

RIVM rapport 408129005

Meten, Rekenen en Onzekerheden

De werkwijze van het RIVM-Milieuonderzoek

februari 1999

Dit rapport werd opgesteld in opdracht van de directie van het RIVM in het kader van de uitoefening van de milieuplanbureaufunctie

Inhoud

Voorwoord 3

Abstract 4

Samenvatting 5

1. De algemene uitgangspunten 15

2. Het schatten van emissies 20

2.1 Emissieregistratie 20

2.2 Berekening van de emissies 20

2.3 Onzekerheid in het schatten van niveaus en trends 22

2.4 Internationale emissies 22

3. Klimaatverandering en aantasting ozonlaag 24

3.1 Klimaatverandering 24

3.1.1 Het probleem en de doelen 24

3.1.2 Monitoring en modellering van de ontwikkelingen 24

3.1.3 Onzekerheden en de conclusies in de Milieubalans 25

3.2 Aantasting van de ozonlaag 26

4. Verzuring en smog 28

4.1 Verzuring 28

4.1.1 Het probleem en de doelen 28

4.1.2 Monitoring en modellering van de zure depositie 28

4.1.3 Onzekerheden en de conclusies in de Milieubalans 30

4.2 Zomersmog 33

4.3 Fijn stof 34

5. Vermesting en verdroging 36

5.1 Vermesting (uitspoeling van nitraat) 36

5.1.1 Het probleem en de beleidsdoelen 36

5.1.2 Meten en modelleren van de nitraatuitspoeling 38

5.1.3 Onzekerheden en de conclusies in de Milieubalans 43

5.2 Verdroging 43

6. Verstoring, de Schiphol casus 45

6.1 De geluidsoverlast van de luchthaven 46

6.1.1 Het probleem en de doelen 46

6.1.2 Modelleren van de ontwikkelingen 46

6.1.3 Onzekerheden en de conclusies in de Milieubalans 47

6.2 Risico's van ongevallen bij de luchthaven 48

6.2.1 Het probleem en de doelen 48

6.2.2 Rekenmodel voor de risico's 48

6.2.3 Onzekerheden en de conclusies in de Milieubalans 50

6.3 'Schiphol binnen milieugrenzen' 51

6.3.1 De conclusies 52

6.3.2 Onzekerheden 52

Referenties 54

Bijlage 1: Verspreiding van milieugevaarlijke stoffen 58

Bijlage 2: Meetnetten milieukwaliteit 60

Bijlage 3: Factsheets Emissies 71

Bijlage 4: Overzicht rekenschema's Milieubalans 79

Bijlage 5: Literatuur

Voorwoord

Naar aanleiding van uitlatingen van een RIVM-medewerker in de pers, is discussie ontstaan over de onafhankelijkheid en wetenschappelijke integriteit van het RIVM. In het bijzonder werden kritische kanttekeningen geplaatst bij de realiteitswaarde van de jaarlijkse Milieubalans en de door het RIVM uitgevoerde Schiphol-studie.

In deze rapportage wordt daarom informatie gegeven over de werkwijze van het RIVM en de onzekerheden waarmee de gepresenteerde resultaten omgeven zijn in het bijzonder met betrekking tot de Milieubalans en de Schipholrapportage. Meer in het algemeen zijn met betrekking tot de ontstane discussie de volgende door RIVM tot op heden gehanteerde uitgangspunten van belang:

- Als milieuplanbureau wordt door het RIVM in beginsel gerapporteerd als daar vanuit het beleid om wordt gevraagd, maar dan wel volgens de bestaande - per definitie onvolledige - stand van de wetenschap, en onder vermelding van de beperkingen van het onderzoek. De onvolledigheid van de wetenschappelijke kennis is in deze zienswijze minder belangrijk dan de politieke wenselijkheid om, ondanks dat, toch beleid te ontwikkelen. Een bekend voorbeeld van het beleidsmatig omgaan met wetenschappelijke onzekerheden is de broeikasproblematiek.
- In de Milieubalans wordt gerapporteerd over verschillende onderwerpen waarvan de wetenschappelijke inzichten nog in ontwikkeling zijn. Zo zijn voor verzuring en verstoring een evaluatie van de nieuwste inzichten en daaraan gekoppelde beleidsdoelstellingen voorzien. Onzekerheden in de beschrijving van de actuele milieukwaliteit moeten beoordeeld worden tegen de achtergrond van de in het algemeen nog steeds forse mate waarin die gemeten niveaus de doelstellingen overschrijden. In de Milieubalans zijn omwille van leesbaarheid, de onzekerheden in de resultaten alleen weergegeven waar die voor de beleidsconclusies relevant zijn.
- De door RIVM gebruikte modellen, die relevant zijn voor de conclusies, zijn veelal ontwikkeld in samenwerking met andere instituten en zo veel mogelijk getoetst in experimentele programma's (veldexperimenten, proefvelden, etc.) of, waar dat niet mogelijk is aan de omvangrijke meetreeksen van meetnetten.
- Sommige onzekerheden in het milieu- (en in het bijzonder het klimaat-)onderzoek zullen - ook bij een aanzienlijke uitbreiding van de meetinspanningen - nooit verdwijnen. Om zo betrouwbaar mogelijke uitspraken te doen worden door het RIVM op grote schaal monitoringprogramma's (bijna 20 miljoen gulden per jaar) uitgevoerd, gericht op de milieuconcentraties die direct relevant zijn voor de belasting van mens en milieu, en waarvoor milieudoelstellingen zijn geformuleerd.

Abstract

This report describes the research methodology of RIVM as a response to recent criticism that RIVM is measuring too little, that it relies too much on models and that it doesn't communicate the uncertainties of data and model results enough to politicians.

The report shows that RIVM advice is based on a well balanced combination of scientific knowledge, mathematical models and measuring data. Theoretical concepts are validated by measurements or experiments. Validated models are used to optimize the measurement efforts and to interpolate measurement data. Furthermore the models give the measurements a broader meaning because they describe the processes and causal relationships behind the monitoring results.

Uncertainties are a part of any scientific research and this is well communicated to the scientific community. In policy oriented reports uncertainties are normally described qualitatively, rather than quantitatively; unless in those cases where uncertainties affect the policy conclusion. In these cases quantitative uncertainty margins are reported and (need for) additional research is mentioned.

The report describes the uncertainties in measurements and model results for the main environmental problems, climate change, ozone layer, acidification, tropospheric ozone, particulate matter, eutrophication, noise pollution and external risks related to airport developments. The report furthermore describes how environmental data are gathered and what models are used.

Samenvatting

De balans opgemaakt

De kernexpertise van de planbureau functie van het RIVM is de beschrijving van de relatie tussen economie en ecologie. Op basis van de zogenoemde 'bron-effect'-keten worden de emissies van verontreinigende stoffen uit het maatschappelijk-economisch systeem doorvertaald naar de kwaliteit van het milieu en de resulterende effecten op mens en ecosysteem. Deze beschrijving is gebaseerd op een weloverwogen combinatie van waarneming en kennis, wat tot uitdrukking komt in meetprogramma's en mathematische modellen.

De meetprogramma's in lucht, bodem, (grond-)water en ecosystemen voorzien met name in gegevens over de milieukwaliteit, waarvoor normen of grenswaarden zijn gesteld. Daarmee is een zo direct mogelijke koppeling gelegd tussen de toestandbeschrijving en de door het beleid beoogde toestand van het milieu. Om betekenis te kunnen geven aan de meetgegevens worden modellen gebruikt. Hierin wordt de beschikbare kennis over het milieusysteem samengebracht. Met de modellen kunnen de meetgegevens met elkaar in verband worden gebracht en kan de relatie gelegd worden tussen de emissies en de daaruit voortkomende milieukwaliteit.

Het RIVM functioneert sinds 1994 als Milieuplanbureau (Wet Milieubeheer). In dat kader worden door het instituut de volgende rapportages uitgebracht:

- jaarlijks de Milieubalans: de toestand van het milieu, zoals die verklaard kan worden uit de maatschappelijke (economische) ontwikkeling en het gevoerde beleid;
- eens per vier jaar een Milieuverkenning, waarin op basis van modellen en scenario-veronderstellingen de toekomstige milieukwaliteit wordt verkend. De scenario's hebben zowel betrekking op de maatschappelijke ontwikkeling, als op de alternatieve beleidsmogelijkheden;
- rapportages over specifieke beleidsrelevante onderwerpen zoals de milieu-implicaties van grote infrastructurele projecten.

In samenwerking met de planbureaus CPB, SCP en RPD wordt de milieuproblematiek steeds meer in het bredere maatschappelijke kader geplaatst van wonen, werken, infrastructuur, ruimte en natuur.

De Milieubalans

De Milieubalans bestaat uit twee delen:

- De ontwikkelingen voor de verschillende maatschappelijke sectoren/doelgroepen, zoals industrie, landbouw, verkeer, consumenten en de doorvertaling daarvan naar de milieuverontreinigende emissies, gegeven het gevoerde beleid.
- De milieudruk en milieukwaliteit voor de verschillende milieuthema's, waarbij zoveel mogelijk metingen in verband worden gebracht met het verloop van de emissies. Nagegaan wordt in hoeverre de voor emissies of milieukwaliteit geformuleerde doelstellingen worden gerealiseerd.

De emissiecijfers komen op twee manieren tot stand:

- De zogeheten collectieve emissies van verkeer, huishoudens, kleine bedrijven en landbouw worden bepaald aan de hand van statistische gegevens, veelal afkomstig van het CBS: het aantal voertuigen, inwoners, de grootte van de veestapel, het aantal arbeidsplaatsen, het verbruik van fossiele brandstoffen en dergelijke. Deze gegevens worden vertaald naar emissies met behulp van emissiefactoren die bijvoorbeeld weer afhangen van de gemiddelde snelheid van de auto's, het aantal auto's met katalysator, de relatie tussen snelheid en uitstoot. Om de emissiefactoren te bepalen worden experimentele metingen uitgevoerd. Zo worden de emissies van auto's gemeten onder verschillende test-omstandigheden in proefinstallaties door onder andere TNO. De emissie van bijvoorbeeld ammoniak na het uitrijden van mest wordt experimenteel bepaald door onder andere de Dienst Landbouwkundig Onderzoek.
- De emissies van grote industriële bedrijven zijn gebaseerd op opgaven van de bedrijven zelf. Deze opgaven worden geverifieerd door het bevoegd gezag en op hoofdlijnen getoetst door TNO.

Emissies kunnen meestal niet direct worden gemeten. Zo kan ter bepaling van de uitstoot van stoffen uit het verkeer niet aan elke uitlaat een meetinstrument worden gehangen. Het gaat dus altijd om een combinatie van metingen en statistische gegevens van de verschillende maatschappelijke activiteiten. De emissie-inventarisaties worden onder auspiciën van de Hoofdinspectie Milieuhygiëne uitgevoerd door CBS, TNO, RIZA, DLO en RIVM. In deze samenwerking staan, zoals in elk wetenschappelijk proces, methodiek en cijfers voortdurend ter discussie. De instituten proberen vanuit hun inhoudelijke, en qua positionering verschillende achtergronden, tot gezamenlijke schattingen te komen. Wanneer dat niet mogelijk is worden in de uiteindelijke rapportage kanttekeningen geplaatst in de vorm van bandbreedtes.

De ontwikkeling van de toestand van het milieu wordt vervolgens beschreven voor de verschillende thema's zoals Klimaatverandering en Verzuring. Afhankelijk van de beleidsdoelstelling wordt daarbij ingegaan op emissies of milieukwaliteit (concentraties en deposities van de verontreinigende stoffen). Afgezien van de Emissie-inventarisatie is de Milieubalans grotendeels gebaseerd op meetresultaten of een combinatie van metingen en modellen. In slechts enkele gevallen wordt de ontwikkeling van de milieukwaliteit hoofdzakelijk gebaseerd op modelberekeningen. Dat is het geval bij de overgang van gemeten concentraties op ecosystemen, de verspreiding van ammoniak en de beschrijving van de geluidsbelasting en de externe veiligheid.

Onzekerheden

In de beleidsgerichte overzichtsrapporten die het RIVM opstelt, zoals de Milieubalans, worden onzekerheden alleen aangegeven waar die voor de conclusies relevant zijn. Afgezien daarvan worden de onzekerheidsmarges niet expliciet aangegeven, maar kwalitatief aangeduid in de tekst. Voorts worden getallen in beginsel afgerond om 'schijnexactheid' te voorkomen. Binnen het RIVM is informatie beschikbaar over de betrouwbaarheid van de gegevens die het instituut presenteert. Soms kan een betrouwbaarheidsinterval statistisch worden onderbouwd, vaak gaat het om een indicatief expertoordeel. Informatie over de betrouwbaarheid van gegevens wordt veelal in wetenschappelijke kring uitgewisseld en is vastgelegd in diverse onderliggende onderzoeksrapporten en publicaties. In sommige gevallen is er ook over gerapporteerd in nota's die zijn aangeboden aan het parlement, zie bijvoorbeeld de '2nd Netherlands National Communication on Climate Change Policy' (update mei 1998, pagina 33-38).

