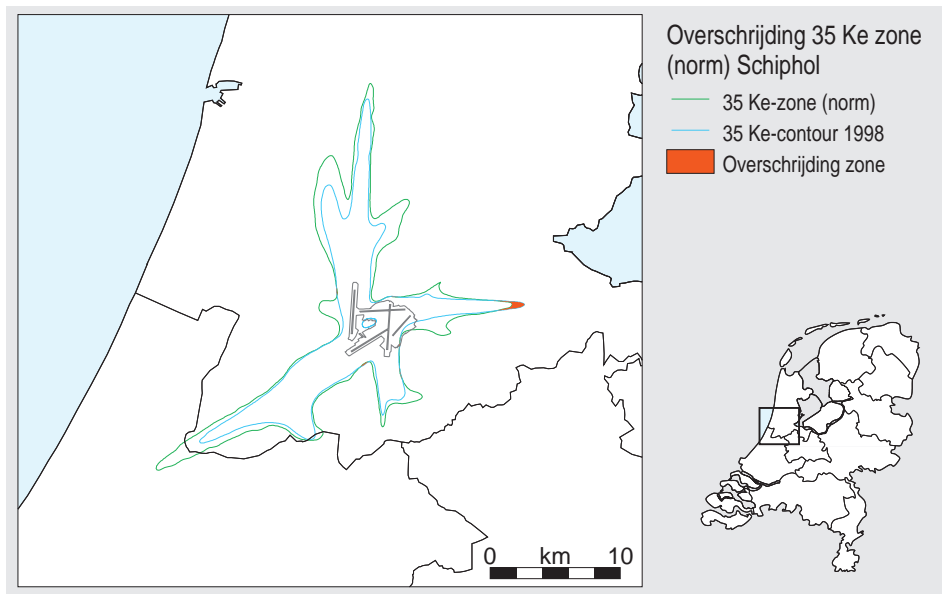
circa 42% uit van het totale passagiersvolume. Het aantal nachtvluchten (ruim 13.800) lag in 1998 0,5% hoger dan in 1997. Sinds 1960 nam het aantal vliegbewegingen op Schiphol met gemiddeld 5-6% per jaar toe. Vanaf 1990 ligt de groei op circa 8% per jaar. Deze groei

leidde tot een vrijwel evengrote toename in de emissies van  $\text{NO}_x$  en  $\text{CO}_2$ . De toename in de geluidbelasting was minder dan de toename in het aantal vliegbewegingen door de introductie van minder lawaaiige vliegtuigen en verbeteringen in de routestructuur.

**Geluidhinder**

In 1996 zijn wettelijke geluidzones rondom Schiphol vastgesteld. Deze zones zijn bedoeld om een grens te stellen aan de geluidoverlast voor de omwonenden van de luchthaven. Binnen de 35 Ke-zone mag geen nieuwbouw plaatsvinden. Buiten deze zone mag de geluidbelasting door het vliegverkeer nergens hoger zijn dan 35 Ke. Om de kans te verkleinen dat - bij afwijkingen ten opzichte van de windkracht en windrichtingen in een normaal jaar - de 35 Ke-grens wordt overschreden, worden bij de luchthavenplanning zogenaamde meteomarges gehanteerd. Desondanks heeft in 1998 het vliegverkeer van en naar Schiphol op 14 locaties geleid tot overschrijdingen van de wettelijke zone (figuur 4.8.5). In 1997 was dit op 35 locaties het geval. In 1998 zijn gedetailleerde gegevens beschikbaar

gekomen over de locatie van de woningen rondom Schiphol. De onzekerheid in de woningtellingen is hiermee gereduceerd tot enkele procenten. De nieuwe woningcijfers liggen hoger dan de cijfers die tot dusverre zijn gebruikt bij de besluitvorming over Schiphol. Op basis van de nieuwe gegevens blijkt dat het aantal woningen in de wettelijke 35 Ke-zone ruim 17.000 bedraagt. Het aantal huizen dat in een jaar daadwerkelijk aan meer dan 35 Ke wordt blootgesteld ligt lager vanwege meteorologische fluctuaties. In 1998 werden ruim 12.000 huizen blootgesteld aan een geluidbelasting van 35 Ke of hoger. Dit zijn er circa 2700 minder dan in 1997. Na het gereedkomen van de geplande vijfde baan in 2003 zal opnieuw een wettelijke 35 Ke-zone worden vastgesteld, waarbinnen zich dan nog 10.000 woningen mogen bevinden.



Figuur 4.8.5 De wettelijke 35 Ke-zone en de in 1998 gerealiseerde 35 Ke-contour (Bron: NLR).

Het aantal woningen met een nachtelijke geluidbelasting van 26 dB(A) of meer nam ten opzichte van 1997 af met bijna 50% tot circa 4.600, ondanks een geringe toename van het nachtelijk vliegverkeer (+0,5%). De vermindering van de geluidbelasting rond Schiphol hangt vooral samen

met de vermindering van het aantal zeer lawaaiige toestellen dat Schiphol aandeed. Hinder en slaaperstoring vormen de belangrijkste oorzaken van de gezondheidsproblemen die samenhangen met vliegtuiglawaai. In 1996 is een enquête gehouden onder 12.000 mensen van 18

jaar en ouder, binnen een straal van 25 km rond de luchthaven. Hieruit bleek dat ondervraagden in gebieden met meer vliegtuiggeluid vaker ernstig gehinderd te zijn en meer ernstige slaapverstoring ondervinden dan ondervraagden in lager belaste gebieden. Hierbij speelt naast de geluidbelasting ook de geluidgevoeligheid van mensen en hun angst voor het neerstorten van vliegtuigen een rol. Ook de ervaren gezondheid en het gebruik van slaap- en kalmeringsmiddelen en medicijnen voor hart- en bloedvaten en bloeddruk hingen samen met de mate van geluidbelasting en/of met de afstand tot de luchthaven. Deze samenhang was minder sterk dan voor hinder en slaapverstoring.

Op grond van de enquête wordt geschat dat in 1996 in een straal van 25 km rond Schiphol (met naar schatting 1,5 miljoen volwassenen) 265.000-465.000 volwassenen ernstige hinder ondervinden van het vliegtuiggeluid en 120.000-180.000 ernstig in hun slaap worden gestoord. De aantallen binnen de wettelijke geluidszones (tabel 4.8.3) vormen hiervan slechts een fractie. Op de rand van het studiegebied, in gebieden met een geluidbelasting van minder dan 20 Ke, zijn nog 14-27% van de mensen ernstig gehinderd door vliegtuiggeluid. Het is daarom aannemelijk dat ook buiten dit gebied nog (ernstige) hinder voorkomt.

Tabel 4.8.3 Gerapporteerde gezondheidsklachten door vliegtuiggeluid rond Schiphol binnen de wettelijke geluidszones, 1996 (Bron: RIVM en TNO).

Gezondheidsklacht	Zone	Aantal personen	Percentage van totaal aantal volwassenen in de zone
Ernstige hinder	$\geq 35$ Ke	12.000-15.000 <sup>1)</sup>	48-65 <sup>1)</sup>
Ernstige slaapverstoring	( $L_{Aeq, 23-06}$ uur) $\geq 26$ dB(A)	6.000-7.000 <sup>1)</sup>	33-39 <sup>1)</sup>
Slecht ervaren gezondheid	$\geq 35$ Ke	500-1.000 <sup>2)</sup>	2,3-4,4 <sup>2)</sup>
Gebruik slaap- of kalmeringsmiddelen	$\geq 35$ Ke	600-900 <sup>2)</sup>	2,6-3,6 <sup>2)</sup>
Medicijngebruik voor hart, bloedvaten of bloeddruk	$\geq 35$ Ke	400-500 <sup>2)</sup>	1,7-2,3 <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Bandbreedte geeft de wel en niet voor selectieve (non-)respons gecorrigeerde cijfers aan.

<sup>2)</sup> Bandbreedte geeft onnauwkeurigheid van de schatting weer.

Het percentage gehinderden op grond van de enquête is hoger dan werd verwacht op basis van modelberekeningen die gebruik maken van de in het verleden vastgestelde relaties tussen geluidbelasting en hinder. Mogelijke verklaringen voor dit verschil zijn onderschatting van de feitelijke geluidbelasting, toegenomen geluidgevoeligheid en bezorgdheid over de veiligheid, en een mogelijke beïnvloeding van de enquêtegegevens door het politiek-maatschappelijk debat over de uitbreidingsplannen. Modelberekeningen geven aan dat in 1998 het totaal aantal gehinderden rond de luchthaven (een gebied van 55x55 km) circa 270.000 bedroeg, ofwel circa 20% minder dan in 1997. Het aantal mensen met slaapverstoring wordt voor 1998 berekend op ruim 41.000. Dat is circa 40% minder dan in 1997. De berekeningen zijn gebaseerd op de werkelijke vliegbewegingen en routestructuur en de (verbeterde) gegevens over de woninglocaties in 1998. Ook is uitgegaan van een equivalente dosismaat ( $L_{Aeq}$ ) en een dosis-respons relatie die op basis van internationaal onderzoek is bepaald.

In de toekomst zal een internationaal af te spreken equivalente dosismaat ( $L_{Aeq}$ ) de Ke (Kosteneenheid) als maatstaf voor de geluidbelasting vervangen. De Ke-methodiek staat al enige tijd ter discussie. Zo worden in de berekening van de hinder alleen de overvluchten meegenomen met piekniveaus van 65 dB(A) of meer. Doordat nieuwe vliegtuigen vaak stiller zijn, worden steeds meer vliegbewegingen niet in de berekening meegenomen. Ook vliegbewegingen met een geluidniveau lager dan 65 dB(A) dragen echter bij aan de ervaren hinder. Wanneer een 'afkap' van 50 dB(A) in de berekeningen zou worden gehanteerd, zou het aantal woningen met een geluidbelasting van 20 Ke of meer tussen 1990 en 1998 niet met bijna 60% zijn afgenomen, maar slechts met circa 40%. Voor de ontwikkeling in de 35 Ke-contour sinds 1990 blijkt de gekozen afkapwaarde nauwelijks verschil te maken. De overstap naar een equivalente dosismaat zal gezien de verschillen met de Ke-methode consequenties hebben voor de zonerings rondom Schiphol.

Het aantal individuele klachten nam in 1998 ten opzichte van het voorgaande jaar af met circa 60% tot bijna 107.000. Het aantal klagers nam af met ruim 20% tot bijna 13.000. Het percentage klagers dat woont op een afstand van meer dan 30 km van

### **Veiligheidsrisico's**

De risico's van het vliegverkeer van en naar Schiphol voor de omgeving zijn berekend met het model van het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR). In dit model wordt de kans op een ongeval op Schiphol statistisch afgeleid uit de ongevalenstatistiek van 150 vliegvelden die vergelijkbaar zijn met Schiphol. Het maken van (causale) risicoberekeningen waarbij met alle voor Schiphol specifieke omstandigheden rekening wordt gehouden, is alleen mogelijk als de invloed van al deze omstandigheden op de veiligheid (empirisch) bekend zou zijn. Dit is echter niet het geval. Het is zeer de vraag of zo'n causaal model zodanig te construeren is, dat de verkregen getallen beter zijn dan die verkregen worden met de huidige statistische methode. De statistische methode wordt ook gebruikt voor vergelijkbare risicoanalyses, bijvoorbeeld chemische installaties en het transport van gevaarlijke stoffen.

In 1998 zijn - in het kader van de besluitvorming rond de uitbreiding van Schiphol - de eerder gebruikte waarden voor de kans op een ongeval per vliegbeweging voor 1990 en 1997 naar beneden bijgesteld. Op basis van een voorlopige analyse van de ongevalenstatistiek konden vliegtuigen in verschillende veiligheidsklassen worden ingedeeld, waardoor voor het eerst - globaal - rekening kon worden gehouden met de vlootvernieuwing op Schiphol. Ook is een aantal onduidelijkheden in bijvoorbeeld de startgewichten van vliegtuigen weggenomen. Als gevolg hiervan kunnen de resultaten van deze Milieubalans niet meer worden vergeleken met die uit de Milieubalans 98.

Ook is tussen 1997 en 1998 de vlootsamenstelling verder veranderd. Het aandeel derde en vierde generatie vliegtuigen in de vloot is verder toegenomen ten koste van het aandeel eerste en tweede generatie vliegtuigen. De verwachting is daarom dat de gemiddelde vloot van 1998 enkele procenten veiliger was dan die van 1997. Dit kon echter

### **Luchtverontreiniging en geur**

De totale  $\text{NO}_x$ -emissie ten gevolge van vliegverkeer op en rond de luchthaven Schiphol is tussen 1980 en 1998 met circa 90% toegenomen. Door efficiëntere motoren is de toename van de emissies lager dan de toename van het aantal vliegbewegingen in dezelfde periode (circa 130%). Door het gebruik van grotere vliegtuigen op Schip-

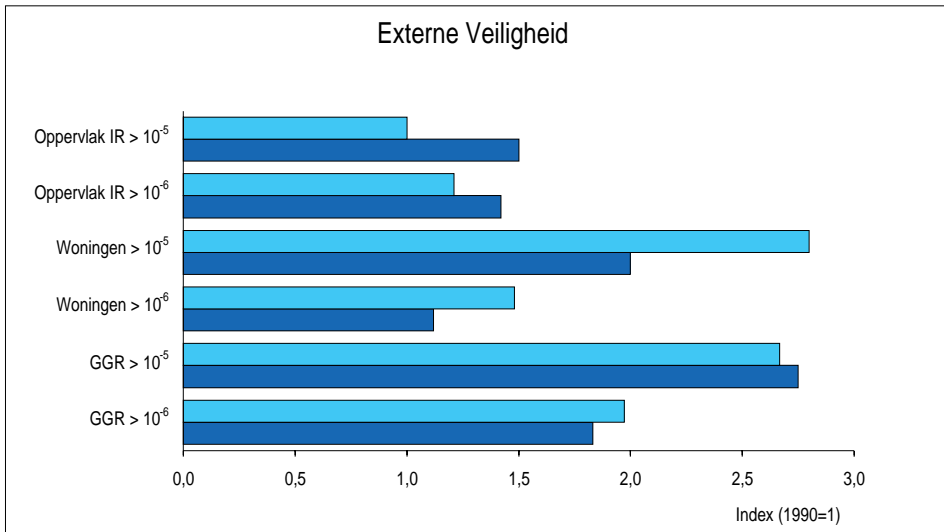
hol bedraagt ruim 11%. Dit bevestigt het beeld dat ook op grote afstand overlast door het vliegverkeer optreedt. Klachten over vliegtuiggeluid geven echter geen volledig beeld van het werkelijke aantal gehinderden.

nog niet expliciet in de risicoberekeningen voor 1998 tot uitdrukking worden gebracht, omdat de nieuwe - voorlopige - methode nog globaal van aard is. Presentatie van de geringe verlaging van de ongevalskansen tussen 1997 en 1998 zou een schijnnaauwkeurigheid inhouden. In het kader van het programma Evaluatie en Monitoring Schiphol en Omgeving vindt verdere modelontwikkeling plaats, waardoor in de nabije toekomst bijstellingen van de risicoschattingen te verwachten zijn. De berekeningen geven een flinke groei van het gesommeerd gewogen risico (GGR) tussen 1990 en 1997 aan (figuur 4.8.6). De risico's van Schiphol waren in 1998 ongeveer gelijk aan die van 1997. Doordat in 1998 alle banen konden worden gebruikt, leidde dit tot een relatief lager gebruik van in het bijzonder de Buitenveldertbaan, die in 1997 relatief zwaar werd belast vanwege het onderhoud aan de Kaagbaan. Echter door de toename van het luchtverkeer bleef per saldo het GGR nagenoeg gelijk. In vergelijking met 1997 werd in 1998 meer over dun bebouwd gebied gevlogen. Het aantal woningen binnen de risicocontouren was daardoor in 1998 lager dan in 1997, maar het gemiddelde risico per woning lag hoger door het hogere aantal overvluchten.

Er zijn sterke aanwijzingen dat het aantal woningen in het ADECS-bestand voor 1990 te laag is geschat, waardoor het risico in 1990 (en in de Integrale Milieu Effect Rapportage) enigszins is onderschat. Hierdoor is in werkelijkheid de risicotename ten opzichte van 1990 kleiner dan uit de cijfers kan worden afgeleid. Ook wanneer hiervoor zou worden gecorrigeerd, blijft de conclusie uit 'Schiphol binnen Milieugrenzen' geldig dat stand still voor het GGR bij een groei naar 600.000 bewegingen of meer niet kan worden gehaald, zonder ook buiten de veiligheidszone in engere zin woningen te slopen.

hol, die per vliegbeweging meer brandstof verbruiken dan kleinere vliegtuigen, is een deel van de emissiereductie weer tenietgedaan.

De lokale luchtkwaliteit rondom Schiphol is vergelijkbaar met die in grote steden. De bijdrage van het vliegverkeer aan de lokale luchtverontreiniging in de woongebieden rond Schiphol ligt in de orde



Figuur 4.8.6 Externe veiligheidsrisico's rond Schiphol, 1990-1998.

1997  
1998

van 1-2%. De toename van vliegtuigemissies wordt grotendeels gecompenseerd door een afname van emissies door het wegverkeer. Aangezien daarnaast sprake is van een algemene daling van grootschalige achtergrondconcentraties is het aannemelijk dat de luchtkwaliteit in het gebied rond Schiphol niet slechter is geworden. Het regionale meetnet luchtkwaliteit in de omgeving van Schiphol functioneert nog te kort om de trend in luchtkwaliteit goed te kunnen bepalen. De resultaten van dit meetnet wijzen niet op overschrijdingen van grenswaarden.

De geur van kerosine wordt specifiek veroorzaakt door vliegtuigen. Tegenover de toename van geuremissies door vliegtuigen staat geen afname in emissies van andere bronnen. De geuremissie wordt evenredig verondersteld met de emissie van koolwaterstoffen (VOS), maar de relatie tussen VOS-emissie en geurhinder is met grote onzekerheden omgeven. De toename van het vliegverkeer leidt ongetwijfeld tot een toename van geurconcentraties in de omgeving van Schiphol. Volgens modelberekeningen is het aantal mensen rond Schiphol dat in meer dan 2% van de tijd worden blootgesteld aan één geureenheid of meer tussen 1990 en 1996 met 30-40% toegenomen.

Uit de in 1996 gehouden gezondheidsenquête bleek 5-7% van de bevolking rondom Schiphol ernstig gehinderd te zijn door geur. Daarnaast ondervond 6-8% ernstig hinder van roet, stof en rook en 10-14% van de trillingen van vliegtuigen. Ongeveer de helft van de ernstig gehinderden woont binnen een straal van 10 km rond de luchthaven. Ook wordt op grotere afstand van de luchthaven nog hinder door geur, stof, roet of rook en door trillingen van vliegtuigen gerapporteerd. Het is daarom aannemelijk dat op grotere afstand van de luchthaven blootstelling aan geur, stof, roet en rook van vliegtuigen optreedt. Dit in tegenstelling tot wat op basis van modelberekeningen wordt verwacht.

Binnen een straal van 10 km rond de luchthaven werden vaker luchtwegklachten gerapporteerd dan op grotere afstand. Ook gaven relatief meer mensen aan medicijnen tegen astma en/of allergie te gebruiken. Vanwege het gebrek aan gedetailleerde gegevens over de luchtverontreiniging door vliegtuigen mag de relatie tussen luchtwegklachten en de afstand tot Schiphol niet zonder meer worden toegeschreven aan luchtverontreiniging door vliegtuigen.

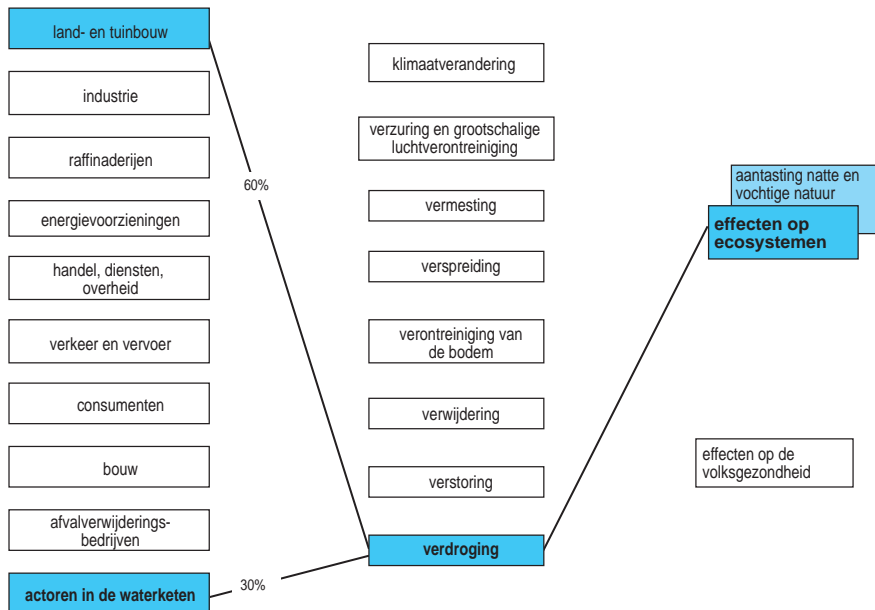
## 4.9 Verdroging

- Door het ontbreken van een operationeel monitoringssysteem is geen goed beeld te geven van de effecten van het gevoerde anti-verdrogingsbeleid.
- De grote toeloop op de regeling voor gebiedsgerichte bestrijding van verdroging (GEBEVE-regeling) leidde - tezamen met het bevriezen van de GEBEVE-regeling in 1999 - ertoe dat na februari 1999 geen nieuwe aanvragen meer worden gehonoreerd. Dit hangt samen met het sterk geslonken budget.
- Ontwateringsmaatregelen, die veelal zijn uitgevoerd in het kader van een ruilverkaveling of een landinrichtingsproject, dragen substantieel bij aan de verdroging.