Soms hebben de absolute niveaus een vrij grote onzekerheidsmarge, maar kan met meer zekerheid iets worden gezegd over de ontwikkeling van de trend. Dat is bijvoorbeeld het geval bij de emissiecijfers. Veelal zijn conclusies over een emissietrend vrij betrouwbaar doordat zij gerelateerd zijn aan productie- en consumptietrends en omdat systematische fouten hierop geen invloed hebben.

De hoofdboodschap uit de Milieubalans dat ‘milieudoelen worden overschreden; er is meer beleid nodig’ is - ondanks de onzekerheidsmarges - robuust. De gemeten overschrijding van milieudoelen is namelijk op dit moment nog substantieel. Indien echter in de toekomst de emissie- en milieukwaliteitsmetingen dichter bij de doelen komen te liggen, kan overwogen worden de onzekerheidsmarges van de gegevens te verkleinen. De betrouwbaarheid kan worden vergroot: deels met meer metingen, deels met meer verwerving van kennis over onderliggende processen en deels door het beter formaliseren van die kennis in modellen.

Tussen (meer) meten, modelleren en kennisverwerving zal altijd een balans moeten bestaan. Op basis van kennis worden theoretische concepten gevormd, die gekwantificeerd en getoetst worden op basis van metingen en experimenten. Gevalideerde modellen kunnen vervolgens weer worden gebruikt om meetnetten verder te optimaliseren en meetresultaten te interpreteren en ruimtelijk op te schalen. Deze combinatie van meten, weten (theorie) en rekenen (computermodellen) past het RIVM toe in diverse samenwerkingsverbanden, waaraan ook door tal van instituten en instanties in binnen- en buitenland belangrijke bijdragen worden geleverd.

Door het RIVM is meermalen kenbaar gemaakt, zoals in het kader van ICES, dat extra inspanningen gewenst zijn. Hierbij werd met name geduid op:

1. de meting van ammoniakemissie, -concentratie en -depositie;
2. de meting van geluidbelasting en de beleving van de hinder;
3. de meting van (componenten van) fijn stof emissies, de lokale luchtkwaliteit en de monitoring van volksgezondheid;
4. de (ecologische) meting van milieugevoelige soorten in aquatische en terrestrische ecosystemen (NEM);
5. de monitoring van beleidsprestaties van (lagere) overheden (zoals mate van uitvoering en handhaving van regelgeving, aanvullend regionaal beleid en de voortgang van het bodemsaneringsbeleid);
6. de beleving van de kwaliteit van woonomgeving en landschap en de verklarende componenten daarvan.

Aan elke wetenschappelijke interpretatie van de verkregen resultaten zijn onzekerheidsmarges verbonden. De vaststelling en waardering daarvan zal op een toetsbare manier moeten plaatsvinden en vergt communicatie, zowel met collega-wetenschappers, met degenen die basisgegevens aanreiken, als met degenen die beslissingen moeten nemen.

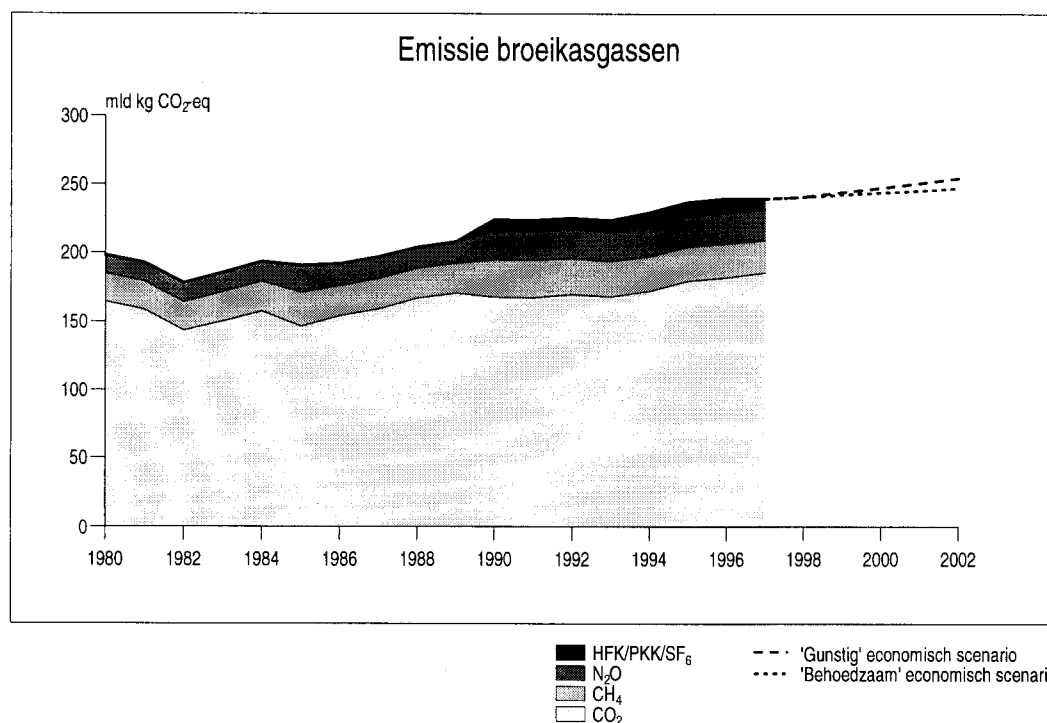
Hierop gelet zal het RIVM nog meer dan thans reeds het geval is investeren in:

- het organiseren van wetenschappelijk reviewprocessen, zowel via publicaties als door collegiale toetsing van haar instrumenten en kennis door wetenschappelijke audits;
- het voor de buitenwereld inzichtelijk en toetsbaar maken van de gegevens en modellen waarop haar adviezen gebaseerd worden;
- het kwaliteitssysteem rond de productie van basisinformatie en het vervaardigen van adviezen (ISO-certificering);

- het intensief intern en extern communiceren over nauwkeurigheidsmarges, ook naar maatschappij en politiek.

In het onderstaande wordt een indicatie gegeven van de onzekerheidsmarges van gegevens bij de verschillende milieuthema's zoals behandeld in de Milieubalans. Achterliggende informatie is opgenomen in de bijlagen en in diverse rapporten.

Klimaatverandering



Figuur 1 Nederlandse emissies van broeikasgassen, 1980-2002. Vóór 1990 zijn geen emissies van HFK's, PFK's en SF₆ opgenomen. De emissie van CO₂ is gecorrigeerd voor temperatuursinvloeden (figuur 4.2.1 uit MB98).

De EU heeft zich verplicht om de uitstoot van broeikasgassen in de periode 1990 tot 2008 à 2012 met 8% te reduceren. Voor ons land is daarvan als doelstelling een reductie van 6% afgeleid. De 'oude' NMP-doelstelling was een emissiereductie van CO₂ met 3% tussen 1990 en 2000. Tussen 1990 en 1997 zijn de broeikasgasemissies echter met bijna 7% toegenomen, zoals aangegeven in de Milieubalans. De CO₂-emissie nam met bijna 11% toe.

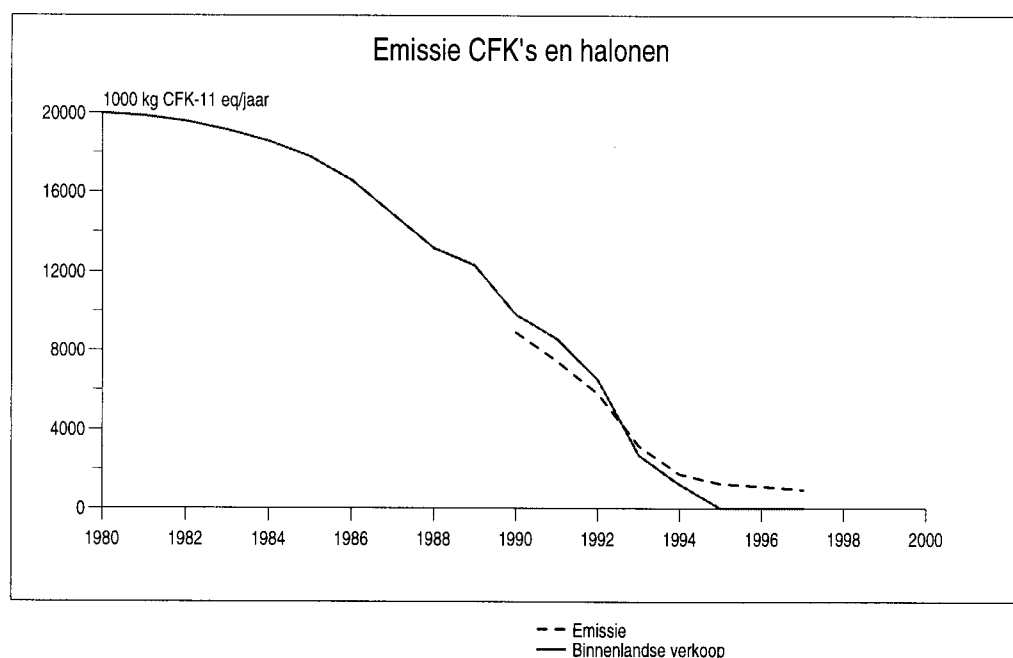
De nauwkeurigheid waarmee de emissieniveaus voor dit thema bepaald wordt, is ongeveer 2% voor CO₂, 25% voor methaan, 35% voor N₂O en 50-100% voor de overige gassen. De totale (gewogen) nauwkeurigheid van de broeikasgasemissies in CO₂-equivalenten kan op circa 5% gesteld worden. De emissieberekeningen worden samen met de Hoofdingspectie Milieuhygiëne en het CBS uitgevoerd, volgens de internationaal afgesproken IPCC-methodiek.

De conclusie dat het NMP-doel (3% reductie van de CO₂-emissies in 2000 ten opzichte van 1990) niet zal worden gehaald is robuust, gezien het feit dat de emissie sinds 1990 met 11% is toegenomen en de onzekerheidsmarge in het niveau circa 2% is.

In opdracht van het RIVM worden metingen verricht naar de verandering van de concentratie van broeikasgassen in de atmosfeer (Kollummerwaard). Het RIVM beschikt eveneens over meetresultaten van anderen in de wereld. Deze bevestigen de berekende stijging in de concentratie van broeikasgassen.

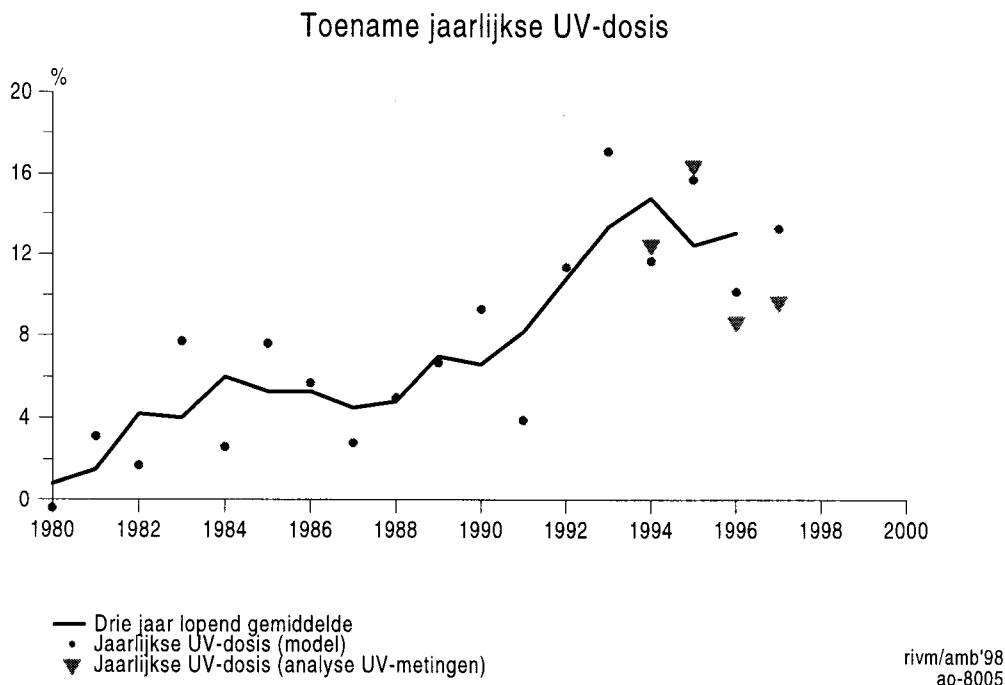
De onzekerheden in het klimaatprobleem als zodanig zijn nog groot. Het IMAGE-model van het RIVM is ontwikkeld om verschillende aspecten van het broeikaseffect en mondiale klimaatverandering te simuleren en de gevoeligheid van beleidsstrategieën voor verschillende wetenschappelijke inzichten te onderzoeken. Dit model wordt regelmatig door een panel van internationale deskundigen gereviewed (IPCC).

Aantasting ozonlaag



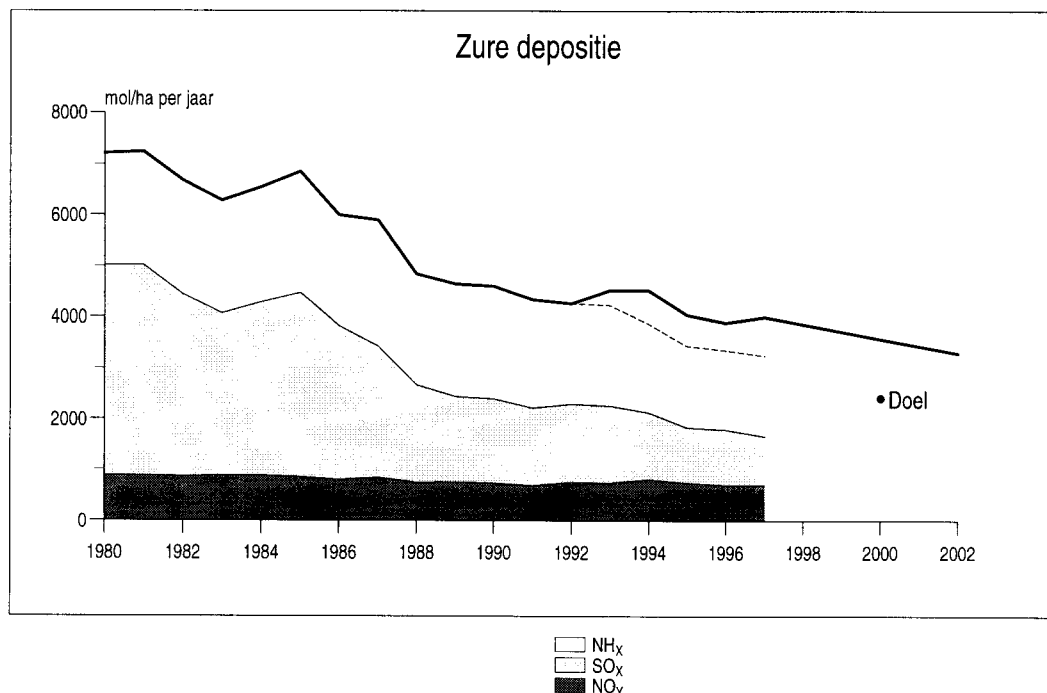
Figuur 2 De binnenlandse verkoop van niet-hergebruikte CFK's en halonen en de emissie van CFK's en halonen in Nederland, 1980-1997 (figuur 4.2.3. uit MB98).

De geconstateerde dalingen van de emissies van gassen die de ozonlaag aantasten zijn onweerlegbaar. Het RIVM verricht metingen met behulp van lasertechnieken in Bilthoven en Nieuw-Zeeland en maakt deel uit van een wereldwijd netwerk dat ozonlaagmetingen verricht, waarop de evaluaties van het ozonbeleid worden gebaseerd. Het RIVM meet zelf de UV-stralingsintensiteit. Het RIVM participeert in het Assessment Panel van het Montreal-Protocol. De resultaten van de RIVM-studies met betrekking tot meten en modelleren van de afbraak van de ozonlaag zijn in Nature gepubliceerd. De onzekerheidsmarge over de uiteindelijke effecten op de UV-straling en het ontstaan van huidkanker zijn groter (30-40%).



Figuur 3 De toename van de effectieve UV-straling in Nederland ten opzichte van 1980 afgeleid uit metingen van de dikte van de ozonlaag en uit directe UV-metingen (Slaper et al., 1994, 1995, 1996).

Verzuring en smog



Figuur 4 De gemiddelde depositie van potentieel zuur op Nederland (1980-2002). Tot het jaar 1993 is de droge depositie van NH_x mede gebaseerd op emissieschattingen; vanaf 1993 tot en met 1997 is deze methode als stippellijn doorgetrokken (figuur 4.3.1 uit MB98).

Met het verzuringsbeleid wordt beoogd een maximale depositie op bos in ons land van 1400 zuurequivalenten in 2010 te bereiken. Voor het jaar 2000 geldt een tussendoelstelling van 2400 equivalenten gemiddeld op Nederland. Ook voor de emissies van verzurende stoffen zijn voor 2000 tussendoelstellingen geformuleerd.

De gerapporteerde zure deposities worden waar mogelijk afgeleid uit metingen. Dit gebeurt deels direct door meting van SO_2 , NO_x en NH_3 en natte depositie, aangevuld met modelberekeningen om de gemeten concentraties (op drie meter hoogte) door te vertalen naar de totale depositie (nat en droog) op grondniveau.

De jaargemiddelde concentraties in ons land kunnen per gridcel (5×5 km) met het meetnet worden vastgesteld met een nauwkeurigheid van circa 20% voor stikstof- en zwaveloxiden. Voor ammoniak is de onzekerheid tweemaal zo groot. De deposities per gridcel zijn onzekerder. De gemiddelde depositie in ons land kent een onzekerheid van circa 20%. Hierin speelt ammoniak een dominante rol. Zo zelfs dat lokaal geen significante uitspraken mogelijk zijn. De voor de bepaling van zure deposities gebruikte methoden zijn en blijven een onderwerp van internationale review. Dit gebeurt in de wetenschappelijke fora onder het Europese verdrag voor grensoverschrijdende luchtverontreiniging (UN-ECE).

De emissieschattingen van SO_2 en NO_x hebben een onzekerheidsmarge van ongeveer 25%. Voor ammoniak geldt een onzekerheidsmarge van 30%, maar het berekende emissieniveau is eerder te laag dan te hoog. Dit blijkt uit de confrontatie van berekende emissies met luchtkwaliteitsmetingen (zie MB98).

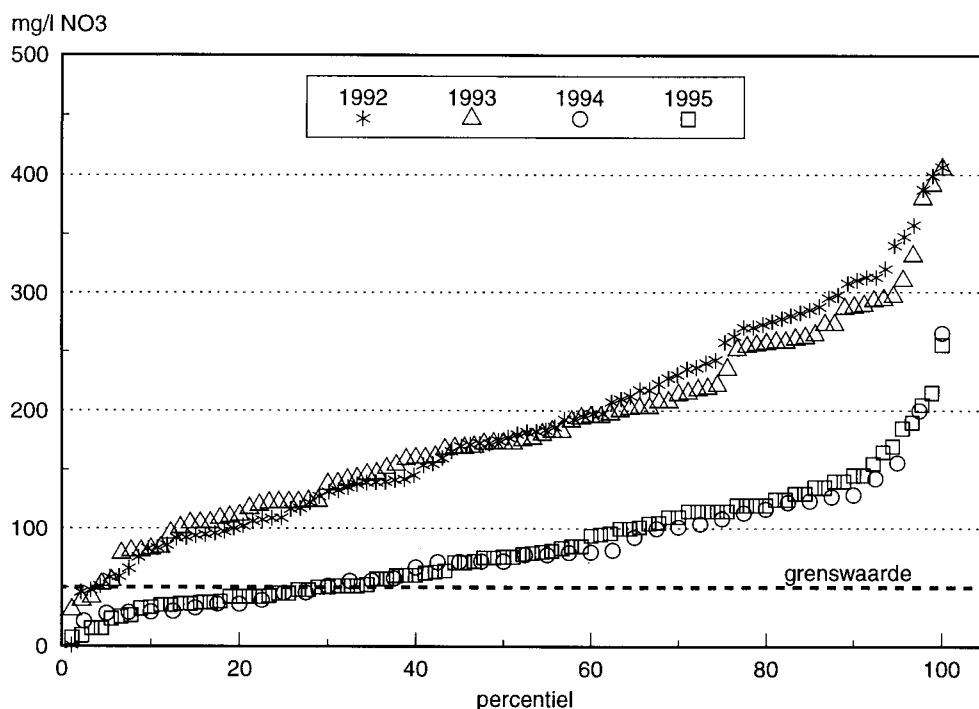
De overeenstemming tussen metingen in de buitenlucht en de uit de emissiegegevens berekende concentraties is - blijkens eerdere studies - goed voor de zwavel- en stikstofoxiden. Voor ammoniak worden grote afwijkingen geconstateerd, waaraan thans onderzoek verricht wordt. Deze afwijkingen zijn in de laatste Milieubalans expliciet gemeld.

De onzekerheid in de totale depositie bedraagt 20%. Dit moet worden gezien tegen de achtergrond dat de huidige depositie op bos een factor drie hoger ligt dan de kritische belasting.

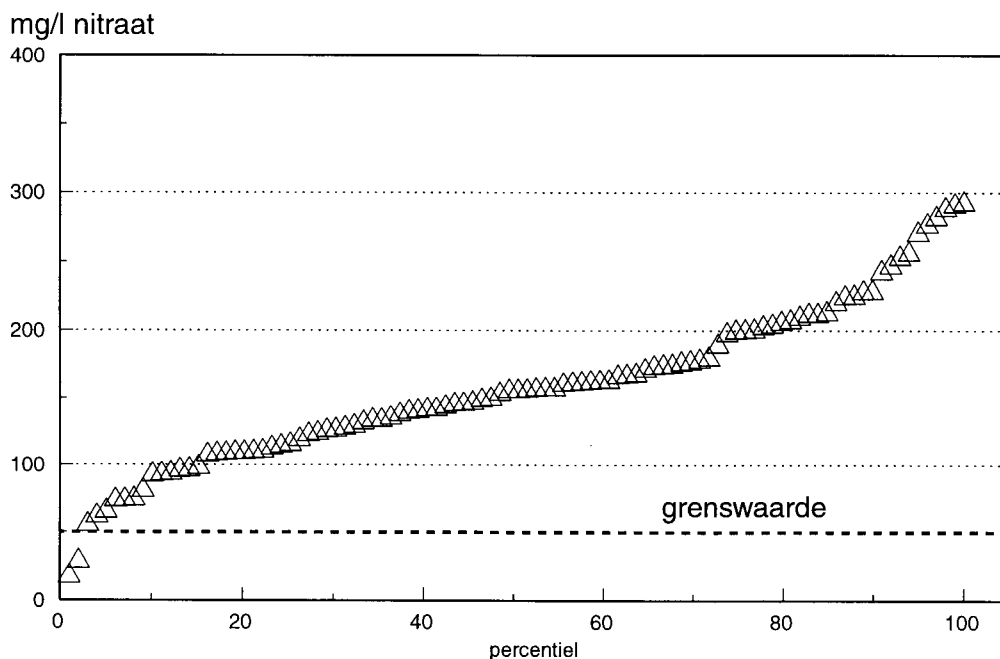
Onder het thema Verzuring wordt ook smog als een daaraan gerelateerd milieuprobleem behandeld. Zomersmog (of troposferisch ozon) kent onzekerheden in de meetwaarden op jaarbasis van 5-10%. De trend in de tijd wordt gedomineerd door meteorologische fluctuaties, die een variatie van ongeveer een factor 2 veroorzaken. Gegeven deze onzekerheden is de (neerwaartse) trend niet nauwkeurig te bepalen.

Deeltjesvormige luchtverontreiniging (PM_{10}) wordt geacht potentieel relatief grote schade aan de gezondheid toe te brengen. Ook is het nog niet goed mogelijk de concentraties in de lucht uit emissieschattingen te verklaren. De onzekerheden daarin zijn echter omvangrijk (meer dan tientallen procenten). Zowel in ons land als in de USA loopt een uitgebreid onderzoek naar de bijdrage van de verschillende componenten van PM_{10} (zoals dieselroet) aan de gezondheidsschade.

Vermesting en verdroging



Figuur 5 Nitraat in het bovenste grondwater van landbouwbedrijven op zandgrond: cumulatieve frequentieverdeling van de bedrijfsgemiddelde concentraties in de periode 1992-1995.



Figuur 6 Nitraat in het bovenste grondwater van landbouwbedrijven op zandgrond: cumulatieve frequentieverdeling van de voor neerslag gecorrigeerde bedrijfsgemiddelde nitraatconcentraties, gemiddeld over de periode 1992-1995 (Bron: Fraters, B, H.A. Vissenberg, L.J.M. Boumans (RIVM), T. de Haan en D.W. de Hoop (LEI-DLO) (1997)). Resultaten Meetprogramma Kwaliteit Bovenste Grondwater Landbouwbedrijven in het zandgebied (MKBGL-zand) (1992-1995). RIVM rapport nr. 714801014.

Een van de problemen bij het Vermestingsbeleid is het bereiken van de doelstelling voor het gehalte aan nitraat in het grondwater. De EU heeft hiervoor 50 mg/l NO_3^- aangegeven als grenswaarde. De toetsing vindt plaats in het bovenste grondwater, waar de effecten het eerst zichtbaar zijn. De concentraties worden in eerste instantie met metingen bepaald. De variaties over de jaren zijn aanzienlijk, vooral als gevolg van fluctuaties in de neerslag.