### Inleiding

Verdroging is het gebrek aan voldoende grondwater (van de juiste kwaliteit) in natuurgebieden of in gebieden met een nevenfunctie natuur, eventueel in combinatie met de inlaat van gebiedsvreemd water. Verdroging is voor 60% het gevolg van structurele maatregelen ten behoeve van de ont- en afwatering van landbouwgebieden, voor 30% van de winning van grondwater voor drink- en industriewatervoorziening en voor 10% van diverse andere ingrepen in het hydrologische systeem, zoals zandwinningen en toename verhard oppervlakte. Verdroging leidt tot aantasting van de grondwater afhankelijke vegetatie.

Verdroging heeft niets te maken met incidentele extreme hoeveelheden neerslag (zoals in 1998) of juist het ontbreken daarvan. Die leiden slechts tot tijdelijke veranderingen van de grondwaterstanden.



Figuur 4.9.1 De belangrijkste bijdragen (1998) van de verschillende doelgroepen aan het thema Verdroging en effecten op ecosystemen en de volksgezondheid.

Volgens de provincies bedroeg het areaal verdroogd gebied in 1998 circa 600.000 ha. Ongeveer 275.000 ha daarvan heeft als hoofdfunctie natuur. De landelijke doelstelling van de verdrogingsbestrijding is een vermindering van het verdroogd areaal in 2010 met 40% ten opzichte van het referentiejaar 1985. Daarbij wordt als referentie een verdroogd areaal van ongeveer 600.000 ha gehanteerd. Als doel voor 2000 geldt een vermindering van het verdroogd areaal met 25% (circa 150.000 ha). In deze 150.000 ha moet dan het zogenoemde Gewenste Grond- en Oppervlaktewaterregiem (GGOR) zijn gerealiseerd. In de regeringsbeslissing Vierde Nota Waterhuishouding (1999) stelt het Rijk, dat uiterlijk in 2002 de GGOR in de waterhuishoudingsplannen van de provincies moet zijn vastgelegd.

#### *Maatregelen, taakstellingen en beleidsprestaties*

Sinds 1995 kent de rijksoverheid de regeling Gebiedsgerichte Bestrijding Verdroging (GEBEVE). Deze regeling geldt voor de periode 1995-1999 en maakt het mogelijk om maximaal 50% van de projectkosten vanuit de GEBEVE te subsidiëren. De overige 50% komt voor rekening van de provincies, waterschappen en terreinbeheerders. Het oorspronkelijke GEBEVE-budget bedroeg 96 miljoen gulden. VROM, LNV en V&W dragen daaraan ieder 32 miljoen gulden bij. Als gevolg van interne LNV-kortingen, onderuitputting en een reservering van 8 miljoen in 1999 voor de LNV-bijdrage aan maatregelen tegen wateroverlast, resteert nu een budget van 71 miljoen. Tot op heden is 23 miljoen gulden uitgekeerd, staat voor circa 40 miljoen open aan verplichtingen en is voor nog eens 35 miljoen aan projecten ingediend. Ten opzichte van het feitelijk nog resterende budget van 71 miljoen betekent dit dat een tekort dreigt van circa 27 miljoen gulden. Sinds maart 1999 is dan ook een subsidieplafond van kracht voor de GEBEVE. De eerste jaren werd het beschikbare budget maar zeer ten dele benut. In 1998 is echter een forse inhaalslag gemaakt. Mede door die versnelling is de 40% reductiedoelstelling voor 2010 naar verwachting nog steeds realiseerbaar. Daarvoor is het wel van belang dat de gelden uit de huidige subsidieregeling beschikbaar blijven. Van de 25% reductiedoelstelling voor 2000 was al langer duidelijk dat die niet gehaald zou worden.

Ook in het kader van landinrichtingsprojecten, de regeling Overlevingsplan Bos en Natuur (OBN) en Bijdrageregeling Gebiedsgericht Milieubeleid (BGM) is geld beschikbaar voor de aanpak van verdroging. In de OBN-regeling wordt circa 23 miljoen per jaar besteed aan anti-verdrogingsprojecten. Hiermee is in de periode 1996-1998 op 3800 ha de verdroging bestreden. Om welke budgetten het bij de andere instrumenten gaat is niet duidelijk. Met ingang van januari 2000 zal het Rijk de subsidiëring van anti-verdrogingsbestrijding laten opgaan in de interdepartementale regeling Stimulering Gebiedsgericht Beleid (SGB2000). Het tot stand komen van die regeling loopt vertraging op, waardoor het onzeker is of de regeling per 1 januari 2000 kan worden ingevoerd. Daardoor is het niet uitgesloten, dat de financiering en daarmee ook de uitvoering van anti-verdrogingsprojecten tijdelijk stil komt te liggen.

Voor de aanpak van verdroging worden steeds meer convenanten tussen de betrokken partijen afgesloten. In 9 provincies zijn 15 convenanten afgesloten, terwijl er nog eens 9

worden voorbereid. In Gelderland is in overleg met alle betrokken partijen een richtlijn vastgesteld hoe om te gaan met vernattings schade aan de landbouw, die het gevolg kan zijn van de uitvoering van een anti-verdrogingsproject. Omdat vernattings schade steeds weer een probleem blijkt te zijn bij het draagvlak voor anti-verdrogingsprojecten zou navolging van deze opzet in andere provincies tot een flinke impuls voor de aanpak van het verdrogingsprobleem kunnen leiden.

#### *Toename kleine grondwaterwinningen*

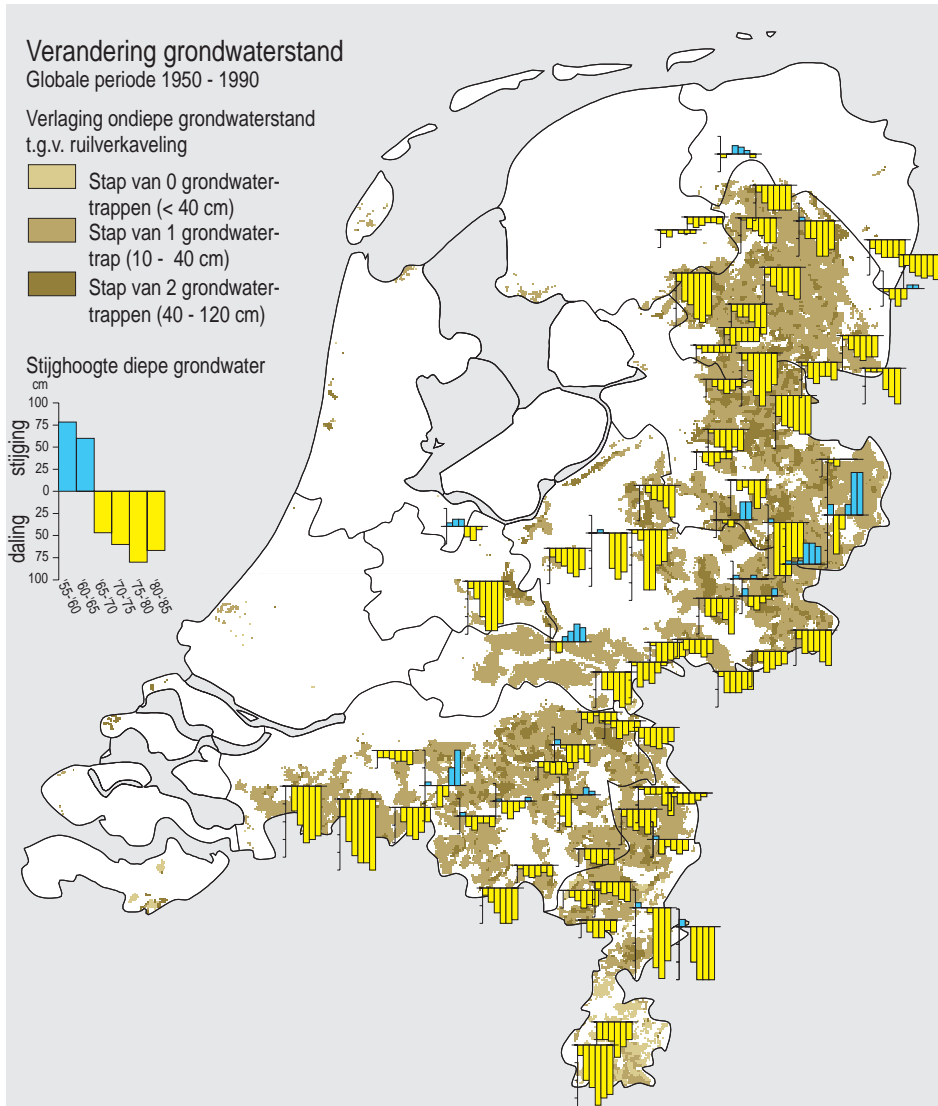
Recent is gebleken dat sprake is van een opmerkelijke toename van zogenaamde kleine grondwaterwinningen (pompcapaciteit kleiner dan 10 m<sup>3</sup>/u). Dergelijke winningen worden veel gebruikt voor het drenken van vee, schoonspuiten van stallen, beregening, autowasstraten en op campings. De oorzaak van de toename van deze kleine grondwaterwinningen ligt mogelijk in de invoering van de Wet belastingen op milieugrondslag (WBM). Omdat deze winningen niet vergunningplichtig zijn is ook de WBM niet van toepassing. Daardoor wordt het financieel aantrekkelijk om de inkoop van drinkwater, voor doeleinden waarvoor geen drinkwaterkwaliteit vereist is te beëindigen en een eigen grondwaterwinning te stichten. Dit gebeurt vooral in de provincies Drenthe, Overijssel, Gelderland, Noord-Brabant en Limburg. In de overige provincies is dat (nog) niet het geval. Ten opzichte van de totale grondwateronttrekking in Nederland (circa 1200 miljoen m<sup>3</sup>/jaar) gaat het om maximaal 5%. Lokaal kan deze ontwikkeling leiden tot een toename van de verdroging. Anderzijds leidt het tot een vermindering van de winning door het waterleidingbedrijf en dientengevolge tot een afname van de verdroging. De gevolgen voor de grondwaterkwaliteit kunnen ernstiger zijn. De doorboring van slecht doorlatende lagen in de bodem kan tot gevolg hebben, dat het ondiepe grondwater in contact komt met het diepere en schonere grondwater. Zeker als deze ontwikkeling een grote vlucht neemt - bepalend daarvoor is de ontwikkeling van de drinkwaterprijs - kan het op termijn leiden tot een aantasting van de grondwaterkwaliteit. Blijkens een recent advies van de Commissie Integraal Waterbeheer (CIW) wordt nog een toename van de onttrekking door kleine winningen met enkele miljoenen m<sup>3</sup>/jaar verwacht. Daarom stelt zij voor in verdrogingsgevoelige gebieden ook de kleine winningen te laten vallen onder de vergunningsplicht op basis van de Grondwaterwet en in dat kader ook de regelgeving voor de bescherming van het grondwater te verbeteren.

#### *Verdroging in historisch perspectief*

Door de toenemende vraag naar drinkwater begon aan het einde van de vorige eeuw de grondwaterwinning in de duinen last te krijgen van verzilting. De onttrekking oversteeg de natuurlijke aanvulling, waardoor het zoet/zout grensvlak onder de duinen omhoog kwam met als gevolg verzilting van de pompputten. Als mitigerende maatregel wordt in de duinen sinds circa 1950 eerst ongezuiverd en later voorgezuiverd Rijn-, Maas- en IJsselmeerwater aangevoerd. Ook nadat het water is voorgezuiverd bevat het echter nog zoveel systeemvreemde stoffen (met name fosfaat en nitraat) dat dit, samen met het door de grondwaterwinning sterk gewijzigde hydrologische systeem van de duinen, leidt tot verruiging (riet, brandnetel, wilgenroosje, braam) van de oorspronkelijke duinvegetatie. Het natuurlijke karakter van de natte en vochtige duinvalleien is hierdoor sterk aangetast. Sinds enige jaren worden echter grootschalige herstelprojecten uitge-

voerd. Door het operationeel worden van de diepinfiltratietechniek kunnen de oppervlakkige infiltratiekanalen worden gedempt en kan het oorspronkelijke hydrologische systeem deels worden hersteld. Op een aantal plaatsen zijn de resultaten in de vorm van stijgende grondwaterstanden al zichtbaar.

In de rest van Nederland heeft verdroging zijn intrede gedaan rond de jaren '50. Na de Tweede Wereldoorlog moest voor de groeiende bevolking steeds meer voedsel en drinkwater worden geproduceerd. Ruilverkavelingen, verbetering van de ontwatering, inpol-



Figuur 4.9.2 Berekende effecten van ruilverkavelingen op de grondwaterstand en de gemeten daling van de stijghoogte in het hogere deel van Nederland, 1950-1990 (Bron: SC-DLO en NITG-TNO).

deringen, peilverlaging, aanleg van drainagestelsels en de normalisatie en kanalisatie van meanderende beken namen een grote vlucht, alles om de productieomstandigheden voor de landbouw zoveel mogelijk te kunnen beheersen. Ter compensatie van de onvermijdelijke vochttekorten werd water van elders aangevoerd. Na het extreem droge jaar 1976 nam beregening uit grondwater een grote vlucht. Het areaal cultuurgrond, dat uit grondwater beregend kan worden, is tussen 1976 en 1985 toegenomen van 66.000 tot 170.000 ha; geschat wordt dat toen gemiddeld 100 miljoen m<sup>3</sup> grondwater per jaar werd gebruikt voor beregening. In 1992 werd 180 miljoen m<sup>3</sup> water gebruikt voor beregening, waarvan circa 130 miljoen m<sup>3</sup> uit grondwater; in 1996 ging het respectievelijk om 230 miljoen m<sup>3</sup> en 140 miljoen m<sup>3</sup>. De grondwaterwinning ten behoeve van de openbare drinkwatervoorziening is tussen 1950 en 1996 toegenomen van circa 300 tot circa 830 miljoen m<sup>3</sup>/jaar (zie *paragraaf 3.10*). In dezelfde periode nam de eigen grondwaterwinning voor de industrie af van circa 300 (overigens via 500 miljoen m<sup>3</sup>/jaar in 1972) tot 200 miljoen m<sup>3</sup>/jaar. Deze daling is mede het gevolg van het inwerking treden van de Wet verontreiniging oppervlaktewater in 1970.

Het effect van ruilverkavelingen op de ondiepe grondwaterstand is substantieel (*figuur 4.9.2*). In het hogere deel van Nederland is een verlaging van 10 tot 40 cm berekend, plaatselijk zelfs 40 tot 120 cm. De samenhang van dit effect met het voorkomen van verdroogde natuurgebieden is groot. In dezelfde figuur is eveneens de verandering van de stijghoogte van het diepe grondwater afgebeeld. Hierin speelt vooral de toegenomen grondwaterwinning een dominante rol. In Limburg mag een invloed van de grondwaterbemaling voor de bruinkoolwinning in Duitsland worden verondersteld.

### *Effecten*

Effecten op de grondwaterstand en vervolgens op de natuur zullen pas op langere termijn duidelijk worden. Een toegesneden en praktisch toepasbaar monitoringssysteem om het hydrologisch en ecologisch herstel te volgen ontbreekt. De effectiviteit van het anti-verdrogingsbeleid kan daardoor niet goed in beeld worden gebracht (zie ook *paragraaf 5.1*). De voortgang van de verdrogingsbestrijding kan tot nog toe alleen worden afgemeten aan het aantal in uitvoering en voorbereiding zijnde projecten en de daarmee gemoeide investeringen.

## **4.10 De gebiedsgerichte benadering**

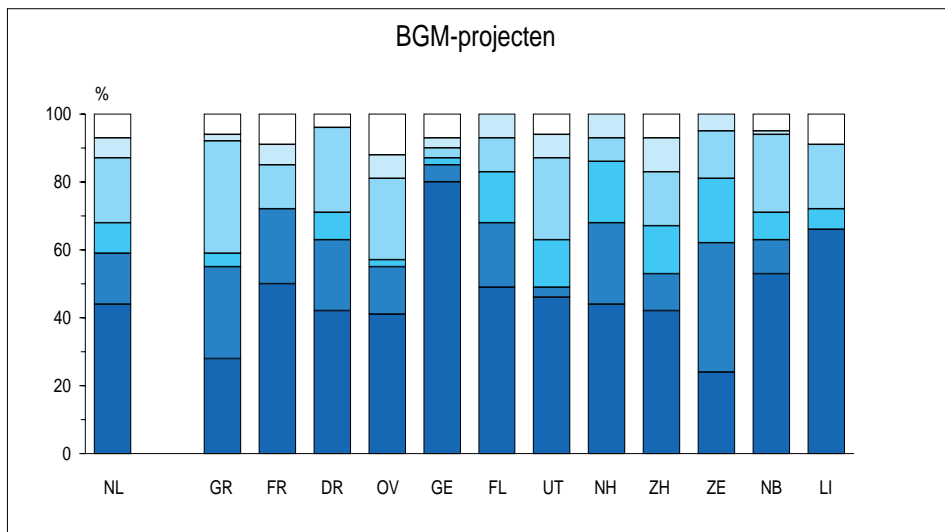
- De BGM- en de VOGM-regeling hebben een stimulerende werking gehad op de totstandkoming en uitvoering van het gebiedsgericht beleid op regionaal en gemeentelijk niveau.
- Er is onvoldoende inzicht in het milieurendement en de kosteneffectiviteit van de in het kader van het gebiedsgericht beleid genomen maatregelen. Gewerkt wordt aan de ontwikkeling van een daarvoor geschikt monitoring- en modelleringsinstrumentarium.

### Inleiding

De regionale verschillen in milieudruk, gevoeligheid en functie zijn in 1989 aanleiding geweest om naast het doelgroepen- en themagerichte beleid als derde beleidspoor het geïntegreerde gebiedsgerichte beleid te introduceren. De belangrijkste in dat kader ingestelde regelingen zijn de BGM-regeling (Bijdrageregeling gebiedsgericht milieubeleid; totaal budget 123 miljoen gulden voor de periode 1996-1999) en de VOGM-regeling (Vervolgbijdrageregeling ontwikkeling gemeentelijk milieubeleid; budget 6,09 gulden per inwoner per jaar voor de periode 1995-1997). In het kader van deze regelingen wordt richting Rijk verantwoording afgelegd over aantal, voortgang en kosten van de gebiedsgerichte projecten.

### De BGM-regeling

De BGM is een subsidieregeling ter ondersteuning van gebiedsgericht milieubeleid en voorziet onder andere in financieringsstromen voor het ROM-gebiedenbeleid. In de beginperiode van de BGM-regeling is door de provincies vooral aandacht geschonken aan de aanwijzing van gebieden, de opbouw van de organisatie en het opstarten van projecten. Veelal was daarbij geen sprake van vooraf vastgestelde, afrekenbare doelen. Momenteel wordt steeds meer aandacht geschonken aan het opstellen van een strategie, een plan van aanpak met afrekenbare doelen en het opzetten van een monitoringsprogramma. In tegenstelling tot de vele andere financiële regelingen zijn de toekenningscriteria van de BGM-regeling ruim geformuleerd. Hierdoor is een scala aan projecten met zeer verschillend 'milieugehalte' vanuit de BGM medegefinancierd. Uit een in 1998 uitgevoerde evaluatie blijkt dat bijna de helft van de BGM-projecten direct gericht is op het bereiken van milieueffecten, 15% op natuur en landschap en 19% op proces-gerichte activiteiten (zoals landbouwstudiegroepen, voorbeeldprojecten en voor-



Figuur 4.10.1 De verdeling van de BGM-projecten over thema's in 1998; landelijk en per provincie (Bron: Novioconsult).