Na correctie voor de neerslagfluctuaties blijkt over de laatste jaren een redelijk constant beeld te ontstaan van de verdeling van de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater onder landbouwbedrijven op zandgronden. Voor deze gronden wordt dan in circa 95% van het oppervlak (plus 3 of min 6%) de norm overschreden, oplopend tot 6 maal de norm (zie figuur 5 en 6). De conclusie in de Milieubalans dat onder circa 80% van de zandgronden overschrijding van de EU-richtlijn plaatsvindt is derhalve robuust.

Om te bepalen of de situatie, ook na volledige doorvoering van het huidige beleid, aanleiding geeft tot extra maatregelen, zijn ook modelberekeningen nodig. Hiervoor wordt al jarenlang het model NLOAD gebruikt. Het model geeft verwachtingswaarden voor de concentratie van nitraat onder de betreffende landbouwgebieden. Het model is gebaseerd op en getoetst aan uitspoelingsexperimenten onder proefvelden. Bij gebruik van invoergegevens over de bedrijfsvoering (LEI informatie) blijkt het model lagere waarden te geven dan de nitraatconcentraties die verkregen worden uit (opgeschaalde) metingen. Hiervoor kunnen meerdere redenen worden aangevoerd, waarvan de beschrijving van de grondwatersituatie en de mate van detail van de ingevoerde mestgegevens belangrijk zijn. Ook de extrapolatie van de metingen naar gebiedsinformatie is daarbij met onzekerheden behept.

De diffuse belasting van oppervlaktewater is slechts met berekeningen vast te stellen. In de Milieubalans wordt beschrijving van de kwaliteit van het oppervlaktewater gebaseerd op de metingen van de waterbeheerders. Deze worden door de Commissie Integraal Waterbeheer (CIW) verwerkt en beschikbaar gesteld voor de Milieubalans. Op dit terrein worden overigens geen aparte beleidsaanbevelingen gedaan. In het kader van de Watersysteemverkenningen, die ter voorbereiding van de Vierde Nota Waterhuishouding zijn uitgevoerd, is veel aandacht besteed aan de uitspoeling van meststoffen uit de landbouw naar grond- en oppervlaktewater.

De geconstateerde onzekerheden waren aanleiding om de gezamenlijke kennis van SC-DLO, RIZA en RIVM in te zetten voor het ontwikkelen van een nieuw model voor de uit- en afspoeling vanuit landbouwgronden (STONE-model). Dit nieuwe model is de afgelopen drie jaar ontwikkeld en bevindt zich thans in de validatiefase.

Via de grondwaterstanden bestaat ook een relatie met het milieuprobleem verdroging. Ook binnen het thema Verdroging speelt de onbetrouwbaarheid van de beschikbare informatie met betrekking tot actuele grondwaterstanden een belangrijke rol. De veranderingen in de toestand van het hydrologisch systeem kunnen daardoor niet met de vereiste betrouwbaarheid worden vastgesteld, zodat ook de vaststelling van de effecten van beleidsmaatregelen op de vegetatie onvoldoende betrouwbaar is. Met de betrokken instituten wordt thans gewerkt aan overeenstemming over de hydrologische situatie op basis van de gezamenlijke kennis. Deze dient dan als basis voor zowel vermestings-, verzurings- als verdrogingsberekeningen.

Verstoring: de Schiphol-casus

In de Planologische Kernbeslissing (PKB) voor de uitbreiding van Schiphol is gesteld dat het gesommeerd gewogen risico binnen het veiligheidsgebied in ruime zin en in het toetsingsgebied niet mag toenemen, dat het aantal woningen binnen de 35 KE-zone na 2003 niet groter mag zijn dan 10.000 en dat het aantal gehinderden binnen de 20 KE-contour voor geluid niet mag stijgen t.o.v. 1990. Voor het bepalen van de externe veiligheidsrisico's wordt de rekenmethode gebruikt die in het kader van de MER procedure is ontwikkeld. Deze methode is getoetst en goedgekeurd door de bij wet ingestelde onafhankelijke commissie voor de Milieu Effect Rapportage. Belangrijke invoerparameters in dit model zijn het gewicht van de vliegtuigen, de kans op neerstorten en de woningaantallen in de omgeving.

Over deze invoerdata zijn recent nieuwe gegevens ter beschikking gekomen. Ze konden nog niet volledig in de MB'98 meegenomen, maar ook bij verwerking van de nieuwe inzichten blijven de conclusies uit de Milieubalans over de realisatie van milieudoelen van kracht. Het RIVM heeft de nieuwe gegevens verwerkt in haar Schiphol-rapportage van november 1998.

Uit gezondheidskundig onderzoek, uitgevoerd door RIVM en TNO, blijkt dat de feitelijk ondervonden hinder zich uitstrekt tot ver buiten de wettelijke 35 KE-contour. In totaal ondervinden 250-450 duizend mensen ernstige hinder en hebben 115-170 duizend mensen ernstige last van slaapverstoring.

Het RIVM heeft in haar adviezen over de uitbreiding van Schiphol nadrukkelijk gewezen op deze aspecten. Binnen de huidige wettelijke grenzen zou met drastische maatregelen uitbreiding mogelijk kunnen zijn (herconfiguratie van het banenstelsel, heffingen op luidruchtige toestellen, optimalisatie van start- en landingsprocedures, vervanging van motoren en vliegtuigen door stillere, slopen van huizen). Het verlaten van de afkapgrens van 65 dB(A) zou ertoe leiden dat de capaciteit van Schiphol, ondanks alle maatregelen, gehalveerd wordt.

In de rapportage over Schiphol (*Schiphol binnen Milieugrenzen, november 1998*) heeft het RIVM de vraag beantwoord welke capaciteit binnen het huidige wettelijke kader (PKB) maximaal kan worden verwerkt bij aanvullende maatregelen en fysieke aanpassingen. Voor geluid is in de Luchtvaartwet een expliciete methode voor berekening van de belasting voorgeschreven. Voor het beantwoorden van de gestelde vraag was het dus niet aan de orde (opnieuw) geluidmetingen te doen. Wel is meermalen en op pregnante wijze door het RIVM gewezen op de toenemende discrepantie tussen aldus berekende en daadwerkelijke blootstelling. Dit heeft met name te maken met het feit dat vliegtuigen met piekbelasting beneden 65 dB(A) in de berekening niet meetellen. Een sterk groeiend aantal vliegbewegingen met stillere vliegtuigen komt dan niet in de berekende belasting tot uitdrukking. In de rapportage is daarom expliciet gepleit voor het uitvoeren van "echte" metingen van de geluidsbelasting.

1. De algemene uitgangspunten

Het RIVM is in 1994 aangewezen om als milieuplanbureau te gaan functioneren. De uit te voeren taken en de wijze waarop die moet worden uitgeoefend zijn beschreven in de Wet Milieubeheer en de bijpassende Memorie van Toelichting. De kern hiervan is dat:

- het RIVM jaarlijks een Milieubalans en vierjaarlijks een Milieuverkenning moet opstellen;
- de Minister kan verzoeken om specifieke onderwerpen te beschouwen;
- de gegevens en inzichten van andere Rijksinstellingen met een onderzoektaak moeten worden benut.

In de Wet op het RIVM van 1995 is, in aanvulling daarop, de professionele onafhankelijkheid van het Instituut geregeld. Op de wetenschappelijke onafhankelijkheid en kwaliteit wordt toegezien door de Commissie van Toezicht van het RIVM.

Op basis van wetenschappelijke analyses doet het RIVM uitspraken over:

- de wijze waarop het milieu belast wordt met verontreinigingen en andere vormen van aantasting,
- de wijze waarop de verontreinigingen zich in het milieu verspreiden en
- de effecten die daardoor teweeggebracht worden in mens en ecosysteem.

Er worden gericht metingen in het milieu gedaan om de werkelijke situatie te kunnen beschrijven. Het RIVM ontwikkelt daarnaast mathematische modellen die deze problemen simuleren. De gegevens vanuit metingen in de praktijk en resultaten van gecontroleerde experimenten op praktijk- en laboratoriumschaal worden gebruikt om het waarheidsgehalte van de modellen te toetsen. Hierbij moet bedacht worden dat dergelijke experimenten niet altijd mogelijk of praktisch uitvoerbaar zijn. Dat geldt onder andere voor klimaatverandering en andere vormen van grootschalige verontreiniging en aan effecten die met grote tijdvertraging optreden.

De analyses van het RIVM strekken zich dus uit over de keten van economische processen, via milieudruk, milieukwaliteit tot aan effecten. In beginsel treden er in elk onderdeel van de keten onzekerheden op.

Onzekerheden in de beschrijving van de toestand van het milieu hebben te maken met:

- *Nauwkeurigheid* van de metingen: hierbij gaat het om de variabiliteit van metingen volgens een veelal willekeurige verdeling rond een gemiddelde, bijvoorbeeld als gevolg van weersinvloeden;
- *Systematische afwijkingen*: hierbij gaat het om mogelijke over- of onderschattingen als gevolg van de gehanteerde methoden en de gemaakte veronderstellingen, bijvoorbeeld over de handhaving van het mestbeleid, de werking van de driewegkatalysator, de homogeniteit van productieprocessen binnen sectoren, de representativiteit van steekproeven;
- *Kennislacunes*: hierbij gaat het onder meer om ontbrekende inzichten of incompleetheid van wetenschappelijke kennis, bijvoorbeeld over emissies vanuit sommige bronnen, de gezondheidseffecten van specifieke stoffen of de gevoeligheid van specifieke soorten voor milieu-invloeden.

Bij het opstellen van toekomstverkenningen spelen daarnaast mee:

- *Maatschappelijke onzekerheden*: verschillen in verwachtingen over de ontwikkelingen in het sociaal-economisch systeem zoals economische groei, bevolkingsgroei, energieprijzen en technische ontwikkelingen gehanteerd worden via scenario's doorvertaald in een bandbreedte voor de toekomstige ontwikkeling in de milieukwaliteit.
- *Beleidsonzekerheden*: de beleidsontwikkeling zelf is omgeven met onzekerheden, bijvoorbeeld over de mate van implementatie en handhaving van milieuregels. In beginsel wordt in de berekeningen verondersteld dat milieuregelgeving voor 100% wordt uitgevoerd en nageleefd. Via een gevoeligheidsanalyse wordt aangegeven wat het gevolg is voor de milieubelasting als de werkelijke effectiviteit van het beleid 20-30% lager is.

Met onzekerheden kan in het beleid verschillend worden omgegaan. Op basis van de culturele perspectieventheorie verkent het RIVM de milieugevolgen van verschillende sociaal-politieke houdingen (van Asselt *et al.*, 1995).

Het RIVM voert de benodigde wetenschappelijke activiteiten niet alleen uit. Er wordt samengewerkt met vele instellingen in binnen- en buitenland. Het verzamelen van informatie over de belasting en kwaliteit van het milieu en de optredende effecten gebeurt met meetnetten en incidentele metingen. Door de Rijksoverheid wordt hieraan meer dan 50 miljoen gulden per jaar besteed. Het RIVM aandeel is bijna 20 miljoen gulden per jaar. In dit bedrag zijn ook alle incidentele metingen meegenomen.

Het RIVM legt de nadruk op metingen in lucht, bodem, grondwater en radioactieve straling. Schattingen van de belasting van het milieu (emissies) worden gemaakt in samenwerking met de Hoofdingspectie Milieuhygiëne, RIZA, DLO, CBS en TNO. Metingen in het zoete en zoute oppervlaktewater gebeuren door de onderzoekinstellingen van de Rijkswaterstaat en de waterschappen. De DLO-instituten, IKC-N, CBS en RIVM participeren in de gegevensverzameling over de natuur in ons land via het Netwerk Ecologische Monitoring (NEM). Het RIVM verricht incidentele metingen naar de blootstelling van de bevolking en de gezondheidseffecten van milieuverontreiniging. Voorts worden vele metingen door gemeenten en provincies verricht.

De meetinspanningen zijn de afgelopen jaren op grond van statistisch onderzoek geoptimaliseerd waardoor de kosten een licht dalende tendens vertonen (zie *bijlage 2*). Daartegenover staat dat nieuwe meetnetten zijn geïntroduceerd zoals op het gebied van radioactieve straling, aantasting van de ozonlaag en uitspoeling van mest. Het RIVM heeft meermalen gewezen op de noodzaak van extra meetinspanningen. Zo werd in het kader van ICES gepleit voor extra inspanningen op het gebied van:

- de meting van ammoniakemissie, -concentratie en -depositie;
- de meting van geluidsbelasting en de beleving van de hinder;
 - de meting van (componenten van) fijn stof emissies en de lokale luchtverontreiniging in relatie met epidemiologische gegevensverzameling;
 - de (ecologische) monitoring van milieugevoelige soorten in aquatische en terrestrische ecosystemen (NEM);
 - de monitoring van beleidsprestaties van (lagere) overheden;
 - de beleving van de kwaliteit van woonomgeving en landschap en de verklarende componenten daarvan.

De bedoeling van zo'n uitbreiding is om een beter zicht te krijgen op de regionale verdeling van milieuproblemen (ammoniak, fijn stof, lokale luchtverontreiniging), en om meer

informatie te krijgen over de doorwerking van het beleid, de oorzaken van milieuverontreiniging en de uiteindelijke effecten.

Daarnaast bestaat er zorg over de kwaliteit en de kostenontwikkeling rond algemene, vaak kostbare basisbestanden. Gedacht moet worden aan landgebruik, topografie, kenmerken en locaties van bedrijven, bevolkingsgegevens, waterverbruik en kadastergegevens. Hiervoor zijn op overheidsniveau aanvullende voorzieningen in bespreking. Een ander punt van aandacht is de kwaliteitsborging van informatie die door belanghebbenden moet worden verstrekt in het kader van meetverplichtingen die een milieugebruiker wordt opgelegd. Hiervoor zou een ‘milieu accountantsverklaring’ een gepast instrument kunnen zijn.

Het RIVM voert op beperkte schaal experimenten uit op laboratorium- en praktijkschaal. Het accent ligt daarbij op het onderzoeken van de effecten op mens en ecosysteem en het valideren van modellen met metingen. De samenwerking met andere onderzoekinstellingen en universiteiten in binnen- en buitenland wordt als het middel gezien om de relevante kennis ter beschikking te krijgen. Het RIVM werkt daartoe samen met deze instellingen en neemt deel in grote onderzoekprogramma's. De samenwerking met universiteiten wordt gefaciliteerd door AIO-programma's. Voor vernieuwend onderzoek wordt 20% van de totale RIVM-capaciteit gereserveerd.

Onzekerheden zijn inherent aan de adviezen die het RIVM geeft op basis van haar wetenschappelijk werk. Deze onzekerheden kunnen voor een deel expliciet gemaakt worden voor de onderdelen van het systeem zoals de uitspoeling van nitraat. Een lange lijst van rapporten en publicaties getuigt van het vele werk dat het instituut op de verschillende gebieden in de afgelopen decennia heeft verricht. Voor een ander deel kan daarvan slechts een inschatting worden gemaakt. Het instituut maakt van onzekerheden expliciet gewag als beleidsbeslissingen daardoor anders zouden kunnen uitvallen. Hiervan getuigt de Milieubalans op diverse plaatsen.

Onzekerheden in de Milieubalans 1998

Bij de totstandkoming van de Milieubalans98 (MB98) zijn ten aanzien van het onderwerp ‘Onzekerheden’ de volgende algemene uitgangspunten gehanteerd en vastgelegd in de projectbeschrijving MB98:

- Wetenschappelijk, kwantitatief onderzoek is niet compleet zonder onderzoek naar de onzekerheidsmarges van de gegenereerde informatie.
- In de Milieubalans wordt zo stellig en duidelijk mogelijk geformuleerd, op basis van de best beschikbare informatie naar de huidige stand van de wetenschap, *zonder daarbij de waarheid geweld aan te doen*.
- Onzekerheidsmarges en -beschouwingen worden alleen gepresenteerd bij gegevens die grote *beleidsconsequenties* kunnen hebben en die conclusies in substantiële mate kunnen beïnvloeden. Dit betekent een selectieve opstelling ten aanzien van het vermelden van onzekerheden.
- Beleidsrelevant zijn ook de substantiële onzekerheden ten aanzien van de effectiviteit van milieumaatregelen en de mate waarin deze maatregelen door de doelgroepen zijn getroffen. In het kader van de Emissieregistratie wordt over deze aspecten consensus nagestreefd. In geval van verschillen in inzicht wordt dat expliciet gemeld.
- Door ketenanalyses kunnen inconsistenties in de Milieubalans-informatie worden geïdentificeerd en kan gezocht worden naar mogelijke verklaringen. Onder ketenanalyses

wordt in deze context verstaan het vergelijken van concentratie- en emissie-ontwikkelingen maar ook concentratie-ontwikkelingen met ontwikkelingen in de effecten op ecosystemen en de volksgezondheid.

Op hoofdlijnen is in de Milieubalans98 op de volgende wijze omgegaan met onzekerheden in het cijfermateriaal (aangevuld met enkele concrete voorbeelden):

Vermelding samenwerking met groot aantal instituten en collega-planbureaus

De Milieubalans is het resultaat van een intensieve samenwerking met een groot aantal wetenschappelijke instituten en collega-planbureaus. Deze worden op de eerste pagina van de Milieubalans (met hun toestemming) genoemd, evenals in het voorwoord. Daarmee wordt aangegeven dat de Milieubalans de best beschikbare informatie naar de huidige stand van de wetenschap bevat. Over de in de Milieubalans opgenomen informatie bestaat wetenschappelijke consensus en indien dat niet het geval is staat dat expliciet vermeld. In de tekst wordt op diverse plaatsen aangegeven als de gepresenteerde informatie afkomstig is van een van deze instituten.

Voorzichtige formuleringen; conclusies op hoofdlijnen (trends)

In de Milieubalans wordt zo actueel mogelijke informatie op neutrale wijze (dat wil zeggen zonder waarde-oordelen) opgenomen, om daarmee het beleid van zo recent mogelijke informatie te voorzien. Naarmate de gepresenteerde cijfers betrekking hebben op recente jaren (t-2 en vooral t-1) neemt de onzekerheid van deze gegevens toe. Om deze reden worden door de hele Milieubalans voorzichtige formuleringen gehanteerd als cijfers voor een specifiek jaar worden gepresenteerd (“De emissie van CO₂ is in 1997 met circa 2% toegenomen” (pag. 9); “De minder energie-intensieve sectoren lijken sinds 1995 minder snel te groeien” (pag. 9)). Bij voorkeur worden meer stellige uitspraken gedaan over (trendmatige) ontwikkelingen ten opzichte van een referentiejaar (“Ten opzichte van 1990 werd in 1997 10,8% meer CO₂ uitgestoten” (pag. 14)). In een aantal gevallen is in plaats van het presenteren van cijfers bewust volstaan met het geven van kwalitatieve informatie (“Ingebruikname van een vijfde baan in 2003 zal het aantal geluidbelaste woningen sterk doen dalen, maar zonder aanvullend beleid zal daarmee het beoogde 1990-niveau niet worden bereikt” (pag. 9)). Met name ook de samenvatting (pag. 11-16) bevat tal van voorbeelden van conclusies op hoofdlijnen die voorzichtig zijn geformuleerd. Slechts bij uitzondering worden absolute waarden gepresenteerd. Om de suggestie van schijnnaauwkeurigheid te vermijden, wordt vrijwel alleen gerapporteerd in relatieve termen: procentuele ontwikkelingen, soms gebruik makend van marges (10-20%).

Resultaten ketenanalyses

In de Milieubalans98 worden in paragraaf 4.1 ‘De thema’s beschouwd’ de ontwikkelingen in de milieukwaliteit (concentraties) gerelateerd aan de ontwikkelingen in de milieudruk (emissies) en worden mogelijke verklaringen voor gesignaleerde discrepanties gegeven. Voor het compartiment lucht is een samenvattende tabel opgenomen. Voor de compartimenten water en bodem wordt aangegeven dat uit de vergelijking van concentratie- met emissie-ontwikkelingen geen eenduidige conclusies getrokken kunnen worden (vooral omdat dit traag reagerende compartimenten zijn).

Vermelding van gehanteerde methodiek of definitie

Daar waar relevant is expliciet melding gemaakt van de gehanteerde methodiek. Bij de tabellen met de broeikasgasemissies bijvoorbeeld is in bijlage 1 aangegeven “... bepaald conform IPCC-richtlijnen” (pag. 159). Bij de paragraaf Effecten op volksgezondheid (5.1) is een aparte tekstbox gewijd aan de methodiek voor het berekenen van ‘verloren gezonde

levensjaren' (DALY) (pag. 149). Bij 'hinder' wordt in een voetnoot aangegeven hoe deze is gedefinieerd en dat gebruik wordt gemaakt van enquête-onderzoek van het CBS (pag. 125). Bij de geluidbelasting (pag. 126) wordt vermeld dat deze gebaseerd is op modelberekeningen en uitgedrukt is in de 'milieukwaliteitsmaat', waarbij in een voetnoot wordt vermeld hoe deze is gedefinieerd. De resultaten worden in brede klassen gepresenteerd. Zeer selectief worden soms ook berekeningsresultaten bij verschillende definities gepresenteerd, bijvoorbeeld bij de gerealiseerde energiebesparing.

Vermelding van nader onderzoek

Een voorbeeld van gereede twijfel over de kwaliteit van cijfers betreft de emissie van ammoniak. Op diverse plaatsen in de Milieubalans wordt aangegeven dat metingen niet in overeenstemming zijn met berekeningen: "De in de voorgaande jaren gerapporteerde daling van de ammoniakemissie ... is niet zichtbaar in de gemeten ammoniakconcentraties in lucht. De emissie van ammoniak ligt mogelijk de helft hoger dan eerder gerapporteerd" (pag. 15). In de paragraaf landbouw wordt in een aparte tekstbox nader ingegaan op deze discrepantie en wordt aangegeven dat nader onderzoek door de betrokken instituten is gestart (pag. 47). Ook wordt dit probleem grafisch weergegeven (*figuur 3.2.2, pag. 47*). In de paragraaf verzuring wordt zowel tekstueel als grafisch ingegaan op de consequenties van deze ammoniak-discrepantie (pag. 103). Deze paragraaf is verder volledig gebaseerd op gemeten informatie.

Uitvoering en handhaving milieubeleid

Op een aantal plaatsen wordt expliciet gemeld dat bij de berekeningen is uitgegaan van 100% uitvoering en handhaving van het milieubeleid en dat dat waarschijnlijk een te optimistische voorstelling van zaken is (zie bijvoorbeeld pag. 45 'emissie van fosfor en stikstof naar bodem en van ammoniak naar lucht'). In paragraaf 3.14 wordt indicatief - dus uiterst voorzichtig - informatie gepresenteerd over de mate van uitvoering en handhaving van milieuwetgeving bij bedrijven. Aangegeven is dat onvolledige naleving van de wetgeving kan leiden tot een tegenvaller in de emissiereductie van 20-30% (pag. 90).

Onzekerheidsmarges

In de Milieubalans worden om eerder genoemde redenen slechts bij uitzondering onzekerheidsmarges rond berekeningsresultaten gepresenteerd. Een voorbeeld waar dit wel het geval is, is de figuur 'Gezondheidsverlies: DALY's door milieufactoren, verkeersongelukken en passief roken met een 90% onzekerheidsinterval' (*figuur 5.2.1, pag. 150*). Op een aantal plaatsen in de MB98 wordt expliciet aangegeven dat de gepresenteerde informatie 'gemiddelden' of '90-percentielwaarden' betreft (bijvoorbeeld depositie potentieel zuur (pag. 102), radonconcentratie woningen (pag. 115)).

Achtergronddocumenten

Bij de Milieubalans is ieder jaar ook een 'Achtergronden bij de Milieubalans' uitgebracht. In 1998 zijn deze achtergronden voor het eerst niet in boekvorm uitgebracht, maar via Internet. De 'Achtergronden bij de Milieubalans' bevat "een nadere uiteenzetting, methodische onderbouwing en referenties" van hetgeen in de Milieubalans staat opgeschreven. Daarbij wordt op diverse plaatsen ook nader ingegaan op onzekerheden of wordt verwezen naar relevante wetenschappelijke publicaties (onder andere gereviewde artikelen, RIVM-rapporten, CBS-statistieken), waarin meer aandacht is voor onzekerheden, methodische zaken en wetenschappelijke discussies.

2. Het schatten van emissies

2.1 Emissieregistratie

De emissies van milieuverontreinigende stoffen naar lucht, water en bodem worden in een samenwerkingsverband onder auspiciën van de Hoofdingspectie Milieuhygiëne berekend door instituten zoals CBS, TNO, RIZA, IKC, DLO en RIVM (de 'Emissieregistratie'). In methodiekrapporten is omschreven de wijze waarop dit gebeurt. In de samenwerking tussen deze instituten staan, zoals in elk wetenschappelijk proces, methodiek en cijfers voortdurend ter discussie. De instituten proberen vanuit hun verschillende deskundigheid en achtergrond tot gezamenlijke emissieschattingen te komen. Vaak wordt samengewerkt met internationale organen, zoals de Verenigde Naties en de Europese Unie, om tot wetenschappelijk verantwoorde protocollen te komen. Bij kooldioxide bijvoorbeeld vinden berekeningen en rapportages plaats conform de IPCC-richtlijnen. Het beheer van de basisdatabestanden is bij het RIVM ondergebracht. Dit beheer is gecertificeerd (ISO9001), waarmee correcte opname van de vastgestelde emissiegegevens in de bestanden wordt bewaakt.