Onderzoek  
 Planvorming  
 Procesgericht  
 Integraal  
 Natuur en landschap  
 Direct milieueffect

lichting; *figuur 4.10.1*). Landelijk gezien draagt de BGM-regeling 15-25% bij aan de kosten van het gebiedsgerichte milieubeleid van de provincies. Uit de evaluatie blijkt ook dat de BGM-regeling in belangrijke mate heeft bijgedragen aan de versterking van het gebiedsgericht milieubeleid: de uitvoering van reeds lopende projecten wordt er door vergemakkelijkt en nieuwe initiatieven komen sneller van de grond. Verder blijkt dat de BGM-gelden mede zijn gebruikt om generiek beleid in de betrokken gebieden te realiseren. Tot dusverre werden bijna 1000 projecten vanuit de BGM-regeling medegefinancierd. Manco van de regeling en bijbehorende monitoring is, dat geen zicht bestaat op het milieurendement en de kosteneffectiviteit van deze projecten. Momenteel wordt door VROM in samenwerking met andere ministeries ter vervanging van de BGM-regeling voor de landelijke gebieden gewerkt aan een nieuwe regeling Stimulering gebiedsgericht beleid (SGB2000) die in 2000 van start zal gaan. Voor stedelijke gebieden is het Investeringsbudget stedelijke vernieuwing (ISV) in ontwikkeling.

#### *De VOGM-regeling*

De VOGM-regeling had een looptijd van drie jaar (1995-1997) en was gericht op het op een adequaat niveau brengen van de wettelijk verplichte gemeentelijke milieutaken en voor het institutionaliseren van de milieutaakuitvoering in de gemeentelijke organisatie. Uit een recent gereedgekomen evaluatie blijkt dat de doelstelling om de milieutaken op een adequaat niveau te brengen door 92% van de gemeenten geheel (35%) of vrijwel geheel (57%) is gerealiseerd. Slechts 8% van de gemeenten haalde in 1998 het adequate niveau niet en heeft niet optimaal gebruik gemaakt van de financiële ondersteuning vanuit de rijksbijdrageregelingen. De regeling heeft een duidelijk katalyserende werking gehad, waardoor in sterkere mate ook eigen gemeentelijke middelen zijn ingezet. Evenals bij de BGM was het bij de VOGM niet mogelijk inzicht te krijgen in het milieurendement en kosteneffectiviteit van de op basis van de regeling uitgevoerde maatregelen. Dit wordt door het beleid als een belangrijk onderwerp gezien voor een eventuele vervolgregeling.

Sinds enkele jaren wordt door de Vereniging Nederlandse Gemeenten en de Inspectie Milieuhygiëne gewerkt aan het opzetten van een systeem van gemeentelijke milieumonitoring. Hierbij komen naast de milieubeleidsprestaties van de gemeenten tevens bron- en effectindicatoren aan bod. Inmiddels zijn afspraken gemaakt over een in 2000 te implementeren lijst van 38 overheidsprestatie-indicatoren. Vooruitlopend op deze ontwikkelingen worden door diverse gemeenten jaarlijks 'milieumonitoren' uitgebracht en wordt door verschillende instanties gewerkt aan een format voor een gemeentelijke milieumonitor. Zo is door de Milieudienst Rijnmond het initiatief genomen om, naast een rapportage voor het gehele Rijnmondgebied, te komen tot een (wat betreft systematiek) uniforme milierapportage voor alle Rijnmondgemeenten. Tot dusverre zijn deze verschenen voor 9 van de 17 Rijnmondgemeenten.

### Project Drentsche Aa/Elperstroom

Dit ROM/WCL-project is gestart in 1995 en loopt tot 2002. Vanuit milieuoptiek belangrijke aandachtspunten zijn onder andere het herstel van de natuurfunctie in het stroomgebied door vermindering van de milieudruk (mest en bestrijdingsmiddelen) en verhoging van het waterpeil om zo de verdroging tegen te gaan. Vanuit de algemene

doelstelling zijn een aantal gekwantificeerde subdoelstellingen en een bijbehorend pakket van maatregelen en indicatoren gedefinieerd. Van de 32 deelprojecten waren er eind 1997 negen afgerond. Van het beschikbare budget van 32 miljoen gulden was toen ongeveer de helft besteed.

Tabel 4.10.1 Realisatie doelstelling natuur- en drinkwaterfunctie in 1997 (Bron: provincie Drenthe).

Maatregel	Maatregelen 1997		Gerealiseerd kosten 1997	Gerealiseerd deel doelstelling emissiereductie
	Planning	Gerealiseerd		
	%			
Sanering riooloverstorten	40	10	25	9
Sanering overige lozingen	100	95	65	95
Inrichten spuitvrije zones	65	80	60	80
Inrichten vulplaatsen	100	175	175	100
Inrichten wasplaatsen	100	70	70	70

Tot dusverre zijn bij 40% van het areaal vochtige heide en schraal grasland en 70% van het parklandschap natuurherstelmaatregelen genomen. Bij circa 15% van het verdroogde gebied zijn peilverhogende maatregelen getroffen. Verder is getracht de belasting van bodem en oppervlaktewater terug te dringen door onder andere inrichten van vul- en spoelplaatsen voor landbouwwerktuigen, inrichten van spuitvrije zones, sanering van lozingen (tabel 4.10.1), door het bevorderen van geïntegreerde akkerbouw (bij 16 voorloopbedrijven emissiebeperking stikstof van circa 55 kg/ha/j, inclusief 25 kg/ha/j door het telen van nagewas, en voor fosfaat 60 kg/ha/j) en voor bestrijdingsmiddelen

onder andere door milieuvriendelijke maïsteelt (emissiebeperking circa 30%). Bij het definiëren van de maatregelen is in het kader van dit project nadrukkelijk aandacht geschonken aan het effect van deze maatregelen op de totale milieubelasting in het betrokken gebied en aan de kostenaspecten. Alhoewel in het Drentsche Aa gebied relatief veel meetgegevens beschikbaar zijn, is het door tijdvertragingseffecten en het ontbreken van een adequaat monitoring- en modelinstrumentarium meestal niet mogelijk harde uitspraken te doen over de (potentiële) verbetering van de omgevings- en milieukwaliteit als gevolg van de genomen maatregelen.

## 5 EFFECTEN

### 5.1 Effecten op ecosystemen

- De nutriëntenrijkdom van de bodem in natuurgebieden is sinds 1950 significant toegenomen. De depositie van stikstof is hoger dan de voor het betreffende ecosysteem kritische waarde.
- Als gevolg van effectgerichte maatregelen treedt lokaal herstel van de natuur op. Met name pionierssoorten profiteren hiervan. Voor duurzaam herstel dient de verzurende en vermestende depositie verder te worden teruggedrongen. Ook de hydrologische condities (verdroging) dienen sterk te worden verbeterd.
- Door de aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater is een verhoogde sterfte van waterorganismen waargenomen.

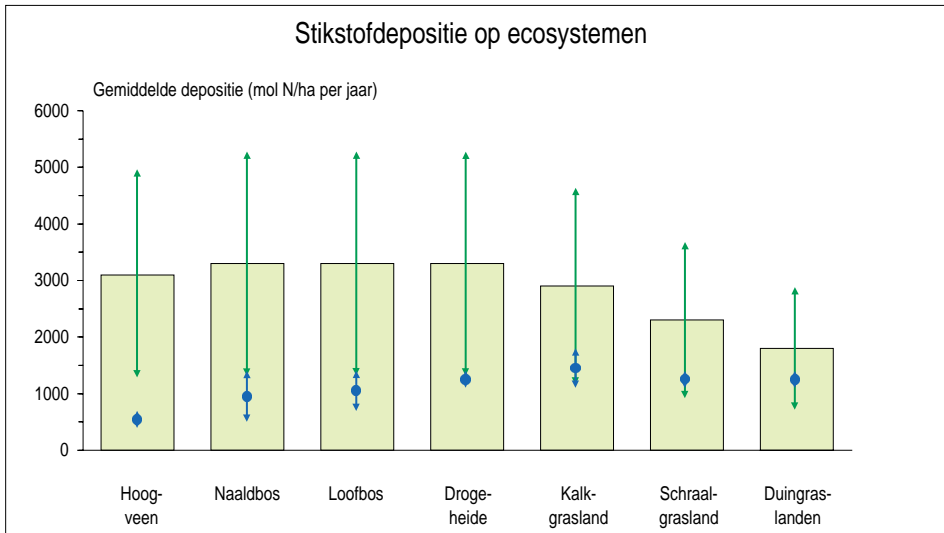
#### *Inleiding*

De achteruitgang van ecosystemen komt op verschillende manieren tot uitdrukking. In vrijwel alle gevallen gaat het om veranderingen in aantallen en soortensamenstelling. In bodem en water hebben de verhoogde gehalten van bepaalde stoffen tot gevolg dat organismen verdwijnen en andere organismen daarvoor in de plaats komen. Vaak is sprake van indirecte effecten. Een verandering van de nutriëntenrijkdom in de bodem door bijvoorbeeld vermessing of verdroging kan aanleiding geven tot veranderingen in de vegetatie. Hierdoor kunnen veranderingen optreden in de samenstelling van de insectenpopulatie, die weer kan leiden tot een verandering in de soortensamenstelling bij vogels. Het leggen van een relatie tussen effecten op ecosystemen en milieudrukfactoren is daarom niet eenvoudig. In het veld kunnen slechts delen van het ecosysteem en van de milieudrukfactoren worden onderzocht. De beschrijving van oorzaak-gevolg relaties vergt een veelomvattende benadering, die gezien de complexiteit en de variabiliteit van het systeem slechts langzaam wetenschappelijk inzichtelijk kan worden gemaakt (zie *tekstbox* Verandering natuurwaarde). Als meer zicht is verkregen op het aandeel van milieudrukfactoren in ecosysteemveranderingen is het mogelijk tot een efficiëntere selectie van maatregelen te komen.

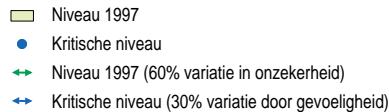
#### *Effecten van vermessing en verdroging*

De vermestingsdruk op de natuur in Nederland is nog steeds te hoog. Op basis van diverse onderzoeken zijn de niveaus van stikstofdepositie bepaald, waarbij nog net geen veranderingen zijn waargenomen in natuurlijke vegetatietypen. Deze empirisch vastgestelde kritische depositieniveaus voor (totaal-)stikstof zijn vergeleken met de nationale depositieniveaus (situatie 1997, *figuur 5.1.1*).

Nationaal gezien wordt voor alle onderscheiden ecosystemetypen de kritische depositie in belangrijke mate overschreden. Met name de van nature voedselarme hoogvenen zijn erg gevoelig voor stikstofdepositie. Globaal gezien is de mate van overschrijding hoger bij toenemende gevoeligheid voor vermessing (ofwel afnemende kritische depositie).



Figuur 5.1.1 Overschrijding empirische kritische depositieniveaus voor totaal-stikstof, 1997.

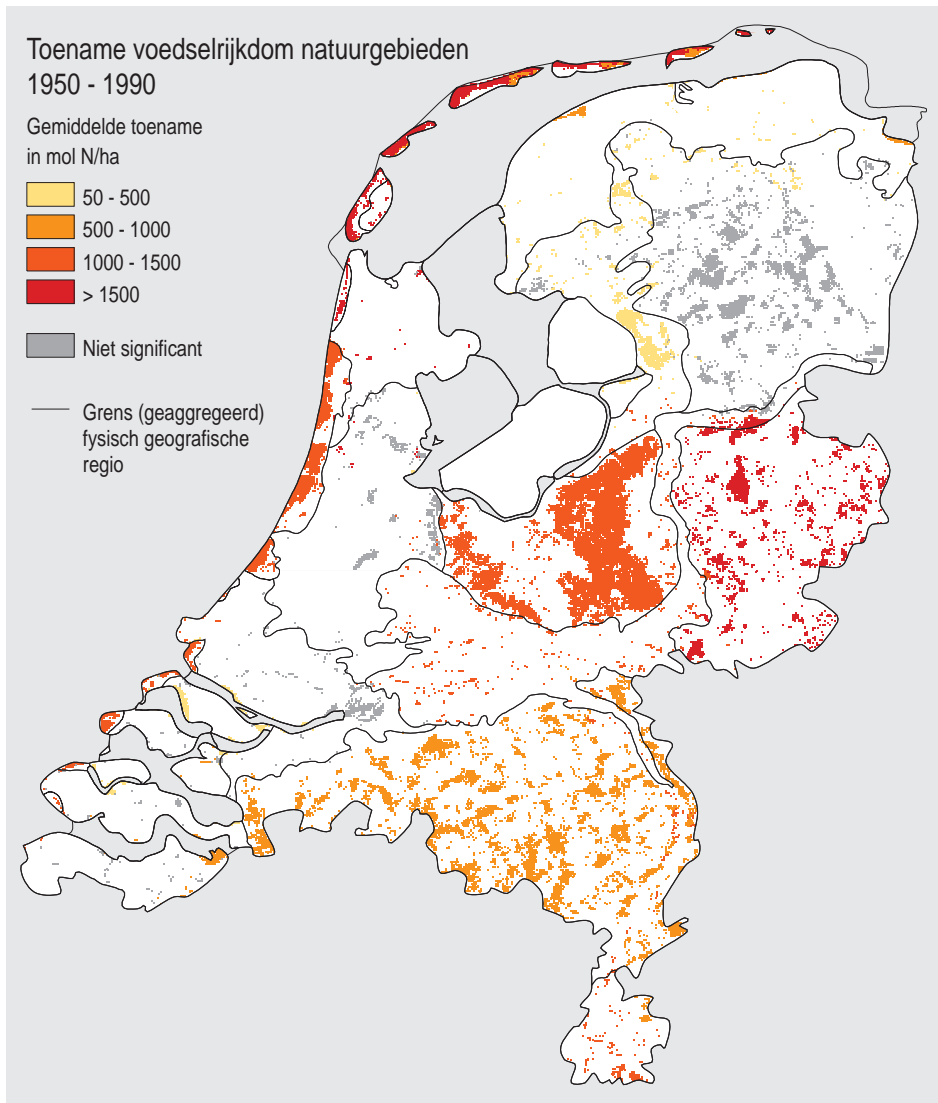


Uitzondering hierop zijn vooral de graslanden in de duinen, waar de depositie van stikstof lager is dan het nationaal gemiddelde.

Veranderingen in de voedselrijkdom van de bodem in natuurgebieden kunnen ook worden afgeleid uit de soortensamenstelling van wilde planten. Over de verandering van de soortensamenstelling zijn gegevens beschikbaar over de afgelopen 50 jaar.

De sterkste toename van voedselrijkdom is opgetreden in het noordelijk duingebied en de hogere zandgronden in het oostelijk deel van Nederland (Overijssel en Gelderland) (figuur 5.1.2). Een toename, maar minder sterk, is er eveneens in het zuidelijk duingebied, de hogere zandgronden in midden- en zuid-Nederland, het rivierengebied en het heuvelland. Een geringe toename is te vinden in de zeeklei- en laagveengebieden. De toename van voedselrijkdom in de duingebieden is niet alleen toe te schrijven aan atmosferische depositie, maar ook aan voortgaande bodemontwikkeling door het vastleggen van duinbodems, de inlaat van systeemvreemd (voedselrijk) water voor de drinkwaterwinning en de toename van de mineralisatie ten gevolge van verdroging. De toename in het oostelijk zandgebied is een direct gevolg van de vermistingsdruk in dit gebied. Een soortgelijke toename zou ook verwacht worden in het zuidelijk zandgebied. Uit de analyse blijkt echter een matige toename, waar vooralsnog geen duidelijke verklaring voor te geven is.

In 1998 is de regeling Effectgerichte Maatregelen (later: Overlevingsplan Bos en Natuur (OBN)) geëvalueerd. Deze regeling is als tijdelijk bedoeld. Uiteindelijk moet het bron-



*Figuur 5.1.2 Verandering in de voedselrijkdom in natuurgebieden per fysisch geografische regio, 1950/1970-1990.*

gerichte beleid het OBN weer overbodig maken. Maatregelen die in het kader van het OBN zijn uitgevoerd omvatten onder meer baggeren, dunnen en omvormen, verbetering van de hydrologie, plaggen en inrichting en begrazing. Uit een evaluatie, waarbij de effecten van projecten die zijn uitgevoerd in de periode 1989-1995 (8900 ha) zijn onderzocht, is naar voren gekomen dat met name de pionierssoorten in diverse terreintypen lokaal goed zijn teruggekomen. Ook blijkt echter, dat een project alleen kansrijk is als de abiotische condities (zuurgraad, vocht, nutriënten) daadwerkelijk hersteld kunnen worden. Op veel locaties is op dit moment geen herstel mogelijk door externe invloe-

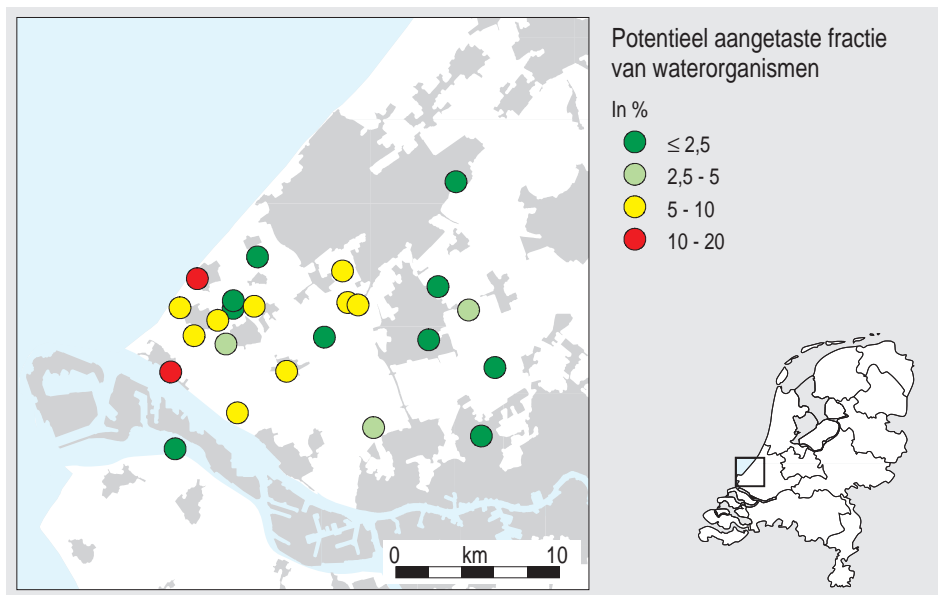
den, met name van vermesting, verzuring en verdroging. In gebieden met een hoge verzurende en vermestende depositie zijn in feite sterkere emissiereducties nodig dan in gebieden met een gemiddelde achtergronddepositie. Voor verdroging geldt, dat voor een duurzaam herstel in veel gevallen niet volstaan kan worden met de aanpassing van de hydrologie in het verdroogde natuurgebied, maar dat ook maatregelen moeten worden getroffen in de (ruime) omgeving van het verdroogde object.

### *Effecten van bestrijdingsmiddelen*

Sinds enige jaren wordt door het Hoogheemraadschap Delfland een omvangrijk meetprogramma uitgevoerd naar de omvang en de effecten van het gebruik van bestrijdingsmiddelen op de waterkwaliteit in het Westlandse tuinbouwgebied. Hiertoe wordt met grote regelmaat de concentratie van een veertigtal bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater gemeten. De chemische metingen worden aangevuld met een jaarlijkse inventarisatie van voorkomende waterplanten, algen en macrofaunasoorten. Bovendien zijn een groot aantal ecotoxicologische kooiexperimenten uitgevoerd waarmee de sterfte wordt gemeten in populaties watervlooien als indicatie van de ter plekke heersende waterkwaliteit.

De toxische druk van de in het water aanwezige bestrijdingsmiddelen kan worden weergegeven door de gemeten concentraties om te rekenen naar het percentage van soorten planten en dieren dat hier mogelijk hinder van ondervindt: de potentieel aangetaste fractie (PAF; *figuur 5.1.3*).

Bij de ecotoxicologische risicoschatting van stoffen hanteert de overheid een potentiële aantasting van 5% van de soorten als rekenwaarde. Op 11 van de 24 locaties in het West-



*Figuur 5.1.3 Potentieel aangetaste fractie van de soorten waterorganismen in het Westland.*

land ondervindt meer dan 5% van de soorten mogelijk hinder van de aanwezige belasting met bestrijdingsmiddelen. De verhoogde toxische druk, zoals berekend uit de gemeten concentraties, wordt in het veld gestaafd door de waargenomen sterfte in de blootgestelde populaties watervlooiën. Op de meest belaste plekken is een duidelijk verhoogde sterfte waarneembaar. Ook wordt de toxische druk weerspiegeld in de soorten-samenstelling van waterorganismen. Een aantal soorten, dat voorkomt op de minst belaste locaties, is niet aanwezig op locaties met een sterk verhoogde toxische druk. Het verdwijnen van de meest gevoelige soorten schept voor minder gevoelige soorten omstandigheden om zich onevenredig te kunnen ontwikkelen.