De gegevens worden gepubliceerd in het Emissie- en Afvaljaarrapport (EAJR), waarvan een excerpt als bijlage in de Milieubalans wordt opgenomen. In uitzonderingsgevallen wordt afgeweken van de EAJR-cijfers, bijvoorbeeld om de meest recente gegevens te kunnen presenteren aan de Tweede Kamer.

2.2 Berekening van de emissies

Emissies kunnen doorgaans niet direct worden gemeten. Het gaat meestal om een bewerking van metingen en statistieken. De bijlagen bevatten factsheets met details over de totstandkoming van emissieschattingen.

De emissiecijfers komen op twee manieren tot stand, via individuele en collectieve registratie. In het verleden waren de puntbronnen vaak het belangrijkste. Door gericht milieubeleid worden thans de diffuse bronnen voor de meeste milieuthema's steeds belangrijker. Dit stelt steeds hogere eisen aan de achterliggende databestanden.

Voor de emissies van grote industriële bedrijven worden de opgaven van de individuele bedrijven zelf gebruikt (voor CO₂, SO_x en NO_x is de bijdrage van de grote bedrijven aan de totale emissie van de doelgroep industrie 80-90%). Deze cijfers zijn deels het resultaat van metingen, deels van berekeningen. De kwaliteit van deze gegevens wordt geverifieerd door het bevoegd gezag en op hoofdlijnen door TNO onder verantwoordelijkheid van de Hoofdingspectie Milieuhygiëne getoetst. Hierbij wordt nagegaan hoe de gegevens door het bedrijf worden vastgesteld (traceerbaarheid en systematische aanpak). Voor zover emissies berekend worden, wordt de berekeningsmethode vergeleken met in nationale en internationale literatuur gepubliceerde methoden. Ook wordt per bedrijf c.q. installatie nagegaan of de emissie plausibel is in vergelijking met de trend in voorgaande jaren. Alle cijfers zijn door het bevoegde gezag goedgekeurd voordat ze in het Emissieregistratiesysteem worden ingevoerd. Het bevoegd gezag doet geen uitspraken over de onzekerheid in deze cijfers.

Voor de emissies van verkeer, huishoudens, kleinere bedrijven en landbouw wordt collectieve emissieregistratie toegepast. De emissies worden bepaald aan de hand van statistische gegevens, veelal afkomstig van het CBS: het aantal voertuigen, inwoners, de grootte van de veestapel, het aantal arbeidsplaatsen, het verbruik van fossiele brandstoffen en dergelijke. Vervolgens worden deze door de taakgroepen van de Emissieregistratie vertaald naar emissies met behulp van gegevens zoals bijvoorbeeld de gemiddelde snelheid van de auto's, het aantal met katalysator, de relatie tussen snelheid en uitstoot etc. Ook voor deze gegevens worden steekproefsgewijze metingen in het veld gedaan (TNO). De emissies van auto's worden gemeten in praktijksituaties en onder verschillende test-omstandigheden in proefinstallaties door onder andere TNO. De emissie van ammoniak na het uitrijden van mest is experimenteel bepaald door onder andere de Dienst Landbouwkundig Onderzoek.

Bronnen van onzekerheid bij de collectieve registratie zijn steekproeffluctuatie, meetfouten, het werken met afgeleide grootheden als indicatoren voor productieomvang bij bepaalde sectoren in de industrie en veronderstellingen met betrekking tot homogeniteit van processen binnen sectoren. Een andere belangrijke variabele is de mate waarin technische maatregelen door de doelgroepen zijn geïmplementeerd. Er bestaat een uitgebreid kennisnetwerk waarmee deze implementatiegraden worden ingeschat. Wanneer dergelijke gegevens niet worden gemonitord, worden de cijfers minder betrouwbaar.

Voorbeelden van milieumaatregelen zijn de introductie van de driewegkatalysator voor personenauto's, het introduceren van koolstoffilters in de industrie, en het onderwerken van de mest. De wijze waarop de implementatiegraad wordt vastgesteld, wordt aan de hand van twee voorbeelden toegelicht.

1. *Verkeer: invoering geregelde driewegkatalysator*

Bij de implementatie van de geregelde driewegkatalysator is er in de berekening vanuit gegaan dat alle nieuwe personenauto's (benzine, LPG) vanaf 1993 zijn voorzien van een driewegkatalysator. Voor de jaren voorafgaand aan 1993 is het aandeel van de personenauto's met katalysator vastgesteld op basis van verkoopcijfers van RAI/BOVAG.

2. *Landbouw: uitrijden van de mest*

De meest recente gegevens zijn afkomstig uit de Landbouwtelling 1995 waaraan vrijwel alle landbouwbedrijven verplicht deelnemen. Er werden facultatieve vragen gesteld over het type apparatuur waarmee de mest voornamelijk wordt uitgereden. De respons kwam overeen met 95% van alle grasland en 86% van alle bouwland. De antwoorden zijn bewerkt door LEI-DLO met behulp van steekproefgegevens uit het Bedrijven-Informatie-Net en vertaald in een procentuele verdeling van mest over uitrijtechnieken per landbouwgebied. Daarbij is verondersteld dat alleen de wettelijk toegestane technieken worden toegepast. Bij berekeningen voor 1996 en 1997 wordt op advies van deskundigen (en bij gebrek aan recentere cijfers) de verdeling van 1995 toegepast. Alleen voor het bouwland in de Drentse Veenkoloniën is gecorrigeerd voor de vrijstelling van emissiearm uitrijden, die in 1996 van kracht werd.

Vergelijking van emissies met metingen in het milieu.

Ook al worden de emissies met gebruikmaking van alle beschikbare kennis en metingen geschat, ze bevatten altijd een onzekerheidsmarge. De kwaliteit van emissieschattingen wordt onderzocht door alternatieve berekeningsmethoden toe te passen, te vergelijken met het buitenland, en door middel van wetenschappelijke reviews (zie factsheets). Directe metingen in het milieu maken daarnaast vaak een onafhankelijke validatie mogelijk. Hieraan besteedt het RIVM veel aandacht: emissieschattingen (niveaus en trends) worden zoveel mogelijk vergeleken met gemeten concentraties in het milieu. Daarbij wordt gebruik gemaakt van inzichten in de verspreiding van stoffen in het milieu. De vergelijking van emissies met concentraties heeft in de Milieubalans van 1998 extra aandacht gekregen.

Ook de toetsing aan milieukwaliteitsmetingen gaat met onzekerheid gepaard. De schaal waarop metingen mogelijk zijn kan afwijken van die welke voor het beleid - en het milieu - de meest relevante is, zodat een vertaalslag nodig is. Het is bijvoorbeeld onmogelijk om water en bodem integraal en continu te bemeten. Wanneer de vertaalslag van landelijke emissie-totalen naar concentraties naar de mening van het RIVM (nog) niet goed mogelijk was, dan wordt dit expliciet in de Milieubalans vermeld.

2.3 Onzekerheid in het schatten van niveaus en trends

Bij de beschrijving van onzekerheden moet onderscheid worden gemaakt tussen die in het niveau en die in de trend van een emissieschatting. Beleidsdoelen voor emissies zijn meestal geformuleerd in termen van reductiepercentages, dan gaat het dus om trends.

In de Update van de Second Netherland's National Communications wordt een indicatie gegeven van de onzekerheid in de totale jaarlijkse emissie in Nederland, onder andere: CO₂: $\pm 2\%$, NO_x: $\pm 25\%$, SO₂: $\pm 25\%$. Voor NO_x en SO₂ is door RIVM uitgebreid de relatie tussen emissies en gemeten concentraties onderzocht. Op grond hiervan kon de trend in concentraties nauwkeurig gevolgd worden. In de jaren '70 en '80 zijn door het RIVM vliegtuigmetingen uitgevoerd naar het transport van NO_x en SO₂ over Nederland en kon een in- en uitvoerbalans worden opgesteld. Voor NH₃ duidt gevoeligheidsanalyse op een marge van $\pm 30\%$, maar confrontatie met metingen in lucht suggereert dat de NH₃-emissie eerder hoger dan lager is dan de huidige opgegeven waarde. Een eerste schatting voor de onzekerheid van de emissie van N en P naar bodem is $\pm 10\%$. Momenteel loopt voor diverse stoffen onderzoek om het inzicht in de onzekerheid te verbeteren, zie daarvoor de bijlagen met factsheets. De afstand tot de doelen is voor veel beleidsthema's nog groot in verhouding tot de onzekerheidsmarges.

Veelal zijn conclusies over emissietrends betrouwbaarder dan over de niveaus. De trend kan beter worden geschat naarmate over een langere reeks jaren worden gekeken. Hoewel in de Milieubalans groeipercenages van afzonderlijke jaren wel gegeven worden, worden uitspraken over emissietrends in het licht van meerdere jaren geplaatst. In enkele gevallen (klimaatverandering, verzuring, vermisting en verwijdering) zijn ook korte termijn prognoses (vier jaar vooruit) uitgevoerd om te bezien of een waargenomen trend zich in de komende jaren voortzet.

2.4 Internationale emissies

Emissies in het buitenland zijn relevante invoerparameters in de Nederlandse luchtkwaliteitsmodellen, omdat ze mede de concentratie van stoffen in Nederland bepalen.

De emissies van broeikasgassen worden door Nederland en andere landen met onzekerheidsmarges gerapporteerd (zie onder andere de National Communication). De onzekerheid in Nederlandse gegevens is vergelijkbaar met die van andere OECD-landen. Nederland heeft met name voor CH₄ en N₂O een forse bijdrage geleverd aan de IPCC-Guidelines. Onder andere het RIVM werkt mee aan een IPCC-programma om richtlijnen voor verbeterde rapportages op het gebied van onzekerheden op te stellen.

Voor de berekening van de emissies van SO_x en NO_x worden in het omringende buitenland soortgelijke procedures gebruikt als in Nederland. Rapportage van een kwantitatief

betrouwbaarheidsinterval is ongebruikelijk; de verwachting is dat de betrouwbaarheid op ongeveer hetzelfde niveau ligt als in Nederland. Het RIVM participeert in de ECE-Task Force on Emission Inventories om de kwaliteit van de emissieschattingen en het inzicht in de onzekerheid te verbeteren. Ook wordt samengewerkt met de European Environmental Agency.

Nederland heeft een grote inbreng gehad in het EMEP/CORINAIR Guidebook-onderdeel over de berekening van NH_3 -emissies uit de landbouw, omdat de methodiek in Nederland relatief ver uitgewerkt is. Toch zijn de Nederlandse NH_3 -emissies onzekerder dan die in het buitenland, omdat alleen in Nederland de mest wordt ondergewerkt en er een relatief grote onzekerheid bestaat over de mate van effectiviteit hiervan (zie Milieubalans, pagina 47).

3. Klimaatverandering en aantasting ozonlaag

3.1 Klimaatverandering

3.1.1 Het probleem en de doelen

De werking en de omvang van het versterkte broeikaseffect is met een groot aantal onzekerheden omgeven. Het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) is het mondiale wetenschappelijke platform waar wetenschappers alle aspecten van het versterkte broeikaseffect in kaart brengen. Het IPCC heeft in 1991 en 1996 gerapporteerd op basis van de stand van de wetenschappelijke kennis op die momenten. Een nieuwe rapportage van de IPCC is in voorbereiding. Vanuit Nederland worden onder andere door RIVM en KNMI bijdragen geleverd aan het IPCC. In de Vervolgnota Klimaatverandering zijn de conclusies van het IPCC aangegeven.

In de laatste rapportage van de IPCC werd geconcludeerd dat het onwaarschijnlijk is dat de waargenomen klimaatveranderingen geheel zijn toe te schrijven aan de natuurlijke variabiliteit. In de Nota Klimaatverandering (1991) en later in de Vervolgnota Klimaatverandering (1996) zijn milieukwaliteitsdoelstellingen opgenomen. Om deze te realiseren moeten de emissies van broeikasgassen in de komende decennia tientallen procenten verminderen. In Kyoto zijn in 1998 afspraken gemaakt over de vermindering van de uitstoot van broeikasgassen in industrielanden. Deze afspraken zijn niet meer dan een eerste stap op weg naar de emissiereducties zoals nodig om de milieukwaliteitsdoelstellingen te realiseren.

De EU heeft zich verplicht om de uitstoot van broeikasgassen vanaf 1990 tot de periode 2008-2012 met 8% te reduceren. Voor ons land is daarvan als doelstelling een reductie van 6% afgeleid. Nederland heeft deze doelstelling onder voorbehoud geaccepteerd. In de Nota Klimaatverandering was nog een Nederlandse doelstelling opgenomen van een emissiereductie van CO₂ met 3% tussen 1990 en 2000. Tussen 1990 en 1997 zijn de CO₂-emissies met 11% toegenomen, zoals aangegeven in de Milieubalans. De totale broeikasgasemissie nam met bijna 7% toe.