### Hormoonontregelaars in ecosystemen

Al een aantal jaren wordt bij verschillende diersoorten verstoring van de voortplanting geconstateerd. Dat wordt toegeschreven aan stoffen die een ontregelende werking hebben op hormoon-systemen (zie ook Milieubalans 97). Onlangs heeft de Gezondheidsraad hierover een advies uitgebracht. Het gaat vooral om bestrijdingsmiddelen en natuurlijke en synthetische hormonen, die in ons land door mens en dier in aanzienlijke hoeveelheden worden uitgescheiden. Door uitspoeling en via RWZI's komen deze stoffen in het oppervlaktewater terecht. De concentraties van deze hormonen in de grote rivieren lijken globaal genomen voldoende hoog voor het teweegbrengen van effecten bij aquatische dieren. In gebieden met intensieve veeteelt mag worden aangenomen dat nog hogere concentraties van natuurlijke hormonen in het oppervlaktewater, met name in de kleinere sloten voorkomen.

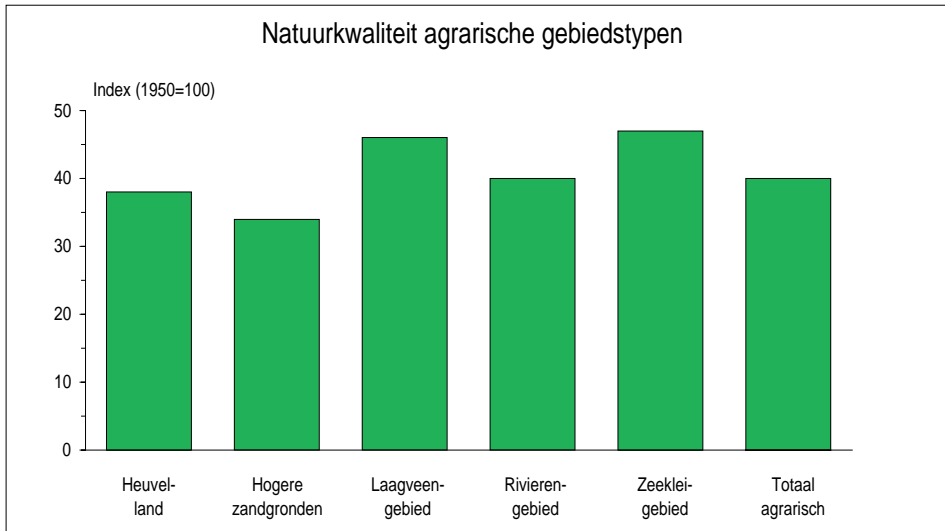
De effecten van hormoonontregelende stoffen op de voortplanting van dieren zijn in aquatische ecosystemen aangetoond. Bij vissen zijn ongunstige

verschijnselen waargenomen die zijn toe te schrijven aan deze stoffen. Van bepaalde slakkensoorten, (onder andere de wulk) in de kustgebieden van de Noordzee is al langer bekend, dat zij door één enkele stof (tributyltin uit aangroeiwerende verf op schepen) worden aangetast. Mede om die reden is het gebruik van die stof verboden. Ook de schade ten gevolge van de boomkorvisserij speelt een rol van betekenis bij het verdwijnen van de wulk. Omdat de wulk de enige leverancier is van schelpen die groot genoeg zijn om volwassen heremietkrabben te herbergen, zijn ook effecten op deze soort te verwachten. Over de gevolgen voor op het land levende dieren is veel minder bekend. Rijkswaterstaat coördineert het Landelijke Onderzoek Oestrogene Stoffen (LOES) dat zich richt op de aanwezigheid van de meest verdachte (xeno-)oestrogenen en de oestrogene potentie van deze stoffen, opgelost in zwevend stof, sediment en biota van aquatische systemen. De resultaten worden in 2000 gepubliceerd.

### Verandering natuurwaarde

Hoewel de toestand van natuur, bos en landschap zich moeilijk in één getal laat vangen zijn er wel redenen om hiernaar te streven. Behalve dat het een beeld geeft over hoe de natuur in Nederland er bij staat en of het beter of slechter gaat, geeft het ook de mogelijkheid te bepalen wat het aandeel is van de verschillende milieudrukfactoren op ecosystemen als geheel. Nu kunnen alleen effecten worden gegeven op afzonderlijke componenten van het ecosysteem. In *figuur 5.1.4* is een voorbeeld gegeven van een graadmeter voor de kwaliteit van de natuur in agrarische gebieden in de periode 1990-1998 in Nederland, vergeleken met een referentiesituatie. Die referentie kan een beleidsdoel zijn, een historisch moment of een min of meer wenselijk geachte situatie. De invulling van zo'n graadmeter is mede vanwege de keuze van deze referentie niet waardevrij. De gewenste

situatie kan bijvoorbeeld een 'natuurlijke toestand' zijn, waarbij de invloed van de mens verwaarloosbaar is, of een toestand waarin mensen een zekere invloed hebben. In deze beschouwing is de natuurkwaliteit in de periode rond 1950 als referentie gekozen. Met deze gehanteerde berekeningswijze en selectie van soortengroepen is de natuurkwaliteit van de agrarische gebieden in Nederland sinds 1950 met 60% afgenomen. In de zeelei- en laagveengebieden verminderde de natuurkwaliteit in deze periode met ongeveer de helft. De kwaliteit van gebieden in landbouwkundig gebruik in het heuvelland en op de hogere zandgronden is met circa tweederde afgenomen. Deze achteruitgang deed zich voor in alle vier onderzochte groepen organismen: vaatplanten, vogels, dagvlinders en in mindere mate vleermuizen. Voor dagvlinders was de achteruitgang in voorkomen het grootst. De



*Figuur 5.1.4 De natuurkwaliteit van vijf agrarische gebiedstypen, 1990-1998 vergeleken met de kwaliteit van omstreeks 1950 (Bron: CBS, SOVON, Vlinderstichting, FLORON en VZZ).*

afname in het voorkomen van veel soorten ging gepaard met de toename van enkele soorten. De meest waarschijnlijke oorzaak van de geconstateerde achteruitgang is de intensivering van het gebruik van het agrarisch gebied sinds 1950. Nadere analyses zullen hier uitsluitsel over moeten geven. Een voorlopige analyse laat zien dat sinds 1990 noch sprake is van een verdere afname, noch van een significante verbetering van de kwaliteit. Het resultaat van kwaliteit en omvang van een

gebied bepaalt de natuurwaarde. Het areaal landbouwgebied nam tussen 1950 en 1998 slechts in beperkte mate af, gemiddeld met ruim 5%; het sterkst in het heuvelland (circa 20%), terwijl er dankzij de inpolderingen een toename was van 2% in de oppervlakte landbouwkundig areaal in het zeekleigebied. Daardoor is de afname van de natuurwaarde in het agrarisch gebied vrijwel geheel te verklaren uit een afname van de natuurkwaliteit.

## 5.2 Effecten op de volksgezondheid

- De huidige niveaus van fijn stof en ozon in Nederland gaan gepaard met gezondheidseffecten zoals vroegtijdige sterfte en extra ziekenhuisopnamen.
- Het structureel verlagen van fijn stof niveaus levert potentieel meer gezondheidswinst op dan een tijdelijke maatregel zoals het stilleggen van verkeer tijdens een extreme smogepisode.

### *Inleiding*

Deze paragraaf behandelt de gezondheidseffecten door blootstelling aan milieufactoren en sluit aan op het thema Verspreiding (*paragraaf 4.5*), Verzuring en grootschalige luchtverontreiniging (*paragraaf 4.3*) en Verstoring (*paragraaf 4.8*). De nadruk ligt niet op volledigheid maar op actualisatie van gegevens van voorgaande jaren op basis van nieuwe wetenschappelijke informatie.

De volksgezondheid heeft zich de afgelopen 150 jaar gunstig ontwikkeld. De gemiddelde levensverwachting is in deze periode gestegen van ongeveer 35 tot 75 jaar. Dit is te danken aan de toegenomen welvaart, het beheer van schadelijke omgevingsfactoren (bijvoorbeeld door centrale drinkwatervoorziening), de gezondheidszorg en het milieubeleid. Ook in de milieukwaliteit zijn het laatste decennium verbeteringen opgetreden. Zo zijn de concentraties van stoffen als zwaveldioxide, dioxinen, benzeen en lood aanzienlijk afgenomen. Het effect van maatregelen kan hierbij aanzienlijk zijn, zoals voor dioxinen. De emissies hiervan zijn sinds het begin van de jaren '90 met meer dan 80% gedaald, vooral door een forse reductie in de uitstoot door afvalverbrandingsinstallaties. Soms is het effect van dergelijke dalingen goed zichtbaar onder de bevolking. Voor lood bijvoorbeeld heeft de afname van emissies sinds 1975 zich doorvertaald naar een afname van loodgehalten in het bloed met zo'n 75%. Echter niet alle blootstellingen zijn makkelijk te reduceren. Hardnekkige problemen blijven de concentraties van fijn stof en van ozon. Deze leveren een belangrijke bijdrage aan het milieugerelateerde gezondheidsverlies in Nederland (2-4% van het totale gezondheidsverlies), mede doordat veel mensen eraan worden blootgesteld. Ook wordt een groot aantal mensen blootgesteld aan geluid en UV-straling.

#### *Fijn stof en ozon*

Gezondheidseffecten van 'klassieke' wintersmogepisoden werden tot het begin van de jaren '90 in verband gebracht met de concentratie van SO<sub>2</sub> en grof aërosol (TSP). De tegenwoordig optredende niveaus van SO<sub>2</sub> zijn echter aanmerkelijk lager dan in de jaren '70 en '80, terwijl gezondheidseffecten worden aangetoond bij concentraties van deeltjesvormige luchtverontreiniging waarvan vroeger gedacht werd dat ze niet tot effecten zouden leiden. Tegenwoordig wordt de concentratie van fijn stof (PM<sub>10</sub>) als de meest bruikbare indicator voor gezondheidseffecten beschouwd. Fijn stof in de lucht is afkomstig van emissies van primaire stofdeeltjes (bijvoorbeeld roetdeeltjes vanuit het verkeer) en wordt voor een groot deel in de lucht gevormd uit stoffen als SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub>. Gezondheidseffecten worden niet alleen veroorzaakt door de hoge concentraties van fijn stof tijdens episoden in de winter, maar kunnen ook bij lagere niveaus het hele jaar door optreden. Bij zomersmogepisoden kunnen ook de concentraties van ozon (op leefniveau) leiden tot gezondheidseffecten.

Op basis van Nederlandse gegevens over ziekte- en sterftegevallen is berekend in welke mate gezondheidseffecten in Nederland optreden door luchtverontreiniging (*tabel 5.2.1*). Het effect van ozon en fijn stof is hierbij niet volledig uit elkaar te houden. Geschat wordt dat de huidige niveaus ozon en fijn stof leiden tot circa 1-3% vroegtijdige sterfte en extra ziekenhuisopnamen voor luchtwegaandoeningen. Deze relaties worden voornamelijk gevonden bij ouderen (> 65 jaar) en bij personen die al hart- of longaandoeningen hebben. Hoewel het aantal vroegtijdige sterftes een aanwijzing is voor de omvang van de effecten van luchtverontreiniging op de gezondheid, zegt dit nog niets over het levensduurverlies dat hieraan is gerelateerd. Aangenomen wordt dat het per geval een levensduurverlies betreft van enkele dagen tot 1 à 2 jaar.

Tabel 5.2.1 Geschatte gemiddelde jaarlijkse omvang van de gezondheidsrisico's in de Nederlandse bevolking geassocieerd met de gemiddelde 8-uurs (12.00-20.00) zomerozonconcentratie 1986-1994 ( $74 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en met de jaargemiddelde concentraties fijn stof ( $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (Bron: RIVM).

Gezondheidseffect	Gemiddeld aantal per dag	Extra gevallen per jaar door ozon	Betrouwbaarheidsinterval (95%)	Extra gevallen per jaar door fijn stof	Betrouwbaarheidsinterval (95%)
<b>Ziekenhuisopname</b>					
Luchtwegaandoeningen	129	500	200-800	650	130-1100
Hart- en vaataandoeningen	261	0	0-450	950	250-1700
<b>Vroegtijdige sterfte</b>					
Totaal	333	2100	1500-2700	1000	200-1900
w.v. luchtwegaandoeningen	16	100	0-250	150	0-350
w.v. hart- en vaataandoeningen	142	1250	800-1700	350	0-900

De effectschattingen zijn gebaseerd op de gemiddelde niveaus van ozon en fijn stof van de afgelopen jaren. Meteorologische omstandigheden kunnen de jaargemiddelde concentraties van vooral ozon sterk beïnvloeden. Tijdens een 'slechte zomer' is de ozonconcentratie beduidend lager en is het extra aantal gevallen naar verwachting kleiner.

De huidige schattingen zijn gebaseerd op berekeningen voor de totale Nederlandse bevolking. Deze zijn ongeveer een factor 5 lager dan schattingen gebaseerd op de buitenlandse literatuur (die gebruikt is in vorige Milieubalansen) en representeren waarschijnlijk beter wat in de Nederlandse bevolking aan effecten door luchtverontreiniging verwacht mag worden.

#### *Effect van het stilleggen van lokaal verkeer tijdens een smogepisode*

Eén van de bestaande beleidsmaatregelen bij extreme wintersmogsituaties is het stilleggen van het autoverkeer. Hierbij wordt verondersteld dat dit zal leiden tot een sterke afname van de luchtverontreinigingsniveaus en zodoende tot een vermindering van de mogelijke gezondheidsschade. De bijdrage van het lokale verkeer aan de concentraties die optreden tijdens een smogepisode zoals die eens in de tien jaar wordt verwacht, wordt geschat op gemiddeld 10%.

Wanneer het lokale verkeer tijdens zo'n smogepisode ( $230 \mu\text{g}/\text{m}^3$  fijn stof) zou worden stilgelegd, bedraagt de reductie van het aantal sterfgevallen en ziekenhuisopnamen naar schatting minder dan één in een stad met één miljoen inwoners (tabel 5.2.2).

Het stilleggen van het lokale verkeer bij smogepisoden heeft derhalve maar een beperkte betekenis voor het verminderen van de gezondheidsrisico's. Verdergaande gezondheidsbescherming vergt een structurele verlaging van de emissies en jaargemiddelde concentraties. Naar schatting leidt een reductie van de huidige jaargemiddelde concentraties fijn stof met 5% over een periode van tien jaar al tot 32 minder sterfgevallen en ruim 50 minder ziekenhuisopnamen.

*Tabel 5.2.2 Geschatte reductie in dagelijkse sterfte en in ziekenhuisopnamen voor luchtweg- en hart- en vaat-aandoeningen (absolute aantallen met 95% betrouwbaarheidsinterval) door het stilleggen van het lokale weg-verkeer tijdens een extreme smogepisode, voor een stedelijk gebied met 1 miljoen inwoners.*

Sterfte	Nederlandse studie	Ziekenhuisopnamen	Nederlandse studie
Gemiddeld dagelijks aantal in Nederland (per miljoen)	21 (17-26)	Gemiddeld dagelijks aantal in Nederland (per miljoen)	25 (14-36)
Gemiddeld extra aantal geassocieerd met de luchtkwaliteit	0,20 (0,11-0,30)	Gemiddelde extra aantal geassocieerd met de luchtkwaliteit	0,3 (0,1-0,5)
Extra aantal geassocieerd met de luchtkwaliteit tijdens een extreme episodedag	1,2 (0,6-1,8)	Extra aantal geassocieerd met de luchtkwaliteit tijdens een extreme episodedag	1,7 (0,7-2,5)
Reductie door het stilleggen van het verkeer	0,12 (0,04-0,24)	Reductie door het stilleggen van het verkeer	0,2 (0,05-0,4)
Procentuele reductie door het stilleggen van het verkeer	5-14%	Procentuele reductie door het stilleggen van het verkeer	7-15%

**Het schatten van gezondheidseffecten van fijn stof en ozon**

Fijn stof wordt aangemerkt als een belangrijk probleem voor de volksgezondheid. Bij het formuleren van maatregelen bestaat nog een aantal knelpunten. Allereerst bestaat er een verschil tussen emissies en gevonden concentraties, waardoor onduidelijk is op welke bronnen het beleid zich moet richten. Daarnaast zijn er onzekerheden bij het schatten van de effecten van fijn stof op de volksgezondheid, die voor een deel ook voor ozon gelden. De effecten worden berekend aan de hand van werkelijk gemeten concentraties. De onzekerheden betreffen dan ook het vertalen van de concentraties naar een effect. Vooral nog is er onvoldoende toxicologisch inzicht in de giftigheid van fijn stof, waardoor het niet met zekerheid is te zeggen dat fijn stof de directe oorzaak is van de waargenomen gezondheidseffecten. Voor ozon kan dit op basis van dierproeven en onderzoek bij mensen wel worden aangenomen. Daarom wordt in een aantal recent gestarte toxicologische studies gekeken naar de stoffractie die van belang zou kunnen zijn, naar de samenstelling van het stof (bijvoorbeeld metalen, eiwitten, koolstofdeeltjes) en naar het werkingsmechanisme. Eenduidige resultaten zijn nog niet beschikbaar. Het ontbreken van toxicologisch inzicht in de giftigheid van fijn stof maakt het vooralsnog moeilijk om gezondheidswinst ten

gevolge van maatregelen specifiek gericht op reducties fijn stof in te schatten. Een tweede belangrijke aanname bij het bepalen van gezondheidseffecten van fijn stof betreft de dosis-effect relatie: hoe ziet deze eruit en bestaat er een drempelwaarde waar beneden geen effecten optreden? Meestal wordt uitgegaan van een lineaire relatie tussen de concentratie en het effect. Over het algemeen geldt dat een dergelijke relatie ook wordt gevonden in onderzoek naar het verband tussen fijn stof of ozon en gezondheid. Daarnaast wordt aangenomen dat de effecten optreden zonder drempelwaarde, dat wil zeggen vanaf concentraties van 0 µg/m<sup>3</sup>. Dit heeft grote invloed op de uiteindelijke schattingen. Op basis van de literatuur en Nederlands onderzoek lijkt deze aanname gegrond. Gesteld kan worden dat de grootste onzekerheid in de berekeningen bij de causaliteitsvraag ligt: geeft het verband tussen fijn stof en gezondheidseffecten uit de epidemiologische onderzoeken inderdaad oorzaak en gevolg weer? Voor ozon lijkt dit wel waarschijnlijk, maar op dit moment ontbreekt toxicologisch inzicht om voor fijn stof hetzelfde te veronderstellen. Of reducties in fijn stof niveau's inderdaad zullen leiden tot reducties in gezondheidseffecten blijft derhalve voorlopig enigszins speculatief.