3.1.2 Monitoring en modellering van de ontwikkelingen

De monitoring voor het thema klimaatverandering valt uiteen in het volgen van de milieukwaliteitsmaten (concentraties, temperatuur) en van de emissies, waar het beleid zich sterk op richt.

Mondiale concentraties van broeikasgassen zijn afkomstig uit rapportages van internationale meetinspanningen met name de NOAA/CMDL, SIO en ALE/GAGE netwerken en gerapporteerd door het Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC). Uit deze concentraties wordt middels een rekenmethodiek (RIVM report 728001 001) die internationaal geaccepteerd is (IPCC, Scientific Assessment Report 1990) de antropogene toename in de broeikaswerking van de atmosfeer afgeleid. De mondiale temperatuursgegevens en die van Nederland zijn afkomstig van het WMO (World

Meteorological Organisation) en het KNMI. Ter vergelijking worden ook Nederlandse metingen van broeikasgasconcentraties en temperatuur meegenomen. Een van die locaties is Kollumerwaard (onderdeel Nationale Meetnet Luchtkwaliteit van het RIVM). In het kader van het Nationaal Onderzoeksprogramma (NOP) wordt ook gemeten in Arnhem, Delft, Cabauw en Petten. Voor deze Nederlandse gegevens geldt dezelfde onzekerheid en kwaliteitsborging als voor de internationale data.

Landen rapporteren hun emissies in het kader van het klimaatverdrag (national communications). Hierbij wordt gebruik gemaakt van internationale berekeningsrichtlijnen, zoals ontwikkeld - met medewerking van RIVM-onderzoekers - door het IPCC. De Nederlandse beleidsdoelstelling was, vóór de Kyoto-conferentie, uitgedrukt in doelstellingen per broeikasgas. De nieuwe internationale afspraken zijn gemaakt voor een samenstel van broeikasgassen. Om hierover uitspraken te kunnen doen, worden de gassen gewogen naar de kracht van hun broeikaswerking (GWP). Omdat de levensduur van gassen in de atmosfeer van gas tot gas verschilt, maakt het daarbij uit welke tijdshorizon wordt aangehouden. Om redenen van vergelijkbaarheid is door de IPCC gekozen voor GWP-waarden die gelden voor een tijdshorizon van 100 jaar. Deze waarden zijn echter met de nodige onzekerheid omgeven. Tussen 1991 en 1996 zijn de GWP's voor een aantal gassen herzien.

3.1.3 Onzekerheden en de conclusies in de Milieubalans

Nederland rapporteert de emissies in het kader van het klimaatverdrag in de National Communications. Hierin wordt aandacht geschonken aan de nauwkeurigheid van de emissieschattingen. De nauwkeurigheid van de Nederlandse emissies bedraagt:

CO ₂ :	2%
CH ₄ :	25%
N ₂ O:	35%
HFK's, SF ₆ , PFK's:	50-100%

De emissies van CO₂ kunnen het nauwkeurigste geschat worden. Ze zijn gebaseerd op de energiestatistiek van het CBS die import- en exportgegevens gebruikt. De onnauwkeurigheid is te wijten aan de marges van de emissiefactoren van de verschillende brandstoffen en de vastlegging van koolstof in producten. Maar ook het verdwijnen van de grenzen binnen de EU, waardoor de nauwkeurigheid van met name exportcijfers van kolen- en olieproducten onder druk staat, levert een bijdrage aan de onnauwkeurigheid van de CO₂-emissies. De toekenning van emissies naar doelgroepen leidt tot een grotere onnauwkeurigheid per doelgroep dan voor het nationale cijfer geldt.

Als gevolg van wisselingen in de jaarlijkse variatie in de temperatuur wordt meer of minder energie gebruikt, deze variabiliteit bedraagt circa 4%. Om de trend in de emissie te analyseren worden temperatuurgecorrigeerde CO₂-cijfers berekend. Overigens is de Kyoto-doelstelling gebaseerd op het ongecorrigeerde CO₂-emissieniveau van 1990.

De metingen van de concentraties van broeikasgassen in de atmosfeer worden in internationaal kader aan zeer strenge procedures, evaluatie- en vergelijkingsonderzoeken onderworpen. De onzekerheid van de mondiale jaargemiddelde concentraties van CO₂, CH₄ en N₂O door zowel toevalsfactoren als door systematische meettechnische afwijkingen wordt geschat op ongeveer 1%. De metingen van de temperatuur worden ook internationaal uitvoerig op hun juistheid getoetst (P. Jones; Climate Research unit, University of East

Anglia). De onzekerheid in het jaargemiddelde van de temperatuurwaarnemingen is kleiner dan 0,02 °C.

Officiële landenopgaven worden onderworpen aan zogenaamde in depth reviews. Daarnaast worden andere methoden ontwikkeld om de officiële landenopgaven van emissies te checken. Een route daarvoor is om de opgaven te vergelijken met emissiedata uit andere wetenschappelijk onafhankelijke emissiebestanden. Hiervoor wordt onder andere het Edgar-bestand van RIVM en TNO gebruikt, dat is verankerd in het internationale IGBP/GEIA-netwerk.

Geprobeerd wordt ook om concentratiemetingen met emissies te vergelijken, de zogenaamde top down-bottom up methode. Deze methode wordt nog verder ontwikkeld.

3.2 Aantasting van de ozonlaag

Bij de analyses van het toekomstig gedrag van de ozonlaag en de effecten nemen de onzekerheden in de analyses een centrale plaats in. In een publicatie in *Nature* (Slaper *et al.*, 1996) zijn de onzekerheden in de integrale analyse (van productie van CFK's tot de effecten voor de mens) in een uitgebreide statistische analyse beschreven. Met behulp van een blootstellingseffectmodel worden de gevolgen van een toename in de UV-belasting berekend voor de huidkanker incidentie (Slaper *et al.*, 1996).

De schattingen van de productie en emissie van ozonlaag aantastende stoffen zijn gebaseerd op de verplichte rapportages van de landen aan de EU of aan UNEP en op rapportages van de productiegegevens van bedrijven. Voor de afzonderlijke landen kunnen deze getallen aanzienlijke onzekerheden bevatten maar de mondiale totalen komen redelijk overeen met concentratie metingen en hebben daarom een geschatte onnauwkeurigheid van 10-20%.

Mondiale concentraties van ozonlaag aantastende stoffen (CFK's, halonen etc.) zijn afkomstig van metingen in internationale netwerken (ALE/GAGE/AGAGE en NOAA/CMDL; Prinn *et al.*, 1998, Elkins *et al.*, 1998) en worden gevalideerd en regelmatig onderworpen aan internationale vergelijkingsstudies (Kaye *et al.*, 1994; Montzka, *et al.*, 1996; WMO, 1999). De onzekerheid rond de juistheid door zowel toevalsfactoren als door systematische meettechnische afwijkingen wordt geschat op ongeveer 1-3% voor de belangrijkste stoffen. De onzekerheid in de trend, uitgedrukt als procentuele verandering per jaar, wordt geschat op 10% van die procentuele jaarlijkse verandering.

Uit de concentraties wordt door middel van een eenvoudige rekenmethodiek die internationaal geaccepteerd is (Montzka *et al.*, 1996) het potentieel chloorgehalte van de atmosfeer berekend. Deze is een maat voor het in de atmosfeer opgebouwde potentieel om de ozonlaag af te breken. De onzekerheid in het afgeleide potentieel chloorgehalte in de atmosfeer is niet meer dan een eenvoudige optelsom van concentraties van deze stoffen met een correctie voor de hoeveelheid chloor; de onzekerheid erin is wordt geschat op 5%.

De dikte van de ozonlaag varieert sterk per locatie en per dag. Op een plek op aarde kan, binnen enkele dagen, de dikte met een derde toe of afnemen door meteorologische omstandigheden. Uit metingen van het KNMI in de Bilt, het KMI in Ukkel (België) en uit satellietwaarnemingen wordt de dikte van de ozonlaag afgeleid. De metingen van de ozonlaag, worden voortdurend gekalibreerd, gevalideerd en onderling vergeleken (onder andere SPARC, 1998).

In de Milieubalans worden jaargemiddelde waarden boven Nederland en mondiaal gerapporteerd om de meteorologische variaties te ondervangen. Deze jaargemiddelden worden echter nog wel door toevallige fluctuaties en onder andere vulkaanuitbarstingen

beïnvloed, hetgeen de trendanalyse bemoeilijkt. De onzekerheid in de jaargemiddelde ozonwaarde is ongeveer 2%. De langjarige verandering heeft een grote onzekerheid geschat op 20% (WMO, 1999).

Op basis van de gemiddelde ozonwaarden boven Nederland is de UV-belasting op grondniveau berekend met het RIVM UV-transfermodel (den Outer en Slaper, 1998). Dit model is in het kader van een EC-project vergeleken met andere UV-transfermodellen (van Weele *et al.*, 1998), en vergeleken met UV-metingen. Sedert april 1993 wordt door het RIVM het UV-spectrum van de zon gemeten in Bilthoven (in 1997 meer dan 19000 spectra). Die zijn gebruikt voor een analyse van de voor effecten relevante UV-belasting en gecorrigeerd voor toevallige fluctuaties in de bewolking om zo goed mogelijk inzicht te krijgen in de veranderingen die samenhangen met veranderingen in de ozonbelasting. De werkelijke blootstelling van de mens aan UV zal een fractie zijn van de gemeten en berekende UV-belasting. Onder de aanname dat er zich geen gedragswijzigingen voordoen kan de UV-blootstelling evenredig verondersteld worden met de gemeten en berekende veranderingen in de UV-belasting.

De onzekerheid in de absolute UV-belasting bedraagt circa 10-15%, maar de fout in de gerapporteerde relatieve toename wordt geschat op circa 3%. De veranderingen in de UV-belasting over het Europese continent zijn berekend op basis van de TOMS-satelliet gegevens (1997-1980). Voor Nederland/België stemt deze aanpak goed overeen met de uit grondwaarnemingen voor ozon afgeleide veranderingen. Validatie van dergelijke analyses voor meer locaties in Europa is lopend in EU verband.

Het blootstellingseffect model is op basis van proefdierexperimenten afgeleid, en de parameterwaarden voor de humane situatie zijn bepaald op basis van epidemiologisch onderzoek in de VS (Slaper *et al.*, 1996). De onzekerheden voor de berekening van de toegevoegde risico's bedraagt circa 30-40%, gerapporteerd zijn beste schattingen.

4. Verzuring en smog

4.1 Verzuring

4.1.1 Het probleem en de doelen

Onder het thema Verzuring vallen de depositie van potentieel zuur en stikstof en de vorming van ozon op leefniveau en de effecten die dit heeft op gewassen, natuur en mens. Kennis over dit onderwerp in Nederland is opgebouwd met het Nationaal Onderzoeksprogramma Herintroductie Kolen, het meetplan Aerosolen en geactualiseerd door middel van het Additioneel Programma Verzuringsonderzoek. De derde fase hiervan is in 1994 afgerond.

In 1989 zijn in het 'Bestrijdingsplan Verzuring' (TK, 1989) doelstellingen vastgelegd die betrekking hebben op het voorkomen van schade op nog vitale bossen. Het doel van het verzuringsbeleid, zoals geformuleerd in het Bestrijdingsplan, is om nadelige effecten van verzuring op de lange termijn terug te dringen tot verwaarloosbare omvang. In het Evaluatierapport Verzuring (RIVM, 1988), uitgebracht als afsluiting van de eerste fase van het Additioneel Programma Verzuringsonderzoek (APV), is beschreven dat bij een depositieniveau van 400 à 700 equivalenten zuur per hectare (zeq/ha) per jaar de natuur tegen alle nadelige effecten beschermd kan worden. Deze niveaus zijn in het Bestrijdingsplan aangehouden als streefwaarde.

In het Evaluatierapport worden ook waarden genoemd voor het voorkomen van de meest ernstige effecten bij bossen op arme zandgronden (1400 zeq/ha per jaar) en bij bossen op rijkere gronden (2400 zeq/ha per jaar). Deze waarden, respectievelijk 1400 en 2400 zeq/ha per jaar, zijn in het Bestrijdingsplan aangehouden als lange termijn doelstelling (2010) en als tussendoelstelling voor het jaar 2000. Ook zijn kritische niveaus vastgelegd met betrekking tot ozonconcentraties. Dit ter voorkoming van alle (visuele) schade aan gewassen ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als gemiddelde waarde overdag) en ter voorkoming van gezondheidsschade ($110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als maximaal 8-uursgemiddelde).