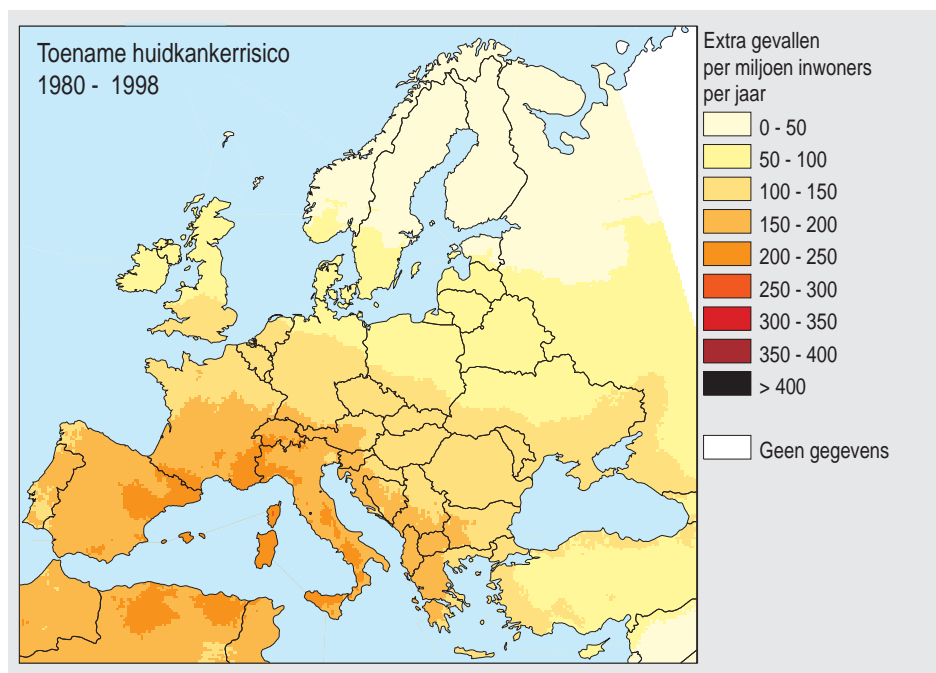
### *Geluid*

De belangrijkste effecten van geluid zijn hinder en slaapverstoring. Alleen hinder wordt periodiek gemeten in de Nederlandse bevolking (*paragraaf 4.8*). De huidige geluidnormen zijn met name gebaseerd op geluidhinder en (voor vliegverkeer) op slaapverstoring. Hinder en slaapverstoring treden op bij blootstelling aan geluid in de woonomgeving vanaf ongeveer 40 dB(A). Bij geluidsniveaus vanaf ongeveer 70 dB(A) treedt gehoorschade op en kunnen ook hoge bloeddruk en coronaire hartziekten optreden. Over het algemeen komen geluidsniveaus van meer dan 70 dB(A) niet voor in de woonomgeving. Bij gevoelige groepen (onder andere geluidgevoelige mensen, ouderen, zieken, jonge kinderen) treden echter mogelijk bij lagere geluidsniveaus al effecten op. Andere gezondheidseffecten waarvoor aanwijzingen bestaan, maar waarvoor het wetenschappelijke bewijs momenteel nog onvoldoende is, zijn onder andere aantasting van het hormoon- en immuunsysteem, psychische stoornissen en beïnvloeding van het prestatievermogen.

Volgens de Volksgezondheid Toekomst Verkenning 1997 waren ten gevolge van geluid van weg- en railverkeer, luchtvaart en industrie in 1995 enkele miljoenen mensen ernstig gehinderd en ook ruim een miljoen mensen vaak in de slaap gestoord, hadden tienduizenden mensen last van hoge bloeddruk en werden enkele duizenden personen opgenomen in het ziekenhuis ten gevolge van coronaire hartziekten. Deze schattingen moeten gezien worden als een indicatie. Het voorkomen van een bepaald gezondheidseffect in de Nederlandse bevolking is geschat met behulp van blootstelling-responsrelaties. Deze bevatten onzekerheden. Daarnaast waren de inzichten over de blootstellingsverdeling van de Nederlandse bevolking aan geluid beperkt en is een schatting gemaakt op basis van soms kleine inventarisaties, waarvan de representativiteit voor de Nederlandse bevolking niet altijd bekend was.

### *UV-instraling*

Indien de UV-instraling (zie *paragraaf 4.2.2*) op het gemiddelde niveau van de jaren '90 blijft en het blootstellingsgedrag niet verandert, zal het jaarlijkse aantal gevallen van huidkanker in Nederland met circa 2000-3000 toenemen, waarvan naar schatting per jaar circa 40-50 personen zullen overlijden. Bij een voortzetting van het huidige internationale beleid is de verwachting dat in Nederland het extra aantal jaarlijkse gevallen van huidkanker door aantasting van de ozonlaag rond het midden van de volgende eeuw uitkomt op 1500-2000. De hoogste toegevoegde risico's in Europa treden op ten zuiden van Nederland (*figuur 5.2.1*) en zijn maximaal tweemaal zo hoog als de toegevoegde risico's in Nederland. Bij de berekening is uitsluitend rekening gehouden met lokale verschillen in UV-belasting.



*Figuur 5.2.1 Extra gevallen van huidkanker bij stabilisatie van de toegenomen UV-belasting op het gemiddelde niveau van 1997-1998 als gevolg van ozonaantasting sinds 1980. Resultaten zijn berekend voor een populatie die qua gevoeligheid, blootstellingsgedrag en leeftijdsopbouw overeenkomt met de Nederlandse bevolking.*



## 6 KOSTEN EN FINANCIERING MILIEUBELEID

- In 1998 bedroegen de milieukosten circa 21 miljard gulden, wat overeenkomt met 2,8% van het BBP. Voor de komende jaren wordt een verdere groei van de milieukosten tot 25 miljard gulden in 2003 geraamd (circa 3% van het BBP).
- De lokale milieulastendruk voor huishoudens neemt tussen 1985 en 2003 sterk toe; in het verleden met name door stijging van de afvalstoffenheffing en in de toekomst vooral door een toename van de rioolrechten.

### *Inleiding*

In dit hoofdstuk worden de totale milieukosten en -lasten gepresenteerd. Milieukosten zijn de jaarlijkse kosten van maatregelen die in het kader van het milieubeheer genomen worden. De milieukosten zijn de som van de kapitaalkosten (afschrijving en rente) en de operationele kosten. Uitgaven van de overheid ten behoeve van het milieu maken onderdeel uit van de milieukosten. De milieukosten zijn, met uitzondering van rendabele maatregelen, berekend volgens de herziene Methodiek Milieukosten. Dit hoofdstuk besteedt tevens aandacht aan groene belastingen, lokale milieulasten van huishoudens en milieu- en energiesubsidies.

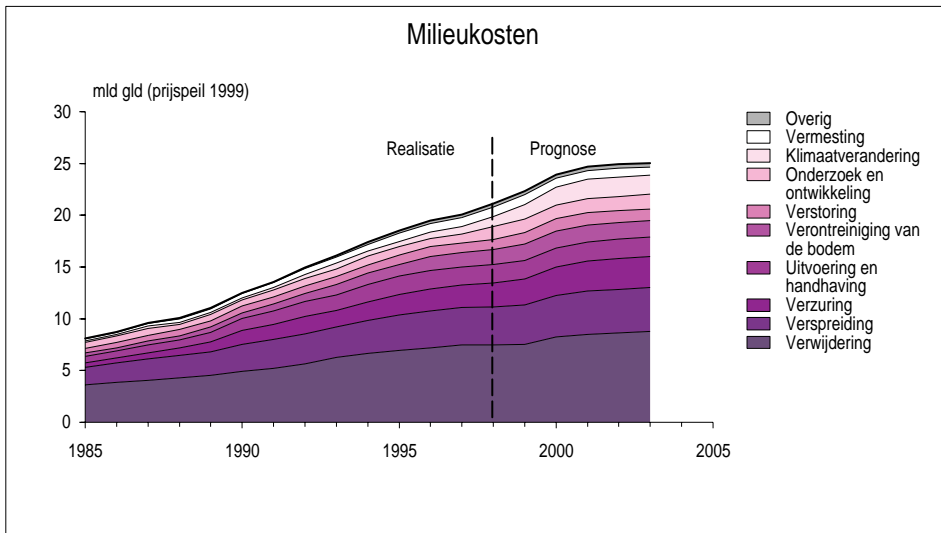
### *Milieukosten*

De jaarlijkse milieukosten zijn in Nederland in de periode 1985-1998 gestegen van 8 tot circa 21 miljard gulden (prijspeil 1999). Tussen 1995 en 1998 zijn de milieukosten met gemiddeld bijna 5% per jaar toegenomen. Voor 2003 worden de totale milieukosten geraamd op 25 miljard gulden (*bijlage 4*), uitgaande van het ‘behoedzaam’ economisch scenario van het CPB.

Het aandeel milieukosten in het bruto binnenlands product (BBP) is in de periode 1985-1998 bijna verdubbeld (*tabel 6.1*). Na 1998 zal het aandeel milieukosten in het BBP naar verwachting verder toenemen, met name door een verdere stijging van de kosten voor het verwijderen van afval en afvalwater en door extra rijksuitgaven voor het milieu. Het aandeel van deze milieu-uitgaven in de totale rijksuitgaven is in de periode 1985-1998 verdubbeld. Een verdere stijging van dit aandeel in 2003 wordt verwacht gezien de begrotingen van de departementen, vooral veroorzaakt door een toename in de uitgaven voor het thema Klimaatverandering.

*Tabel 6.1 Het aandeel milieukosten gerelateerd aan het BBP en milieu-uitgaven van het Rijk ten opzichte van de totale rijksuitgaven, met een prognose volgens het ‘behoedzame’ economische scenario, 1985-2003.*

	1985	1990	1995	1998	2000	2003
%						
Totale milieukosten in BBP	1,5	2,0	2,7	2,8	3,0	3,0
Milieu in totale rijksuitgaven	0,8	0,8	1,0	1,6	2,2	2,1



Figuur 6.1 Milieukosten per thema met een prognose volgens het 'behoedzame' economische scenario, 1985-2003 (Bron: CBS, CPB en RIVM).

De milieukosten worden vanaf 1985 met name gemaakt door de afvalverwijderingsbedrijven, actoren in de waterketen, de industrie en door de overheid. Vanaf 1990 neemt het aandeel milieukosten door andere doelgroepen echter toe. Bij alle doelgroepen zijn de milieukosten in 1998 gestegen ten opzichte van 1995. De totale milieukosten zijn in de periode 1995-1998 met ruim 2,5 miljard gulden toegenomen (bijlage 4). Deze stijging is vooral veroorzaakt door extra milieu-uitgaven van de rijksoverheid en door de ingebruikname van extra verbrandingscapaciteit.

Van de totale milieukosten is in 1998 ruim de helft besteed aan de thema's Verwijdering en Verspreiding (figuur 6.1). Deze kosten zijn gemaakt voor de inzameling en verwerking van afval en afvalwater en voor een breed scala aan emissiebeperkende maatregelen als gevolg van het project Koolwaterstoffen2000, het gewasbeschermingsbeleid en het stoffenbeleid. In de periode 1995-1998 zijn de milieukosten voor de thema's Verzuring, Verontreiniging van de bodem en Onderzoek en ontwikkeling relatief sterk toegenomen. Voor het thema Verzuring zullen de milieukosten ook na 1998 nog toenemen, mede als gevolg van de in het NMP3 opgenomen beleidsintensivering, zoals het invoeren van een systeem van kostenverevening voor  $\text{NO}_x$  en het aanscherpen van de Besluit Emissie-Eisen Stookinstallaties en Centrale Verwarmingseisen.

### Milieulasten

Als rekening gehouden wordt met de herverdelende invloed van milieuheffingen en subsidies, kunnen uit de milieukosten de lasten van het milieubeleid worden vastgesteld. Economische consequenties van milieubeleid worden gedragen door sectoren en niet door doelgroepen. Zo worden bij de doelgroep verkeer en vervoer, waar bijvoorbeeld kosten gemaakt worden voor de aanschaf van katalysatoren, de kosten in werkelijkheid

Tabel 6.2 Milieukosten en -lasten per sector<sup>1)</sup>, 1985-2003 (prijspeil 1999) (Bron: CBS, CPB en RIVM).

	Milieukosten						Milieulasten					
	1985	1990	1995	1997	1998	2003	1985	1990	1995	1997	1998	2003
miljard gulden												
Landbouwsector	0,1	0,3	1,1	1,1	1,1	0,9	0,1	0,3	1,1	1,1	1,0	0,8
Industrie <sup>2)</sup>	1,8	2,8	3,7	4,1	4,2	5,2	1,9	3,1	4,1	4,4	4,5	5,6
Openbaar nut <sup>3)</sup>	0,3	0,6	1,1	1,2	1,2	1,2	0,3	0,8	1,1	1,2	1,2	1,2
Bouwnijverheid	0,5	0,7	0,8	0,9	0,9	1,1	0,6	0,8	1,0	1,0	1,1	1,3
Handel en diensten	0,2	0,5	1,1	1,2	1,2	1,3	0,5	1,0	1,6	1,7	1,7	2,0
Transportsector	0,3	0,4	0,6	0,6	0,7	0,9	0,4	0,6	0,7	0,7	0,8	1,0
Huishoudens <sup>4)</sup>	0,0	0,7	0,5	0,5	0,6	0,9	2,0	3,3	4,6	4,9	5,1	6,6
Rijksoverheid	1,2	1,4	2,1	2,5	3,2	4,4	1,2	0,8	2,4	2,9	3,6	4,7
Lagere overheden	3,8	5,1	7,4	8,0	8,1	9,2	1,2	1,9	1,9	2,1	2,2	1,9
<b>TOTAAL</b>	<b>8,1</b>	<b>12,5</b>	<b>18,5</b>	<b>20,1</b>	<b>21,1</b>	<b>25,1</b>	<b>8,1</b>	<b>12,5</b>	<b>18,5</b>	<b>20,1</b>	<b>21,1</b>	<b>25,1</b>

1) Indeling in sectoren volgens de Standaard Bedrijfs Indeling 1993 van het CBS.

2) Industrie is inclusief delfstoffenwinning en raffinaderijen.

3) Openbaar nut is inclusief de productie en distributie van elektriciteit, aardgas, stoom en warm water en de winning en distributie van water.

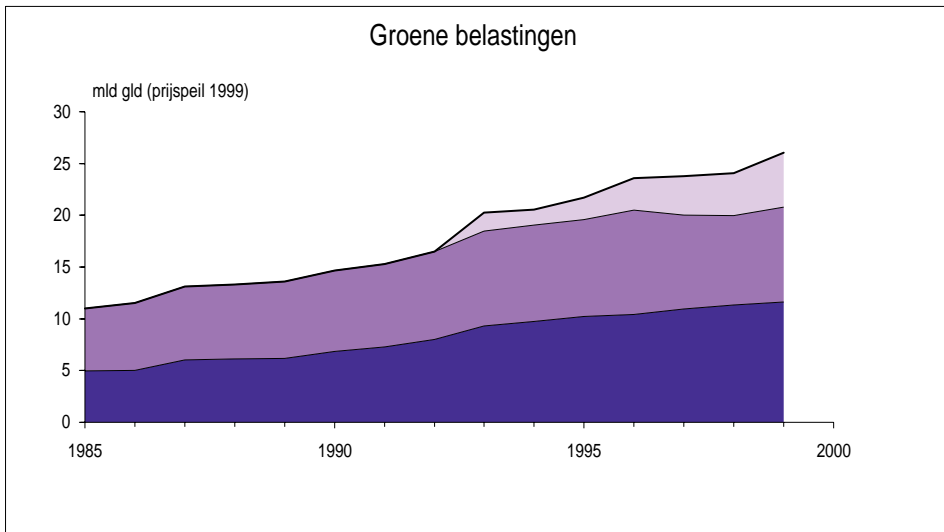
4) Voor 1998 en 2003 betreft het de milieulasten voor huishoudens exclusief de 'zalmsnip' ter verlichting van de lokale lasten.

gedragen door huishoudens en andere sectoren. De milieulasten van de huishoudens zijn fors hoger dan de kosten van maatregelen die door de huishoudens zelf worden getroffen. Bij andere sectoren zoals de landbouw worden de lasten wel grotendeels bepaald door de kosten van eigen maatregelen. De totale milieulasten als gevolg van de getroffen maatregelen komen met name terecht bij de sectoren huishoudens en industrie. Gezamenlijk zijn beide sectoren goed voor bijna de helft van de totale milieulasten in 1998 (tabel 6.2).

De milieulasten van huishoudens zijn vooral het gevolg van enkele grote heffingen zoals de afvalstoffenheffing, de rioolrechten en de verontreinigingsheffing. Deze drie heffingen bepalen vrijwel geheel de lokale milieulasten van huishoudens. De lokale milieulasten per huishouden zijn in de periode 1985-1998 meer dan verdubbeld. Dit is met name veroorzaakt door de sterke stijging van de reinigingsrechten in de jaren '90. Ook voor de komende jaren wordt een verdere toename van de lokale milieulasten van huishoudens voorzien, vooral veroorzaakt door de rioolrechten, die door de uitvoering van de gemeentelijke rioleringsplannen (GRP's) sterk zullen toenemen. Om tegemoet te komen aan de continue stijging van de lokale lasten is vanaf 1998 door de rijksoverheid een bedrag van jaarlijks 100 gulden (de 'zalmsnip') per huishouden beschikbaar gesteld. Omdat deze lastenverlichting door de meeste gemeenten via de Onroerend Zaak Belasting wordt teruggesluisd, leidt dit echter niet tot een wijziging van de lokale milieulasten van huishoudens.

### *Groene belastingen*

Het doorvoeren van prijsverhogingen om de negatieve milieueffecten van economische activiteiten te verminderen wordt steeds vaker toegepast: er is sprake van vergroening



Figuur 6.2 Opbrengst van groene belastingen, 1985-1999.

Verbruiksbelasting op milieugrondslag  
 Belasting op voertuigen  
 Accijnzen op minerale oliën

van het belastingstelsel (figuur 6.2). Als groene belastingen effectief zijn, remmen ze de groei af van de grondslag waarover deze belastingen worden geheven, bijvoorbeeld de omvang van het energiegebruik. Door meer groene belastingen te heffen kunnen andere belastingvormen omlaag, zoals de loon- en inkomstenbelastingen. Door een toename van de groene belastingen vindt dan ook een verschuiving plaats van directe naar indirecte belastingen.

In 1999 hebben de groene belastingen van het Rijk naar schatting een opbrengst van circa 26 miljard gulden, wat overeenkomt met bijna 15% van de totale belastingopbrengst. Met name in de periode 1992-1996 en in 1999 neemt het aandeel groene belastingen in de totale belastingopbrengst toe, vooral door de stijging van de verbruiksbelasting op een milieu-grondslag. Hieronder vallen de afvalstoffen- en grondwaterbelasting, belasting op brandstoffen en de regulerende energiebelasting (REB). De REB is de belangrijkste factor voor de stijging van het aandeel groene belastingen in 1999. In absolute bedragen verdubbelt de opbrengst van de REB bijna tussen 1997 en 1999 tot ruim 3 miljard gulden.

### *Kosten afvalverwijdering*

In de Milieubalans 98 is aangegeven dat de kosten per ton voor het thema Verwijdering tussen 1985 en 1997 bijna zijn verdubbeld. Wanneer wordt gekeken naar de kosten voor de verwijdering per ton afval is zelfs sprake van ruim een verdubbeling (tabel 6.3). Voor een deel is de toename van de kosten bepaald door het afvalbeleid: de wens om meer afval nuttig toe te passen of te verbranden en minder afval te storten. In 1985 werd de helft van het afval al nuttig toegepast. Na 1985 kwamen vooral duurdere inzamel- en bewerkingsmethoden in beeld, zoals GFT-inzameling en -compostering en de verder-

Tabel 6.3 Kosten per ton voor de verwijdering van afval<sup>1)</sup>, 1985-1997 (prijspeil 1998).

	1985	1990	1995	1997
gulden per ton				
Inzameling	35	38	46	45
Hergebruik	6	11	32	34
Verbranden	89	124	180	210
Storten	19	52	140	181
<b>TOTAAL</b>	<b>50</b>	<b>68</b>	<b>107</b>	<b>115</b>

1) Exclusief verontreinigde grond, baggerspecie en mest.

gaande demontage van autowrakken. Het grootste deel van de toename van de kosten wordt echter verklaard door strengere emissie-eisen naar lucht en bodem. Voor het voldoen aan de emissie-eisen naar lucht heeft dit geleid tot het uitrusten van afvalverbrandingsinstallaties (AVI's) met rookgasreinigingsinstallaties (gericht op dioxinen en zware metalen). Extra kosten voortvloeiend uit de strengere bodemwetgeving zijn met name gemaakt voor gecontroleerde stortplaatsen en geavanceerde slibverwerking. Daarnaast zijn de storttarieven fors omhoog gegaan om het storten van afval te ontmoedigen.

### Milieu- en energiesubsidies

Het energie- en milieubeleid is de afgelopen decennia steeds nadrukkelijker op de agenda gekomen. Uit een recente inventarisatie blijkt dat de totale omvang van energie- en milieusubsidies en fiscale faciliteiten in de periode 1985-1998 grofweg van minder dan 700 miljoen naar ruim 850 miljoen gulden is toegenomen (prijspeil 1998). In totaal is het aandeel van de verstrekte gelden op het gebied van energie bijna verdubbeld in de periode 1985-1998 tot circa 400 miljoen gulden in 1998. Over het algemeen is het aantal (onderdelen van) regelingen duidelijk toegenomen en zijn de regelingen ook steeds meer gericht op een bepaald doel of specifieke doelgroep. Opvallend is ook dat sinds enkele jaren een hernieuwde introductie waar te nemen is van het fiscale instrumentarium (met name door de vergroening van het belastingstelsel en het streven naar meer marktconformiteit in het beleidsinstrumentarium). Het aantal regelingen was in 1985 relatief gering. Als belangrijkste kunnen genoemd worden de Energie- en Milieutoeslag in het kader van de Wet investeringsrekening (WIR), de bijdrageregeling voor maatregelen tot bestrijding van verontreiniging van rijkswateren en verschillende (kleinere) regelingen van het ministerie van Economische Zaken op het gebied van energiebesparing en duurzame energie.

De qua omvang voornaamste stimulering van investeringen in energiebesparing, duurzame energie en milieutechnologie liep tot eind jaren '80 via het ministerie van Financiën in de vorm van fiscale regelingen in de WIR (de bovengenoemde Energie- en Milieutoeslag). Beide toeslagen werden in 1988 beëindigd. Ter compensatie werden enkele specifieke subsidieregelingen met betrekking tot energiebesparing en duurzame energie in het leven geroepen. Inmiddels zijn verschillende van deze regelingen weer afgeschaft.

Investerings in energie en milieu door ondernemers worden nu voor een groot deel gestimuleerd via (meer generieke) fiscale faciliteiten in de vorm van de regeling Willekeurige Afschrijving Milieu-investeringen (VAMIL, vanaf 1991), de Energie-investeringsaftrek (EIA, vanaf 1997) en in de loop van 1999 ook via de Milieu-investeringsaftrek (MIA). Daarnaast ook via de doorsluiting van REB naar opwekkers van duurzame elektriciteit en indirect via het nihil tarief van de REB voor de afname van groene stroom.

Bij de subsidieregelingen valt de laatste jaren een verschuiving te zien naar meer geïntegreerde regelingen zoals Duurzaam Bouwen en Economie, Ecologie en Technologie, waarbij meerdere milieu-aspecten worden meegenomen.



## Bijlage 1 Emissies per thema per doelgroep

De hier gepresenteerde cijfers corresponderen met de opgaven in het Emissie-afvaljaar-rapport 1999; de emissies over 1998 zijn voorlopige cijfers. In deze bijlage zijn alle getallen afgerond op één cijfer achter de komma. Dit is gedaan om de trends per doelgroep en verschuivingen van aandelen tussen doelgroepen goed zichtbaar te presenteren en omwille van de overzichtelijkheid. De wijze van afronding representeert niet het aantal 'zekere' cijfers in de berekende emissieniveaus. Uitspraken over de significantie van trends en verschillen tussen doelgroepen en over het halen van de doelstellingen worden in de Milieubalans gedaan tegen het licht van de onzekerheden in de emissieschattingen. Voor een toelichting op de onzekerheden in de emissieniveaus en -trends wordt verwezen naar de tekstboxen in hoofdstuk 4 en naar diverse achtergrondpublicaties.

Tabel BI.1 De emissies in 1985, 1990, 1995, 1997 en 1998 voor het thema **Klimaatverandering**.

Stof/doelgroep	Eenheid	1985	1990	1995	1997	1998
<b>LUCHT IPCC</b>						
<b>koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>)</b>	miljard kg					
HDO		10,0	8,9	9,9	9,3	10,0
RWZI en riolering		0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
afval		1,0	1,6	1,5	2,5	2,4
bouw		0,4	0,3	0,3	0,4	0,6
consumenten		22,8	22,1	21,8	21,2	21,7
energiesector		34,3	41,3	45,9	46,2	48,4
industrie		40,8	44,1	44,3	45,7	44,8
landbouw		5,6	8,6	9,4	8,2	8,6
raffinaderijen		7,6	10,4	11,5	11,2	11,5
verkeer		24,9	29,2	32,4	34,3	34,7
overig (statistische verschillen)		-1,2	1,1	2,5	6,3	3,5
TOTAAL (inclusief T-correctie) (A)		146,3	167,7	179,7	185,6	186,3
<i>w.v. Temperatuurcorrectie</i> (B)		-3,1	6,3	2,5	2,3	3,6
Vastlegging in bossen <sup>1)</sup>	(C)	p.m.	p.m.	p.m.	p.m.	p.m.
TOTAAL Kyoto-protocol (A-B-C)		149,4	161,4	177,2	183,2	182,7
Internationale bunkers		.	40,0	44,2	48,5	49,3
<i>w.v. scheepvaart</i>		.	35,6	36,5	39,5	39,8
<i>w.v. luchtvaart</i>		.	4,5	7,7	9,0	9,5

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

Tabel B1.1 (vervolg) De emissies in 1985, 1990, 1995, 1997 en 1998 voor het thema **Klimaatverandering**.

Stof/doelgroep	Eenheid	1985	1990	1995	1997	1998
<b>methaan (CH<sub>4</sub>)</b>						
	miljoen kg					
HDO		1,2	1,1	0,6	0,6	0,7
RWZI en riolering		3,0	6,3	1,5	1,3	1,5
afval		462,0	562,1	479,1	464,1	445,0
bouw		0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
consumenten		14,9	16,5	17,9	17,2	16,5
energiesector		150,7	181,2	178,0	161,2	152,1
industrie		7,0	7,4	7,7	4,2	4,1
landbouw		527,0	507,3	478,5	448,7	437,5
raffinaderijen		0,4	0,6	0,8	0,6	0,6
verkeer		9,1	7,7	6,0	5,3	5,1
overige (drinkwaterbedrijven)		2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
TOTAAL		1177,4	1292,2	1172,2	1105,4	1065,2
<b>distikstofoxide (N<sub>2</sub>O)</b>						
	miljoen kg					
HDO		0,5	0,5	0,5	0,4	0,4
RWZI en riolering		0,5	0,5	0,5	0,6	0,6
afval		0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
consumenten		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
energiesector		0,4	0,4	0,4	0,3	0,4
industrie		30,9	31,6	31,7	35,0	34,0
landbouw		23,6	22,2	27,6	25,9	25,9
raffinaderijen		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
verkeer		3,7	5,6	7,1	6,9	6,6
overige (vervuild oppervlaktewater)		3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
TOTAAL		63,8	64,9	71,9	73,2	72,0
<b>HFK's</b>						
	1000 kg					
industrie		.	459,8	696,7	787,4	657,0
overig		.	.	157,0	577,5	685,5
TOTAAL		.	459,8	853,7	1364,9	1342,5
<b>PFK's</b>						
	1000 kg					
industrie		.	362,6	308,2	320,6	320,6
<b>SF<sub>6</sub></b>						
	1000 kg					
industrie/energiesector		.	58,0	61,0	61,0	61,0

Tabel BI.1 (vervolg) De emissies in 1990, 1995, 1997 en 1998 voor het thema **Klimaatverandering**.

Stof/doelgroep	Eenheid	1990	1995	1997	1998
<b>Totaal per doelgroep</b>	miljard CO <sub>2</sub> -eq				
HDO		9,1	10,1	9,6	10,2
RWZI en riolering		0,4	0,3	0,4	0,4
afval		13,4	11,6	12,3	11,7
bouw		0,3	0,4	0,7	1,0
consumenten		22,5	22,3	21,9	22,4
energiesector		45,2	49,8	49,7	51,7
industrie		63,1	64,4	67,3	64,7
landbouw		26,2	28,0	25,6	25,8
raffinaderijen		10,4	11,5	11,2	11,5
verkeer		31,1	34,8	36,7	37,0
overige		2,3	3,7	7,5	4,8
TOTAAL (inclusief temperatuurcorrectie)		224,0	236,8	242,9	241,1
<b>Totaal per gas</b>	miljard CO <sub>2</sub> -eq				
CO <sub>2</sub>		167,7	179,7	185,6	186,3
CH <sub>4</sub>		27,1	24,6	23,2	22,4
N <sub>2</sub> O		20,1	22,3	22,7	22,3
HFK's		5,1	6,7	7,9	6,7
PFK's		2,5	2,1	2,1	2,1
SF <sub>6</sub>		1,4	1,5	1,5	1,5
TOTAAL (inclusief temperatuurcorrectie)		224,0	236,8	242,9	241,1
TOTAAL (exclusief temperatuurcorrectie) <sup>1)</sup>		217,7	234,3	240,6	237,6

<sup>1)</sup> Exclusief vastlegging van CO<sub>2</sub> in bossen.

Tabel BI.2 De emissies in 1990, 1995, 1997 en 1998 voor het onderdeel **Aantasting ozonlaag**.

Stof/doelgroep	Eenheid	1990	1995	1997	1998
<b>Totaal</b>	miljard o-eq				
HDO		2,1	0,2	0,1	0,0
afval		1,2	0,3	0,3	0,3
bouw		1,7	0,2	0,2	0,2
consumenten		0,4	0,1	0,1	0,0
industrie		3,4	0,4	0,3	0,1
landbouw		0,1	0,0	0,0	0,0
verkeer		0,1	0,1	0,0	0,0
TOTAAL		8,9	1,2	0,9	0,7

Tabel B1.3 De emissies in 1985, 1990, 1995, 1997 en 1998 voor het thema **Verzuring**.

Stof/doelgroep	Eenheid	1985	1990	1995	1997	1998
<b>LUCHT</b>						
<b>ammoniak (NH<sub>3</sub>)</b>	miljoen kg					
HDO			0,3	0,5	0,5	0,5
bouw				0,1	0,1	0,0
consumenten		9,0	6,6	6,7	6,8	6,8
industrie		8,0	4,7	4,1	4,0	4,1
landbouw <sup>1)</sup>		238,7	219,5	176,9	176,5	166,0
<b>TOTAAL</b>		<b>255,7</b>	<b>231,2</b>	<b>188,3</b>	<b>188,0</b>	<b>177,5</b>
<b>stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>)</b>	miljoen kg					
HDO		14,3	11,6	8,1	6,8	7,4
RWZI en riolering				0,3	0,3	0,3
afval		4,5	4,7	3,0	2,4	1,4
bouw		1,0	0,7	0,5	0,5	0,8
consumenten		26,0	21,7	23,4	21,8	20,8
energiesector		88,3	79,8	58,1	47,0	47,5
industrie		85,0	79,3	61,2	57,3	57,8
landbouw		5,7	8,6	10,3	8,9	9,0
raffinaderijen		20,4	19,9	17,7	15,4	12,1
verkeer		342,8	348,5	313,1	292,7	283,2
<b>TOTAAL</b>		<b>588,0</b>	<b>574,6</b>	<b>495,7</b>	<b>453,1</b>	<b>440,5</b>
<b>zwaveldioxide (SO<sub>2</sub>)</b>	miljoen kg					
HDO		3,5	1,5	3,1	0,6	0,6
RWZI en riolering				0,7	0,7	0,7
afval		3,1	4,6	0,5	0,3	0,1
bouw		2,0	0,5	0,9	0,7	0,6
consumenten		1,9	1,2	0,8	0,5	0,5
energiesector		66,5	44,9	16,7	12,8	12,3
industrie		68,0	52,7	29,8	27,2	25,6
landbouw		0,5	0,4	0,3	0,3	0,3
raffinaderijen		86,7	66,9	61,2	52,0	48,8
verkeer		26,0	29,0	29,9	22,6	23,2
<b>TOTAAL</b>		<b>258,2</b>	<b>201,6</b>	<b>143,9</b>	<b>117,7</b>	<b>112,6</b>
<b>Totaal</b>	miljard z-eq					
HDO		0,4	0,3	0,3	0,2	0,2
RWZI en riolering				0,0	0,0	0,0
afval		0,2	0,2	0,1	0,1	0,0
bouw		0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
consumenten		1,2	0,9	0,9	0,9	0,9
energiesector		4,0	3,1	1,8	1,4	1,4
industrie		4,4	3,6	2,5	2,3	2,3
landbouw		14,2	13,1	10,6	10,6	10,0
raffinaderijen		3,2	2,5	2,3	2,0	1,8
verkeer		8,3	8,5	7,7	7,1	6,9
<b>TOTAAL</b>		<b>35,9</b>	<b>32,4</b>	<b>26,3</b>	<b>24,6</b>	<b>23,6</b>

<sup>1)</sup> De berekende NH<sub>3</sub>-emissie volgens verouderde inzichten (zie *paragraaf 3.2*) is voor 1995 140,9 miljoen kg en voor 1997 140,6 miljoen kg.

Tabel B1.4 De emissies in 1985, 1990, 1995, 1997 en 1998 voor het onderdeel **Grootschalige luchtverontreiniging**.

Stof/doelgroep	Eenheid	1985	1990	1995	1997	1998
<b>fijn stof<sup>1)</sup></b>	miljoen kg					
consumenten <sup>2)</sup>		6,7	7,5	6,9	6,6	6,5
industrie		28,4	26,3	14,3	10,0	9,5
raffinaderijen		5,3	6,5	4,8	4,9	5,0
verkeer		21,4	20,8	18,6	17,4	17,0
overig		4,6	4,6	1,9	1,2	1,2
<b>TOTAAL</b>		<b>66,4</b>	<b>65,7</b>	<b>46,5</b>	<b>40,0</b>	<b>39,2</b>
<b>VOS KWS2000<sup>1)</sup></b>	miljoen kg					
HDO		37,9	40,0	29,2	22,3	21,2
afval		.	1,2	1,7	1,9	1,7
bouw		25,8	27,9	21,9	22,2	22,5
consumenten <sup>2)</sup>		50,5	44,8	38,1	35,5	35,7
energiesector		19,1	24,1	26,2	21,9	20,5
industrie		113,8	128,0	80,9	70,8	66,1
landbouw		1,2	1,9	2,3	2,0	2,0
raffinaderijen		16,2	15,3	11,7	9,0	8,5
verkeer		230,7	198,4	156,8	130,0	123,0
<b>TOTAAL</b>		<b>495,3</b>	<b>481,6</b>	<b>368,7</b>	<b>315,6</b>	<b>301,1</b>

1) In vorige Milieubalansen werden deze stoffen gerekend tot het thema Verspreiding.

2) Door herberekening van de emissies uit open haarden wijken de emissies van consumenten voor diverse stoffen af van de getallen in de Milieubalans 98.

Tabel B1.5 De emissies in 1985, 1990, 1995, 1997 en 1998 voor het thema *Vermesting*.

Stof/doelgroep	Eenheid	1985	1990	1995	1997	1998
<b>BODEM<sup>1)</sup></b>						
<b>N-totaal</b>	miljoen kg					
landbouw		526,7	426,4	509,1	413,0	449,0
<b>P-totaal</b>	miljoen kg					
landbouw		86,6	70,8	63,0	53,0	57,0
<b>Totaal</b>	miljard m-eq					
landbouw		139,3	113,4	113,9	94,3	101,9
<b>OPPERVLAKTEWATER<sup>2)</sup></b>						
<b>N-totaal</b>	miljoen kg					
HDO		0,1	0,1	0,4	0,2	0,2
afval		1,4	1,2	2,1	1,5	1,7
consumenten		26,5	24,8	23,0	21,3	20,2
industrie		13,2	10,3	7,6	7,2	7,1
landbouw		10,4	8,9	6,3	6,1	6,1
onbekend op riool		13,6	15,7	9,9	9,4	9,4
raffinaderijen		0,8	0,5	0,3	0,6	0,6
TOTAAL		66,0	61,5	49,6	46,3	45,3
<b>P-totaal</b>	miljoen kg					
consumenten		7,0	3,4	2,2	2,0	2,0
industrie		12,8	10,8	4,4	3,8	3,7
landbouw		0,8	0,6	0,4	0,4	0,4
onbekend op riool		4,6	3,2	1,1	1,1	1,1
TOTAAL		25,2	18,0	8,1	7,3	7,2
<b>Totaal</b>	miljard m-eq					
afval		0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
consumenten		9,7	5,9	4,5	4,1	4,0
industrie		14,1	11,8	5,2	4,5	4,4
landbouw		1,8	1,5	1,0	1,0	1,0
onbekend op riool		6,0	4,8	2,1	2,1	2,1
raffinaderijen		0,1	0,1	0,0	0,1	0,1
TOTAAL		31,8	24,2	13,1	11,9	11,7

<sup>1)</sup> De hier gepresenteerde emissies betreffen de aanvoer minus de afvoer. Data zijn exclusief atmosferische depositie en af- en uitspoeling landbouw.

<sup>2)</sup> Deze gegevens geven de netto belasting (na zuivering) weer van het oppervlaktewater vanuit de verschillende doelgroepen. Data zijn exclusief atmosferische depositie en af- en uitspoeling landbouw.

Tabel B1.6 De emissies in 1985, 1990, 1995, 1997 en 1998 voor het thema *Verspreiding (bodem)*.

Stof/doelgroep	Eenheid	1985	1990	1995	1997	1998
<b>BODEM<sup>1)</sup></b>						
	1000 kg					
cadmium (Cd)		9,3	5,4	2,4	1,7	1,7
chrom (Cr)		64,9	48,9	42,0	44,0	46,0
koper (Cu)		910,0	790,0	670,0	680,0	680,0
kwik (Hg)		0,8	0,7	0,6	0,6	0,6
lood (Pb)		262,1	260,7	109,3	170,0	170,0
nikkel (Ni)		40,0	37,9	39,9	31,0	31,0
zink (Zn)		1490,0	1400,0	1440,0	1660,0	1670,0

<sup>1)</sup> 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 B1.6 (vervolg) De emissies in 1985, 1990, 1995, 1997 en 1998 voor het thema *Verspreiding (lucht)*.

Stof/doelgroep	Eenheid	1985	1990	1995	1997	1998
<b>LUCHT</b>						
<b>cadmium (Cd)<sup>1)</sup></b>						
	1000 kg					
afval		0,7	0,7	0,1	0,1	0,0
industrie		1,6	0,9	0,7	1,6	1,4
overig		0,3	0,3	0,2	0,2	0,3
TOTAAL		2,6	2,0	1,0	1,9	1,7
<b>chrom (Cr)</b>						
	1000 kg					
afval		0,4	3,8	0,2	0,2	0,1
industrie		3,0	3,4	3,1	1,9	2,0
raffinaderijen		2,4	2,0	2,5	2,3	2,4
verkeer		1,3	1,5	1,7	1,7	1,8
overig		0,5	0,3	0,7	0,1	0,1
TOTAAL		7,7	11,2	8,2	6,3	6,4
<b>koper (Cu)<sup>1)</sup></b>						
	1000 kg					
consumenten <sup>2)</sup>		3,2	5,7	7,6	9,0	9,8
industrie		13,0	3,6	3,6	3,9	3,7
verkeer		23,7	27,0	30,9	32,7	32,8
overig		3,1	3,4	1,8	1,5	1,5
TOTAAL		43,0	39,7	43,8	47,0	47,9

<sup>1)</sup> Voor de industrie is voor deze stoffen geen duidelijke trend aan te geven, omdat de emissiegegevens vanaf 1996 niet goed vergelijkbaar zijn met emissiecijfers van de voorafgaande periode. Sinds 1996 vindt monitoring namelijk via een andere methode plaats.

<sup>2)</sup> Door herberekening van de emissies uit open haarden wijken de emissies van consumenten voor diverse stoffen af van de getallen in de Milieubalans 98.

Tabel B1.6 (vervolg) De emissies in 1985, 1990, 1995, 1997 en 1998 voor het thema *Verspreiding (lucht)*.

Stof/doelgroep	Eenheid	1985	1990	1995	1997	1998
<b>kwik (Hg)<sup>1)</sup></b>	1000 kg					
afval		2,7	1,4	0,1	0,1	0,1
industrie		1,5	1,3	0,8	0,4	0,4
overig		0,4	0,4	0,2	0,2	0,2
TOTAAL		4,5	3,0	1,0	0,8	0,7
<b>lood (Pb)</b>	1000 kg					
afval		36,0	13,5	1,0	0,3	0,2
industrie		83,0	68,0	69,5	60,3	44,1
verkeer		910,2	186,4	67,8	7,6	6,3
overig		1,5	6,8	3,9	3,9	4,0
TOTAAL		1030,7	274,6	142,2	72,1	54,6
<b>nikkel (Ni)<sup>1)</sup></b>	1000 kg					
industrie		6,0	7,5	7,3	2,0	2,1
raffinaderijen		72,9	59,6	75,1	69,6	71,5
verkeer		8,6	9,8	10,2	10,7	10,9
overig		3,0	7,1	3,2	2,8	2,2
TOTAAL		90,5	84,0	95,9	85,1	86,8
<b>zink (Zn)</b>	1000 kg					
afval		45,0	34,7	1,8	0,1	0,1
industrie		180,0	146,0	105,0	77,8	78,0
verkeer		120,7	139,3	159,7	165,2	167,7
overig		3,2	14,0	8,1	7,8	7,9
TOTAAL		348,9	334,1	274,7	251,0	253,8
<b>dioxine</b>	g					
afval		810,0	537,0	6,3	4,5	1,3
consumenten <sup>2)</sup>		.	31,2	28,0	26,7	25,9
industrie		.	23,1	29,2	21,3	11,8
overig		4,4	19,5	3,2	2,9	3,5
TOTAAL		814,4	611,0	66,7	55,3	42,5
<b>fluoride</b>	miljoen kg					
HDO		0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
energiesector		0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
industrie		1,3	1,5	0,9	0,9	0,9
TOTAAL		1,7	1,6	0,9	0,9	0,9

<sup>1)</sup> Voor de industrie is voor deze stoffen geen duidelijke trend aan te geven, omdat de emissiegegevens vanaf 1996 niet goed vergelijkbaar zijn met emissiecijfers van de voorafgaande periode. Sinds 1996 vindt monitoring namelijk via een andere methode plaats.

<sup>2)</sup> Door herberekening van de emissies uit open haarden wijken de emissies van consumenten voor diverse stoffen af van de getallen in de Milieubalans 98.

Tabel B1.6 (vervolg) De emissies in 1985, 1990, 1995, 1997 en 1998 voor het thema **Verspreiding (lucht)**.

Stof/doelgroep	Eenheid	1985	1990	1995	1997	1998
<b>benzeen</b>	miljoen kg					
HDO		0,6	0,6	0,3	0,2	0,2
consumenten <sup>2)</sup>		0,7	0,7	0,6	0,6	0,6
energiesector		1,5	2,1	2,1	2,3	2,3
industrie		0,9	0,9	0,4	0,3	0,3
raffinaderijen		0,3	0,2	0,1	0,1	0,1
verkeer		7,2	5,8	4,1	3,5	3,2
TOTAAL		11,2	10,5	7,7	7,0	6,7
<b>benzo(a)pyreen<sup>1)</sup></b>	1000 kg					
bouw		0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
consumenten <sup>2)</sup>		1,4	1,4	1,3	1,2	1,2
industrie		4,1	2,7	1,0	0,5	0,5
verkeer		1,8	1,9	1,9	1,9	1,9
TOTAAL		7,4	6,1	4,2	3,6	3,6
<b>fluorantheen<sup>1)</sup></b>	1000 kg					
bouw		20,7	0,0	0,0	0,0	0,0
consumenten <sup>2)</sup>		28,4	24,1	18,2	15,8	14,6
industrie		57,0	56,9	30,0	34,1	34,1
landbouw		11,9	10,4	8,4	7,7	7,3
verkeer		27,2	28,9	30,1	30,4	30,5
overig		4,8	6,7	4,8	4,6	4,6
TOTAAL		149,9	127,0	91,5	92,5	91,1
<b>koolmonoxide (CO)</b>	miljoen kg					
consumenten <sup>2)</sup>		57,2	70,5	64,1	61,5	60,4
industrie		307,0	267,8	212,7	179,4	190,7
verkeer		973,8	749,1	557,1	475,3	437,8
overig		19,2	28,9	34,3	33,1	35,1
TOTAAL		1357,2	1116,3	868,2	749,3	724,0

<sup>1)</sup> Voor de industrie is voor deze stoffen geen duidelijke trend aan te geven, omdat de emissiegegevens vanaf 1996 niet goed vergelijkbaar zijn met emissiecijfers van de voorafgaande periode. Sinds 1996 vindt monitoring namelijk via een andere methode plaats.

<sup>2)</sup> Door herberekening van de emissies uit open haarden wijken de emissies van consumenten voor diverse stoffen af van de getallen in de Milieubalans 98.

Tabel B1.6 (vervolg) De emissies in 1985, 1990, 1995, 1997 en 1998 voor het thema *Verspreiding (water)*.

Stof/doelgroep	Eenheid	1985	1990	1995	1997	1998
<b>WATER<sup>1)</sup></b>						
<b>cadmium (Cd)</b>	1000 kg					
industrie		15,8	3,8	0,5	0,5	0,5
overig		1,0	0,4	0,3	0,3	0,3
TOTAAL		16,8	4,2	0,8	0,8	0,8
<b>chromium (Cr)</b>	1000 kg					
afval		0,6	0,4	0,7	0,6	0,7
consumenten		1,2	0,8	0,7	1,0	1,0
industrie		91,9	20,6	12,4	12,0	12,0
onbekend op riool		16,4	4,9	1,4	0,0	0,0
overig		0,5	0,4	0,5	0,4	0,4
TOTAAL		110,6	27,1	15,7	14,0	14,1
<b>koper (Cu)</b>	1000 kg					
consumenten		37,2	25,3	23,9	26,7	27,3
industrie		41,8	28,0	18,3	21,8	21,9
onbekend op riool		14,7	5,2	5,1	0,0	0,0
verkeer		22,5	22,2	23,8	23,7	23,7
overig		5,9	3,6	2,7	2,3	2,3
TOTAAL		122,1	84,3	73,8	74,5	75,2
<b>kwik (Hg)</b>	1000 kg					
industrie		0,6	0,4	0,3	0,2	0,2
overig		0,3	0,4	0,3	0,2	0,2
TOTAAL		0,9	0,8	0,6	0,4	0,4
<b>lood (Pb)</b>	1000 kg					
HDO		8,7	8,6	9,0	9,5	9,5
afval		1,0	0,2	0,3	0,2	0,2
consumenten		37,5	27,4	26,5	30,5	30,5
industrie		26,5	17,9	5,8	6,6	6,6
landbouw		61,1	61,9	35,5	34,3	34,2
onbekend op riool		6,2	1,8	1,2	0,0	0,0
verkeer		127,2	27,4	13,5	6,7	6,7
TOTAAL		268,2	145,2	91,8	87,8	87,7
<b>nikkel (Ni)</b>	1000 kg					
consumenten		4,9	3,3	3,4	4,5	4,5
industrie		27,2	17,7	14,9	16,3	16,6
onbekend op riool		22,4	4,3	3,0	4,4	4,4
overig		1,3	0,8	1,5	1,5	1,5
TOTAAL		55,8	26,1	22,8	26,7	27,0
<b>zink (Zn)</b>	1000 kg					
HDO		96,3	97,3	100,0	97,6	97,6
consumenten		186,2	181,5	187,5	173,8	173,4
industrie		181,0	104,9	49,9	43,8	45,7
landbouw		27,6	28,8	29,5	29,7	30,7
onbekend op riool		45,7	25,6	1,3	0,0	0,0
verkeer		99,4	101,5	100,0	95,5	95,3
overig		3,7	1,3	3,3	2,6	2,5
TOTAAL		639,9	540,9	471,5	443,0	445,2

<sup>1)</sup> Deze gegevens geven de netto belasting (na zuivering) weer van het oppervlaktewater vanuit de verschillende doelgroepen. Data zijn exclusief atmosferische depositie en af- en uitspoeling landbouw.

## Bijlage 2 Milieukwaliteit

Tabel B2.1 **Luchtkwaliteit** in Nederland, 1985-1998. Jaargemiddelde concentraties van een aantal milieurelevante stoffen in Nederland. Gemiddelde van een aantal meetpunten (Bron: Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit RIVM).

Stof	Norm <sup>6)</sup>	% <sup>1)</sup>	1985	1990	1995	1996	1997	1998
<b>Bevolking, chronische blootstelling<sup>8)</sup>, µg/m<sup>3</sup></b>								
Fijn stof	40	15		42 <sup>4)</sup>	37	41	39	33
NO <sub>2</sub> regio	40	20		27	23	26	24	22
NO <sub>2</sub> stad	40			48	41	42	43	40
NO <sub>2</sub> straat	40			50	47	49	50	46
Benzeen regio	10			1 <sup>4)</sup>	1	1	1	1
Benzeen straat	10			5 <sup>4)</sup>	4	5	4	3
SO <sub>2</sub>	75	0	12 <sup>2)</sup>	8	4	4	3	
<b>Bevolking, tijdens smogperiodes, µg/m<sup>3</sup></b>								
Ozon <sup>9)</sup>	110	100		47	29	15	18	11
Fijn stof <sup>9)</sup>	140	10		1 <sup>4)</sup>	1	3	2	0
NO <sub>2</sub> regio	135	0					79	73
NO <sub>2</sub> straat	135	0		120	100	100	100	90
Zwarte rook straat	150	0		100	90	90	80	80
CO straat	6000	0		1000	1000	1000	950	900
<b>Drukke straten, km weglengte boven de norm</b>								
NO <sub>2</sub>	135		1000 <sup>3)</sup>	570	40		20	0
CO	6000		130 <sup>3)</sup>	14	4		1	0
Benzeen	10			240	50		30	1
B[a]P	0,001			190	70		50	20
Zwarte rook	90			150	90		50	0
Lood	0,5	0		5	0	0	0	0
<b>Natuur, chronische blootstelling, µg/m<sup>3</sup></b>								
Ozon	50	100		92	81	70	72	66
Fluoriden	0,4 <sup>7)</sup>	<1	0,4	0,3	0,2			
<b>Natuur, tijdens smogperiode, dagen boven de norm</b>								
Ozon	65	100		94	55	36	41	38
NO <sub>2</sub>	80	0,15					69	61
<b>Overig, µg/m<sup>3</sup></b>								
VOS-regio	-			14	12	12	11	8
VOS-straat	-			70	60	60	50	40
Arsen	-			0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Cadmium	-			0,0005	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004
Zink	-			0,07	0,04	0,05	0,04	0,04
NH <sub>3</sub>	-			10 <sup>5)</sup>	10	10	10	8
<b>Zure depositie, z-eq/ha per jaar</b>								
SO <sub>x</sub>			3600	1700	1100	1100	960	900
NO <sub>y</sub>			850	730	740	700	700	800
NH <sub>x</sub>			2400	2200	2200	2000	2400	2100
Totaal	2400	99	6900	4600	4000	3800	4100	3800

<sup>1)</sup> Het percentage van de bevolking of natuur dat in 1998 is blootgesteld aan normoverschrijdingen, <sup>2)</sup> de waarde over 1984, <sup>3)</sup> de waarde over 1986, <sup>4)</sup> de waarde over 1992, <sup>5)</sup> de waarde over 1993, <sup>6)</sup> Norm uitgedrukt in µg/m<sup>3</sup>, <sup>7)</sup> Fluoride-accumulatie, <sup>8)</sup> Voor chronische blootstelling is steeds de mediaanwaarde van de concentraties over een jaar als maat gegeven, behalve wanneer er een afwijkende norm voor chronische blootstelling is, <sup>9)</sup> Eenheid is dagen boven de norm in plaats van µg/m<sup>3</sup>. Naast de Nederlandse emissies zijn er nog grote invloeden van buitenlandse emissies en van meteorologische condities, die in veel gevallen het beeld zelfs kunnen domineren. Zo was het jaar 1998 het natste van de eeuw, waardoor de concentraties van een aantal stoffen zoals fijn stof flink verlaagd zijn.

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, 1985-1998. 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	1985 %	1990 %	1995 %	1998 %	Streefwaarde mg/l
Cadmium	Zandgebieden-landbouw	110		14	17	16	0,0004
	Zandgebieden-natuur	41		24	22	20	
	Rivierengebied	20		5	0	0	
	Zeekleigebied	37		3	8	0	
	Laagveengebied	26		0	0	0	
Zink	Zandgebieden-landbouw	110		10	10	10	0,065
	Zandgebieden-natuur	41		22	22	20	
	Rivierengebied	20		5	5	0	
	Zeekleigebied	37		0	8	3	
	Laagveengebied	26		4	4	4	
Lood	Zandgebieden-landbouw	106		4	2	2)	0,015
	Zandgebieden-natuur	41		2	0	2)	
	Rivierengebied	27		4	0	2)	
	Zeekleigebied	12		0	0	2)	
	Laagveengebied	10		0	0	2)	
Nikkel	Zandgebieden-landbouw	110		14	18	16	0,015
	Zandgebieden-natuur	41		24	24	24	
	Rivierengebied	20		0	0	0	
	Zeekleigebied	37		0	0	3	
	Laagveengebied	26		0	0	0	
Koper	Zandgebieden-landbouw	110		6	4	4	0,015
	Zandgebieden-natuur	41		5	5	7	
	Rivierengebied	20		0	0	0	
	Zeekleigebied	37		0	0	0	
	Laagveengebied	26		0	0	0	
Chroom	Zandgebieden-landbouw	110		67	41	34	0,001
	Zandgebieden-natuur	41		61	42	34	
	Rivierengebied	20		45	5	5	
	Zeekleigebied	37		78	35	24	
	Laagveengebied	25		80	48	40	
Arseen	Zandgebieden-landbouw	110		4	4	4	0,01
	Zandgebieden-natuur	41		2	0	2	
	Rivierengebied	20		15	20	20	
	Zeekleigebied	37		3	5	3	
	Laagveengebied	26		0	0	0	

Tabel B2.3 (vervolg) **Grondwaterkwaliteit in Nederland, 1985-1998. 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	1985 %	1990 %	1995 %	1998 %	Streefwaarde mg/l
Aluminium	Zandgebieden-landbouw	110		22	19	16	0,2
	Zandgebieden-natuur	41		32	32	34	
	Rivierengebied	20		0	0	0	
	Zeekleigebied	37		5	8	5	
	Laagveengebied	26		4	4	4	
Sulfaat	Zandgebieden-landbouw	111	8	8	9	8	150
	Zandgebieden-natuur	40	0	0	2	2	
	Rivierengebied	22	9	9	4	4	
	Zeekleigebied	37	24	27	24	22	
	Laagveengebied	26	4	4	4	4	
Kalium	Zandgebieden-landbouw	111	20	21	22	24	12
	Zandgebieden-natuur	40	2	5	2	2	
	Rivierengebied	22	4	4	4	4	
	Zeekleigebied	37	54	57	57	57	
	Laagveengebied	26	27	27	27	27	
Nitraat	Zandgebieden-landbouw	111	17	23	22	21	50 <sup>3)</sup>
	Zandgebieden-natuur	40	0	2	8	2	
	Rivierengebied	22	4	4	4	4	
	Zeekleigebied	37	0	0	0	0	
	Laagveengebied	25	0	0	0	0	
Ammonium- stikstof	Zandgebieden-landbouw	111	22	22	22	18	2
	Zandgebieden-natuur	40	5	5	8	8	
	Rivierengebied	22	0	0	0	0	
	Zeekleigebied	37	40	46	46	43	
	Laagveengebied	26	31	31	31	27	
Totaal-fosfor	Zandgebieden-landbouw	111	5	6	10	4	0,4
	Zandgebieden-natuur	40	0	0	0	0	
	Rivierengebied	22	0	0	0	0	
	Zeekleigebied	37	11	19	19	5	
	Laagveengebied	26	8	12	12	4	

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

2) Geen metingen uitgevoerd.

3) Dit betreft de EU-grenswaarde voor nitraat in grondwater.

Tabel B2.4 *Oppervlaktewaterkwaliteit in Nederland voor rijks- en regionale wateren, 1985-1998. Jaar-gemiddelde concentraties. (Bron: RIZA en bewerking RIVM).*

		1985		1990		1995		1997		1998		MTR
		1)	2)	1)	2)	1)	2)	1)	2)	1)	2)	
Totaal-P	mg/l	0,7	0,6	0,46	0,42	0,37	0,25	0,32	0,28		0,27	0,15
Totaal-N	mg/l	-	4,9	7,8	4,5	4,7	4,4	5	4,5		5,1	2,2
Cadmium	µg/l	0,64	0,42	0,53	0,34	0,48	0,23	0,31	0,29		0,44	0,4
Kwik	µg/l	0,3	0,09	0,23	0,07	0,2	0,06	0,15	0,06		0,05	0,2
Koper	µg/l	14	8,6	8,9	6,2	8,5	7,4	6,8	7,2		8,8	1,5
Nikkel	µg/l	11	8,4	9,1	6	11	6,2	7,9	8,7		6,9	5,1
Lood	µg/l	10	6,8	9,4	5,9	8,9	8,4	10	7,4		6,3	11
Zink	µg/l	96	77	52	47	53	74	46	75		39	9,4
Chroom	µg/l	7,2	8,9	11	7	5,2	5,9	4,2	5,4		5,1	8,7
Zuurstof	µg/l		8,8		9,2		9,4		9,2		9,6	

- 1) Regionale wateren; de circa 200 locaties waarop gemeten wordt wisselen van jaar tot jaar. Alle getallen voor de regionale wateren moeten daarom worden geïnterpreteerd als indicatieve waarden, en niet als absolute.
- 2) Rijkswateren; gemiddelde van Rijn (Lobith), Nieuwe Waterweg (Maassluis), Maas (Eijsden en Keizersveer).

## Bijlage 3 Productie en verwerking van afval per doelgroep

*Productie en verwerking van afval per doelgroep in 1985, 1990, 1995, 1996, 1997 en 1998 (exclusief verontreinigde grond, baggerspecie en mest) in miljoen kg.*

Doelgroep	Verwerkingwijze	1985	1990	1995	1996	1997	1998
Consumenten	hergebruik	990	985	2925	3210	3450	3635
	verbranden	1665	1925	1865	2600	3300	3350
	storten	2730	3285	2530	1750	1245	1170
	<b>totaal</b>	<b>5385</b>	<b>6195</b>	<b>7315</b>	<b>7560</b>	<b>7995</b>	<b>8155</b>
Verkeer	hergebruik	1140	1060	990	1005	970	815
	verbranden	55	70	60	65	60	50
	storten	205	155	40	30	35	35
	<b>totaal</b>	<b>1400</b>	<b>1285</b>	<b>1090</b>	<b>1100</b>	<b>1065</b>	<b>900</b>
Landbouw	hergebruik	685	1210	1250	1595	1660	1660
	verbranden	80	75	75	40	45	45
	storten	200	305	305	60	10	10
	<b>totaal</b>	<b>965</b>	<b>1590</b>	<b>1630</b>	<b>1695</b>	<b>1715</b>	<b>1715</b>
Industrie	hergebruik	11620	13435	15800	16480	16765	17015
	verbranden	380	635	855	960	1040	1060
	storten	3960	3635	1570	1375	1410	1330
	lozen	2100	1805	1420	1460	1495	1515
<b>totaal</b>	<b>18060</b>	<b>19510</b>	<b>19645</b>	<b>20270</b>	<b>20710</b>	<b>20920</b>	
HDO	hergebruik	495	740	1745	1815	2035	2465
	verbranden	910	900	765	840	1040	1020
	storten	2655	2350	1665	1695	1615	1355
	<b>totaal</b>	<b>4055</b>	<b>3990</b>	<b>4170</b>	<b>4355</b>	<b>4690</b>	<b>4840</b>
Bouw	hergebruik	6050	9315	12910	13080	14940	15110
	verbranden	105	165	160	160	235	280
	storten	6075	3200	1030	1060	970	980
	<b>totaal</b>	<b>12230</b>	<b>12690</b>	<b>14100</b>	<b>14300</b>	<b>16145</b>	<b>16370</b>
Energie	hergebruik	505	1280	1355	1445	1525	1620
	verbranden	10	25	0	5	10	10
	storten	145	85	25	45	25	20
	<b>totaal</b>	<b>660</b>	<b>1390</b>	<b>1375</b>	<b>1495</b>	<b>1560</b>	<b>1650</b>
Raffinaderijen	hergebruik	25	445	430	460	450	530
	verbranden	15	10	10	5	5	5
	storten	45	25	5	10	10	10
	<b>totaal</b>	<b>85</b>	<b>475</b>	<b>445</b>	<b>475</b>	<b>470</b>	<b>545</b>
RWZI's	hergebruik	1965	2075	360	360	335	200
	verbranden	45	80	895	890	895	855
	storten	155	770	880	550	520	305
	lozen	1380	0	0	0	0	0
<b>totaal</b>	<b>3545</b>	<b>2920</b>	<b>2135</b>	<b>1800</b>	<b>1750</b>	<b>1360</b>	
Drinkwatervoorz.	hergebruik	0	60	50	50	50	55
	storten	40	65	50	45	45	40
	<b>totaal</b>	<b>40</b>	<b>125</b>	<b>100</b>	<b>95</b>	<b>95</b>	<b>95</b>
TOTAAL	HERGEBRUIK	23470	30605	37810	39500	42185	43105
	VERBRANDEN	3265	3885	4685	5565	6620	6675
	STORTEN	16210	13880	8090	6620	5890	5260
	LOZEN	3480	1815	1420	1460	1495	1515
	<b>TOTAAL</b>	<b>46425</b>	<b>50180</b>	<b>52005</b>	<b>53150</b>	<b>56190</b>	<b>56550</b>

Verschillen door afronding.

## Bijlage 4 Ontwikkeling milieukosten

Milieukosten per doelgroep per thema voor de jaren 1985, 1990, 1995, 1997, 1998 en 2003 in miljoen gulden (prijspeil 1999).

	land- bouw	indu- strie	energie & raffina- derijen	verkeer	consu- menten	HDO	bouw	afval- ver- werking	actoren in de water- keten	<b>TOTAAL</b>
<b>1985</b>										
Verzuring	2	159	108	119	2	29	2	0	0	<b>422</b>
Klimaatverandering	0	0	0	0	0	146	0	0	0	<b>146</b>
Vermesting	0	0	0	0	0	0	0	0	167	<b>167</b>
Verspreiding	0	834	126	6	0	4	0	10	734	<b>1713</b>
Verwijdering	0	46	6	27	0	52	21	2322	1130	<b>3604</b>
Verstoring	0	97	72	140	0	140	0	0	0	<b>449</b>
Onderzoek en ontwikkeling	0	83	25	3	0	409	0	0	68	<b>588</b>
Uitvoering en handhaving	1	43	6	0	0	483	2	0	109	<b>645</b>
Verontreiniging bodem	0	19	19	0	0	273	0	0	0	<b>310</b>
Overig <sup>1)</sup>	0	20	49	0	0	0	0	0	0	<b>69</b>
<b>TOTAAL</b>	<b>3</b>	<b>1300</b>	<b>410</b>	<b>296</b>	<b>2</b>	<b>1536</b>	<b>25</b>	<b>2331</b>	<b>2209</b>	<b>8113</b>
<b>1990</b>										
Verzuring	5	163	439	720	5	13	2	0	0	<b>1346</b>
Klimaatverandering	0	0	0	0	0	201	0	0	0	<b>201</b>
Vermesting	79	12	0	0	0	2	0	107	217	<b>416</b>
Verspreiding	0	996	271	249	0	32	0	179	906	<b>2632</b>
Verwijdering	0	75	34	30	0	33	51	3281	1396	<b>4900</b>
Verstoring	0	118	116	200	0	225	2	0	0	<b>660</b>
Onderzoek en ontwikkeling	0	105	31	3	0	385	0	0	87	<b>611</b>
Uitvoering en handhaving	2	94	19	0	0	804	3	0	228	<b>1150</b>
Verontreiniging bodem	0	100	71	0	4	336	15	0	0	<b>526</b>
Overig <sup>1)</sup>	0	24	32	0	1	1	0	0	0	<b>58</b>
<b>TOTAAL</b>	<b>86</b>	<b>1686</b>	<b>1013</b>	<b>1201</b>	<b>10</b>	<b>2032</b>	<b>74</b>	<b>3567</b>	<b>2833</b>	<b>12502</b>
<b>1995</b>										
Verzuring	354	186	747	608	37	18	5	5	0	<b>1960</b>
Klimaatverandering	0	0	22	0	0	478	0	0	0	<b>500</b>
Vermesting	110	58	0	0	0	21	0	324	296	<b>810</b>
Verspreiding	163	1154	242	244	0	168	48	294	1115	<b>3429</b>
Verwijdering	0	137	39	31	0	18	69	5302	1352	<b>6949</b>
Verstoring	1	126	155	264	0	377	3	0	0	<b>927</b>
Onderzoek en ontwikkeling	0	125	43	3	0	512	0	0	110	<b>794</b>
Uitvoering en handhaving	4	140	40	0	0	1288	7	0	299	<b>1778</b>
Verontreiniging bodem	0	165	162	0	12	681	26	0	87	<b>1132</b>
Overig <sup>1)</sup>	4	145	41	0	15	40	0	0	0	<b>244</b>
<b>TOTAAL</b>	<b>635</b>	<b>2236</b>	<b>1491</b>	<b>1151</b>	<b>64</b>	<b>3602</b>	<b>158</b>	<b>5926</b>	<b>3260</b>	<b>18522</b>

1) Overig omvat aantasting ozonlaag, verdroging en landschap.

Milieukosten (vervolg) per doelgroep per thema voor de jaren 1985, 1990, 1995, 1997, 1998 en 2003 in miljoen gulden (prijspeil 1999).

	land- bouw	indu- strie	energie & raffina- derijen	verkeer	consu- menten	HDO	bouw	afval- ver- werking	actoren in de water- keten	<b>TOTAAL</b>
<b>1997</b>										
Verzuring	347	231	874	655	48	20	5	4	0	<b>2184</b>
Klimaatverandering	0	0	22	0	4	695	0	0	0	<b>721</b>
Vermesting	110	59	0	0	0	104	0	289	308	<b>870</b>
Verspreiding	196	1222	307	236	5	199	52	300	1107	<b>3626</b>
Verwijdering	0	155	46	31	0	20	74	5774	1353	<b>7454</b>
Verstoring	1	134	171	299	0	312	3	0	0	<b>919</b>
Onderzoek en ontwikkeling	0	150	52	3	0	511	0	0	115	<b>832</b>
Uitvoering en handhaving	4	181	36	0	0	1208	7	0	311	<b>1748</b>
Verontreiniging bodem	0	208	172	0	14	891	27	0	87	<b>1399</b>
Overig <sup>1)</sup>	5	152	69	0	0	100	0	0	0	<b>327</b>
<b>TOTAAL</b>	<b>663</b>	<b>2493</b>	<b>1750</b>	<b>1225</b>	<b>72</b>	<b>4061</b>	<b>169</b>	<b>6367</b>	<b>3281</b>	<b>20080</b>
<b>1998</b>										
Verzuring	346	273	895	692	111	25	5	5	0	<b>2351</b>
Klimaatverandering	0	0	22	0	8	930	0	0	0	<b>960</b>
Vermesting	110	57	0	0	0	165	0	286	313	<b>932</b>
Verspreiding	191	1237	305	236	8	210	54	289	1104	<b>3634</b>
Verwijdering	0	157	44	31	0	20	74	5791	1367	<b>7485</b>
Verstoring	1	137	178	318	0	319	3	0	0	<b>955</b>
Onderzoek en ontwikkeling	0	158	56	3	0	925	0	0	115	<b>1259</b>
Uitvoering en handhaving	4	189	35	0	0	1215	7	0	311	<b>1762</b>
Verontreiniging bodem	0	212	170	0	14	937	27	0	87	<b>1448</b>
Overig <sup>1)</sup>	5	155	67	0	0	107	0	0	0	<b>336</b>
<b>TOTAAL</b>	<b>657</b>	<b>2576</b>	<b>1773</b>	<b>1281</b>	<b>140</b>	<b>4856</b>	<b>171</b>	<b>6371</b>	<b>3297</b>	<b>21122</b>
<b>2003 'behoedzaam'</b>										
Verzuring	347	472	955	991	146	88	5	5	0	<b>3009</b>
Klimaatverandering	0	26	22	0	40	1731	0	0	0	<b>1819</b>
Vermesting	145	63	0	0	0	73	0	137	394	<b>812</b>
Verspreiding	157	1380	336	236	28	222	175	296	1397	<b>4227</b>
Verwijdering	0	175	46	33	43	19	76	6337	2045	<b>8773</b>
Verstoring	1	175	189	393	0	349	3	0	0	<b>1111</b>
Onderzoek en ontwikkeling	0	183	64	3	0	1059	0	0	115	<b>1424</b>
Uitvoering en handhaving	4	213	33	0	0	1335	8	0	311	<b>1903</b>
Verontreiniging bodem	0	244	175	0	16	1038	32	0	87	<b>1591</b>
Overig <sup>1)</sup>	7	163	69	0	0	103	0	0	42	<b>384</b>
<b>TOTAAL</b>	<b>661</b>	<b>3094</b>	<b>1890</b>	<b>1656</b>	<b>272</b>	<b>6017</b>	<b>299</b>	<b>6775</b>	<b>4391</b>	<b>25054</b>

<sup>1)</sup> Overig omvat aantasting ozonlaag, verdroging en landschap.



## Afkortingenlijst

AMvB	Algemene Maatregel van Bestuur	IBS	Interimwet Bodemsanering
AOO	Afval Overlegorgaan	IMT	Integrale Milieutaakstelling
AVI	Afvalverbrandingsinstallatie	IPO	Interprovinciaal Overleg
BBP	Bruto Binnenlands Product	IR	Individueel risico
BEES	Besluit Emissie-Eisen Stookinstallaties	kWh	Kilowattuur
BEVER	Beleidsvernieuwing bodemsanering	KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
BGM	Bijdrageregeling Gebiedsgericht Milieubeleid	KWS2000	Koolwaterstoffen2000
Bla	Besluit luchtmissies afvalverbranding	Ke	Kosteneenheden
BSA	Bouw- en sloopafval	LAeq	Equivalente dosismaat
CBS	Centraal Bureau voor de Statistiek	LBV	Landelijk Beeld van Verstoring
CFK	Chloorfluorkoolwaterstoffen (volledig gehalogeneerd)	LNV	Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij
CH <sub>4</sub>	Methaan	m-eq	vermestingsequivalenten
CIW	Commissie Integraal Waterbeheer	mSv	milli Sievert
CO	Koolmonoxide	MIA	Milieu-investeringsaftrek
CO <sub>2</sub>	Kooldioxide	MINAS	Mineralenaangiftesysteem
CPB	Centraal Planbureau	MJA	Meerjarenafpraak energie- efficiencyverbetering
dB(A)	decibel (audio)	MKM	Milieukwaliteitsmaat
DLO	Dienst Landbouwkundig Onderzoek	MTR	Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau
DUBO	Duurzaam Bouwen	MAP	Milieuactieprogramma
EIA	Energie-investeringsaftrek	MWe	Megawatt elektriciteit
EPN	Energieprestatienorm	N	Stikstof
EU	Europese Unie	N <sub>2</sub> O	Distikstofoxide
EVR	Externe-veiligheidsrapport	NH <sub>3</sub>	Ammoniak (emissie)
gve	grootvee-eenheden	NH <sub>x</sub>	Ammoniak (depositie)
GEBEVE	Gebiedsgerichte Bestrijding Verdroging	NLR	Nationaal Lucht- en Ruimtevaart- laboratorium
GFT	Groente-, fruit- en tuinafval	NMP	Nationaal Milieubeleidsplan
GGR	Gesommeerd gewogen risico	NO <sub>2</sub>	Stikstofdioxide
GJ	Giga Joule (10 <sup>9</sup> )	NO <sub>x</sub>	Stikstofoxiden (emissie)
GRP	Gemeentelijk rioleringsplan	NO <sub>v</sub>	Stikstofoxiden (depositie)
HCFK	Onvolledig gehalogeneerde (chloor/fluor)koolwaterstoffen	o-eq	ozonaantastingsequivalenten
HDO	Handel, diensten en overheid	O <sub>3</sub>	Ozon
HFK	Fluorkoolwaterstoffen	OBN	Overlevingsplan Bos en Natuur
HIMH	Hoofd Inspectie Milieuhygiëne	ppb	parts per billion (10 <sup>-9</sup> )
i.e.	inwonersequivalenten	P	Fosfor
		PAK	Polycyclische aromatische koolwaterstoffen
		PCB	Polychloorbifenyyl

PFK	Perfluorkoolwaterstof	V&W	Ministerie van Verkeer en Waterstaat
PJ	Peta Joule ( $10^{15}$ )	VINEX	Vierde Nota Ruimtelijke Ordening Extra
PM <sub>10</sub>	fijn stof	VOGM	Vervolg bijdrageregeling ontwikkeling gemeentelijk milieubeleid
REB	Regulerende Energiebelasting	VOS	Vluchtige organische koolwaterstoffen
RIZA	Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling	VROM	Ministerie van Volksgezondheid Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
ROM	Ruimtelijke Ordening en Milieu	VWS	Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport
RPD	Rijks Planologische Dienst	WBB	Wet bodembescherming
RWS	Rijkswaterstaat	WHO	World Health Organization
RWZI	Rioolwaterzuiveringsinstallatie	WIR	Wet investeringsrekening
SAB	Saneringen door het bevoegd gezag	WKK	Warmte/kracht-koppeling
SCP	Sociaal en Cultureel Planbureau	WVO	Wet verontreiniging oppervlaktewateren
SEB	Saneringen in eigen beheer	z-eq	verzuringsequivalenten
Sep	Samenwerkende elektriciteitsproductiebedrijven	ZOAB	zeer open asfaltbeton
SF <sub>6</sub>	Zwavelhexafluoride		
SO <sub>2</sub>	Zwavedioxide (emissie)		
SO <sub>x</sub>	Zwavedioxide (depositie)		
VAM	Vuil Afvoer Maatschappij		
VAMIL	Willekeurige (voorheen Vervroegde) afschrijving van milieu-investeringen		

# Index

- Aantasting Ozonlaag 88-91, 163, 176, 177
- Aardgas 16, 28-30, 38, 48, 50-53, 68, 84, 157
- Afval 13, 21, 22, 39, 48, 53, 67, 69-73, 82, 112, 113, 117-122, 155, 156, 158, 159, 175
- Afvalpreventie 119
- Afvalverbrandingsinstallatie zie AVI
- Afvalverwijdering 13, 70-73, 82, 117, 158
- Ammoniak zie NH<sub>3</sub>
- AVI 13, 53, 54, 70-72, 119, 121, 159
- BBP 13, 21, 22, 24, 30, 31, 37, 155
- BGM 136, 140, 141
- Benzeen 79, 130, 149, 169, 171
- Bestrijdingsmiddelen 9, 15, 16, 34, 40, 76, 80, 109-112, 142, 143, 146, 147
- Biodiversiteit 32, 35
- Bodembescherming 71, 114
- Bodemsanering 82, 113-116
- Bouw 57-59
- Broeikaseffect 80, 83-88
- Broeikasgas 84-88
- Cadmium 72, 73, 106, 107
- CFK's 17, 81, 83, 89, 90
- CH<sub>4</sub> 81, 84-86, 88
- Chroom 106, 108
- Clean Development Mechanism 12
- CO<sub>2</sub> 9, 11, 12, 37-39, 45, 46, 49-52, 56, 58, 79-81, 83-86, 88, 131
- Consumenten 32, 33, 35, 38, 39, 64-69, 75, 101
- Dienstensector 11, 12, 24, 26, 27, 29, 37-39, 57-59
- Dioxine 17, 18
- Distikstofoxide zie N<sub>2</sub>O
- Drinkwater 15, 75-77, 93, 100, 102, 109, 137
- Duurzaam bouwen 57, 58, 159
- Duurzame energie 51, 54, 55, 159
- Ecosystemen 14, 15, 19, 32, 83, 88, 92, 97-99, 104, 105, 113, 114, 117, 122, 135, 143-147
- Elektriciteitsverbruik 11, 39, 57, 64, 68
- Energiebesparing 9, 27, 30, 31, 159
- Energiegebruik 11, 12, 21, 22, 27-33, 37, 38, 46-50, 51-56, 58, 65, 68-70, 95, 158
- Energie-intensiteit 30, 31
- Energievoorziening 11, 37, 51-56, 65, 93
- Energievraag 12, 27-31, 49, 50, 85
- EVR 128
- Externe veiligheid 122, 127-129
- Fijn stof 9, 13, 16, 38, 46, 47, 59, 62, 63, 66, 79, 81, 91, 97-99, 105, 148-151
- Fosfaat 40-43, 77, 78, 100, 102, 105, 137, 142
- Gebiedsgericht beleid 136, 139, 141
- Geluidbelasting 9, 13, 17, 82, 123-127, 130-132
- Geluidhinder 17, 81, 123, 125, 126, 130, 131, 152
- Geurhinder 81, 123, 126, 127, 134
- Gezondheidseffecten 16, 89, 122, 148, 149, 151, 152
- GFT 67, 120
- Groene belastingen 155, 157, 158
- Groenlabel 54
- Grondwater 9, 14-16, 73, 76, 80, 93, 99, 100, 102, 103, 105, 107-110, 135, 137, 139
- Handel 57, 58, 157
- HDO 57-59, 75
- Hergebruik 34, 48, 67, 73, 77, 81, 82, 112, 117-121, 159
- Hormoonontregelaars 147
- Huidkanker 17, 89, 91, 152, 153
- Huishoudens 13, 22-25, 29, 38, 64-69, 70, 71, 75, 77, 78, 94, 109, 155, 157
- Industrie 11, 13, 17, 21, 26, 27, 37-39, 45-48, 50, 71, 75, 81, 82, 85, 93, 95, 100, 101, 112, 119, 120, 125-127, 139, 152, 156, 157
- Joint Implementation 12
- Klimaatverandering 79-81, 83-90, 155, 161-163
- Koolstofdioxide zie CO<sub>2</sub>
- Koper 105-108
- Kosteneffectiviteit 64, 139, 141
- Kwik 72, 106, 108, 109
- Kyoto 84
- Landbouw 9, 11, 12, 14, 15, 32, 35, 37-45, 81, 82, 93, 95-97, 100, 101, 103, 107, 108, 111, 120, 126, 127, 137, 139, 157
- Leidingwater 73-77
- Lood 13, 38, 59, 63, 106-109, 129, 149
- Luchtvaart 9, 62, 63, 123, 125, 130-134, 152
- Mest 9, 12, 14, 38, 40, 42-45, 86, 102, 107, 142, 159
- Methaan zie CH<sub>4</sub>
- Milieubeleid 18-19, 22, 23, 65, 79, 136, 140, 141, 149, 155-159
- Milieuconvenanten 47
- Milieukosten 13, 155-159, 176, 177
- MINAS 12, 14, 41, 101
- Mobiliteit 9, 11-13, 17, 21, 33, 37, 38, 60, 69, 95, 98, 123, 129
- N<sub>2</sub>O 46, 47, 79-81, 84-86, 88
- Natuurwaarde 35, 143, 147, 148
- NH<sub>3</sub> 12, 14, 38, 42-44, 46, 47, 81, 91-93, 96, 97, 105, 149
- Nikkel 105-107
- Nitraat 14, 42, 76, 80, 100, 102, 105, 137
- NO<sub>2</sub> 97-99, 129, 130
- Normen 13, 16, 40, 72, 73, 93, 97, 105, 112
- NO<sub>x</sub> 13, 16, 38, 39, 45-49, 51, 52, 56, 59, 62-64, 72, 81, 91-93, 95-97, 105, 129-131, 149, 156
- Ontkoppeling 9, 11, 37, 51, 80
- Onzekerheden 5, 19, 20, 88, 91, 96, 99, 103, 127, 134, 151
- Oppervlaktewater 9, 14-16, 40, 71, 74, 76-79, 82, 92, 101-107, 109-112, 121, 139, 142, 143, 146, 147

Ozon	9, 16, 88, 89, 91, 92, 97-99, 105, 148-151	Veiligheidsrisico's	122, 127-129, 130, 133, 134
Ozonlaag	17, 81, 83, 87-91, 152	Verbranden	72, 73, 81, 82, 117-119, 158, 159
PAF	146	Verdroging	14, 15, 74, 77, 82, 92, 100, 135-138, 142-144, 146
PCB's	107	Verkeer	12, 13, 29, 37, 38, 59-64, 81, 85, 93, 95, 98, 123, 125, 126, 148-151, 156
Perspectief (-project)	70	Vermesting	9, 14, 40, 76, 79-82, 92, 99-103, 143, 146, 166
Radioactieve stoffen	112	Verspreiding	82, 104-112, 148, 156, 167-170
Radioactiviteit	112	Verstoring	9, 80-82, 122-134, 147, 148
Raffinaderijen	11, 15, 29, 38, 39, 47, 49-51, 81, 93, 95, 157	Verwijdering	9, 71, 74, 78, 82, 116-121, 156, 158, 159
REB	29, 158, 159	Verzuring	9, 14, 15, 79-81, 91-98, 100, 107, 146, 148, 156, 164
Regeerakkoord	117	Vliegverkeer	13, 123-125, 127, 130-134, 152
Rookgasreiniging	16, 51, 72	Voedselrijkdom	14, 144, 145
Ruimtegebruik	11, 32-36	VOGM	141
RWZI's	74, 77, 78, 82, 101, 147	Volksgezondheid	16, 17, 19, 83, 88, 92, 97, 99, 104, 105, 113, 117, 122, 129, 135, 148-153
Saneringen zie bodemsanering		VOS	13, 16, 38, 39, 46, 47, 51, 58, 59, 62, 63, 66, 79, 81, 91, 97, 98, 134
Schiphol	13, 17, 61, 62, 123, 128, 130-134	Warmte/kracht-koppeling	zie WKK
SO <sub>2</sub>	16, 37, 39, 45-52, 56, 62, 64, 79, 81, 91-94, 96-97, 105, 149	Watergebruik	57, 67
Soortenrijkdom	14, 36	Waterkwaliteit	106, 146
Stikstof	9, 14, 40-43, 77, 78, 89, 91, 92, 96, 100, 101, 103, 142-144	Windenergie	53-55
Stikstofdioxide zie NO <sub>2</sub>		WKK	29, 53
Stiltegebieden	123, 125	Zink	106, 107
Storten	13, 71-73, 81, 82, 117-122, 158, 159	Zware metalen	9, 11, 15, 38, 70, 73, 77, 78, 80, 82, 104-108, 159
Straling	104, 112	Zwavel dioxide	zie SO <sub>2</sub>
Uitvoeringsnota Klimaatbeleid	47, 85, 86		
UV	89, 152, 153		
Varkenspest	26, 40		
Veehouderij	12, 14, 24, 40, 44, 95, 96		
Veestapel	12, 14, 21, 22, 40-43		