Uit de eindrapportage van de derde fase van het APV3 blijkt dat de kritische belasting van bossen op arme zandgronden hoger ligt dan aangenomen ten tijde van Evaluatierapport Verzuring (namelijk op 1800 zeq/ha). Beleidsmatig is echter besloten om aan de bestaande depositiedoelstellingen vast te houden in verband met het streven naar behoud van biodiversiteit in kwetsbare natuurgebieden van de Ecologische Hoofdstructuur (NMP3, pagina 241). Op dit ogenblik loopt het Stikstofonderzoeksprogramma (STOP). In NMP3 is aangegeven dat de Nederlandse verzuringsdoel- en taakstellingen zullen worden geëvalueerd tegen het licht van de meest recente inzichten over de effecten en de mogelijkheden om de emissies te verminderen.

4.1.2 Monitoring en modellering van de zure depositie

De monitoring van de emissies is in hoofdstuk 2 besproken.

De depositie wordt langs twee wegen bepaald:

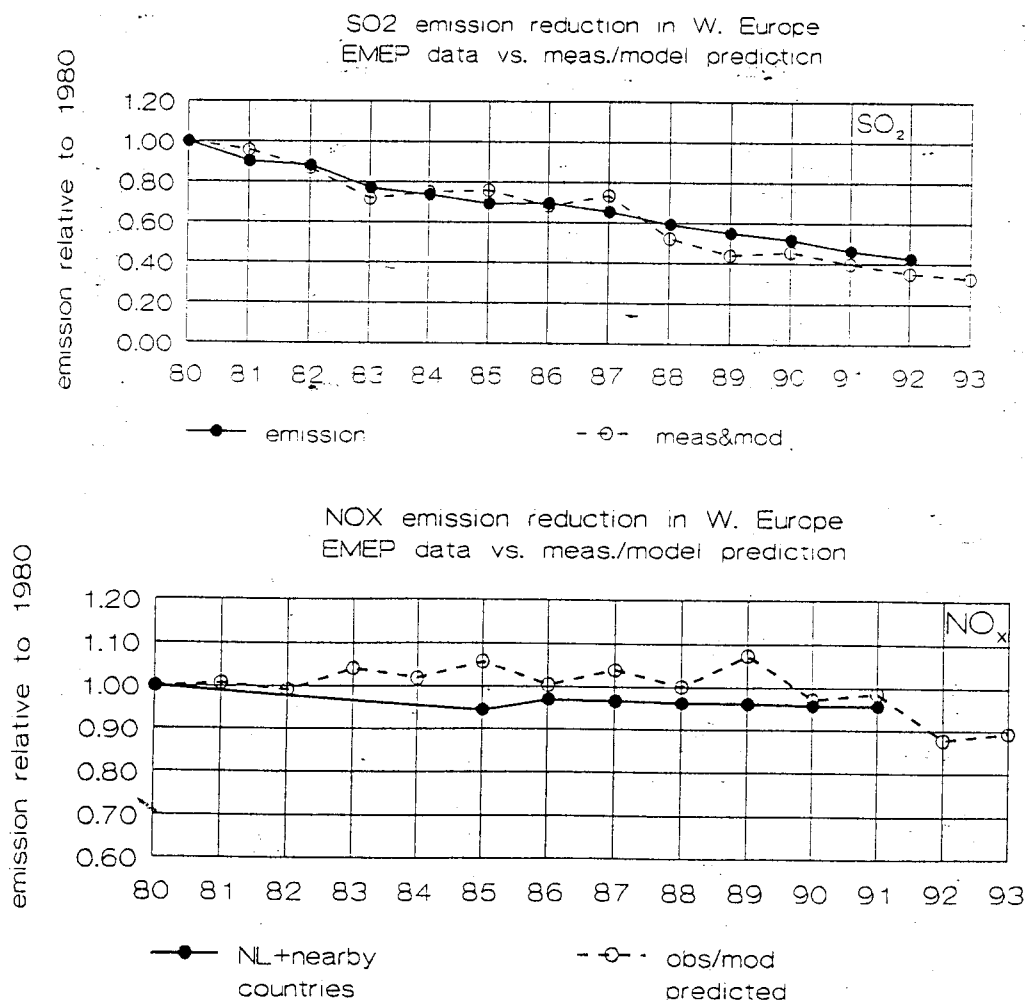
1. Door vertaling van gemeten concentraties naar deposities.

2. Aan de hand van modelberekeningen op basis van emissies

ad 1: Emissies van NO_x , SO_2 en NH_3 worden met het verspreidingsmodel OPS vertaald naar atmosferische concentraties en deposities op bodem en water.

ad 2: Concentraties van NO_x , SO_2 en NH_3 (en de aerosolvormige volgproducten NO_3^- , SO_4^{2-} en NH_4^+) uit het meetnet worden vertaald naar kaartbeelden over Nederland middels interpolatie. Bij NH_3 is daarbij extra informatie - de OPS-concentratiekaart - vereist wegens de sterke ruimtelijke variatie van de concentraties. Deze concentraties worden via het depositiemodel DEADM vertaald naar deposities en leiden na sommering met gemeten natte depositie tot de totale atmosferische depositie. Schattingen van actuele deposities worden dus zoveel mogelijk gebaseerd op metingen. Validatie van het DEADM-model heeft plaatsgevonden door berekende deposities te vergelijken met veldmetingen van de depositieflux en met de samenstelling van afstromend regenwater van vegetatie (zogenaamde doorvalmetingen) (Erisman en Bleeker, 1997).

Voor de Milieubalans wordt in verband met de betrouwbaarheid zo veel mogelijk gebruik gemaakt van metingen van concentraties, mede omdat deze onafhankelijk zijn van de onzekerheid in emissieschattingen. Voor verkenningen en de bepaling van de afzonderlijke doelgroepbijdragen zijn modelberekeningen nodig die gebruik maken van emissiegegevens.



Figuur 4.1.1 Trend emissies en concentraties SO_2 en NO_x voor periode tot 1993.

Vergelijking van berekende emissies met de waargenomen concentraties gebeurt in de Milieubalans door de trends in metingen en modelberekeningen met elkaar te vergelijken. In 1995 is een systematische vergelijking gemaakt voor SO₂ en NO_x over de periode tot 1992/1993 van metingen met modelresultaten (Van Jaarsveld, 1995). Met het OPS-model zijn concentraties berekend op basis van Nederlandse en Europese (EMEP-database) emissiesgegevens (lijn met zwarte bolletjes). Deze zijn vergeleken (genormeerd op 1980=1) met de metingen van in het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (lijn met open bolletjes). De dalende trend bij SO₂ en het tot circa 1990 vlakke verloop van de emissieramingen van NO_x worden door de metingen bevestigd.

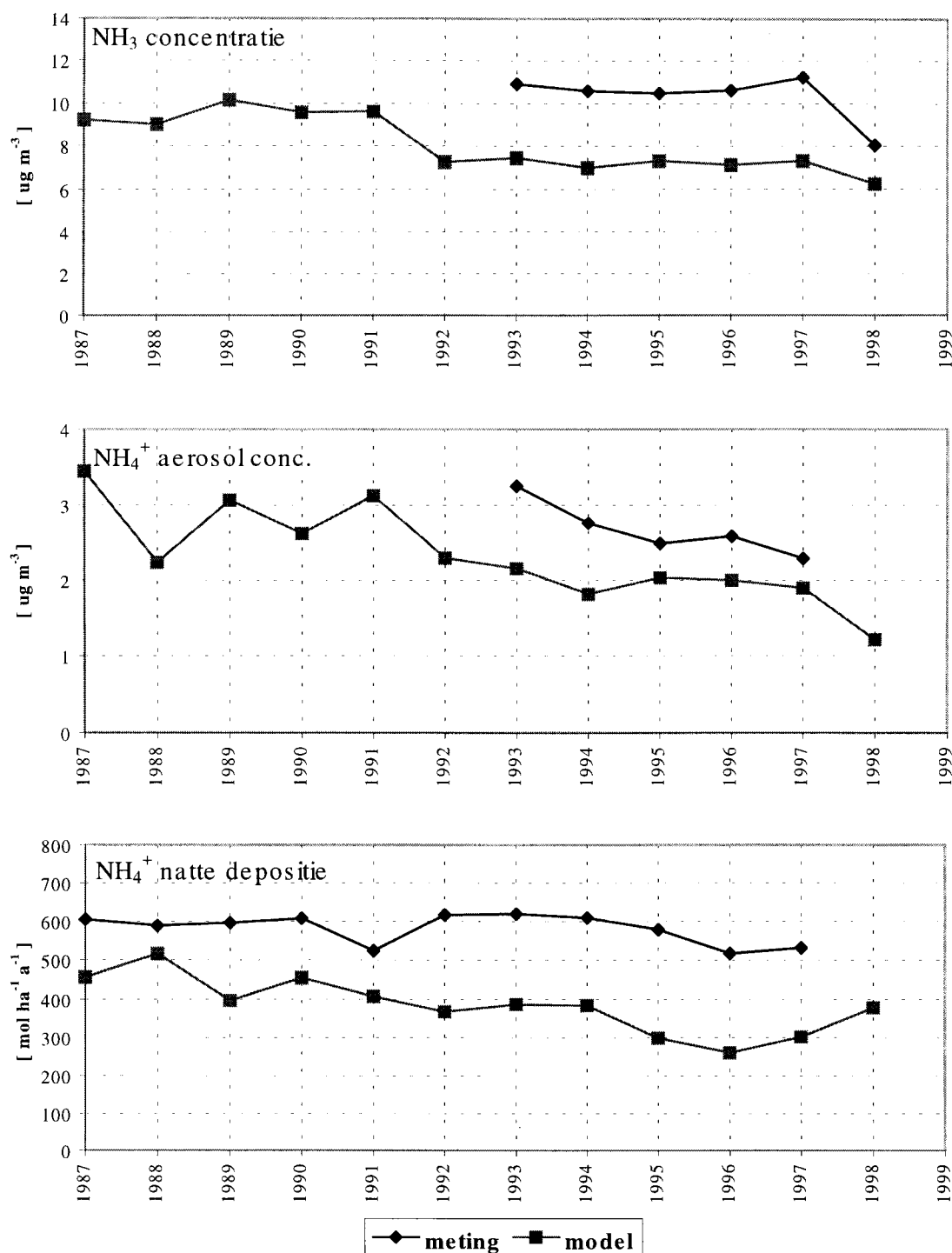
4.1.3 Onzekerheden en de conclusies in de Milieubalans

De (internationale) emissieschattingen van NO_x en SO₂ hebben een onzekerheidsmarge van 25%. Voor ammoniak geldt een onzekerheidsmarge van 30%. Voor ammoniak worden vanaf beginjaren '90 afwijkingen geconstateerd tussen de trend in de emissieschatting en de waargenomen concentraties. De trend in de emissies toont een sterkere daling dan uit de concentratie-ontwikkelingen blijkt. Hiernaar wordt thans onderzoek verricht. Deze afwijkingen zijn in de laatste Milieubalans expliciet gemeld.

Wanneer concentraties worden afgeleid uit emissiegegevens blijkt de onzekerheid in de gemiddelde concentraties van NO_x over Nederland 10%. Voor NH₃ zijn deze onzekerheden tweemaal zo groot. De jaargemiddelde concentratie via (STERLAB-gecertificeerde) metingen kent een onzekerheid van circa 5% voor NO_x en SO₂ en voor NH₃ ongeveer 10%. De onzekerheid over 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 kaartbeeld is de onzekerheid groter dan op de meetlocaties zelf, met de huidige dichtheid van het meetnet is deze onzekerheid voor SO₂ minstens 20% (industriegebied) en voor NO_x 30% (stadsomgeving). Voor NH₃ is de variatie in de ruimte zo groot dat de metingen uitsluitend in combinatie met modelberekeningen in een landsdekkend kaartbeeld kunnen worden vertaald.

De modelmatige vertaling van concentraties naar deposities heeft een grotere onzekerheid, mede doordat deposities veel moeilijker te meten zijn dan concentraties, waardoor minder goed materiaal beschikbaar is voor de validatie van de modelresultaten. De validatie vindt vooral plaats aan de hand van de meetinspanningen boven bos op de Speuld-locatie en korte perioden boven lage vegetatie (Erisman en Wyers, 1993). Voor locaties met een ander karakter wordt gebruik gemaakt van literatuurgegevens.

Systematische afwijkingen liggen rond de 20%. In het onwaarschijnlijke geval dat alle fouten in dezelfde richting werken is de afwijking maximaal 50% (Erisman; 1991, 1992). Deze onzekerheden spelen een beperkte rol omdat de huidige depositie op bos een factor drie hoger ligt dan de kritische belasting (1400 zeq/ha).



Figuur 4.1.2 Vergelijking van trends in metingen en berekeningen. Meet- en modelresultaten gemiddeld over alle meetpunten. Voor NH₃ is een groeiende discrepantie tussen metingen en modelberekeningen op basis van emissies geconstateerd (Erisman et al., 1998). Dit is door de minister in 1997 aan de Tweede Kamer gemeld. Over het onderzoek naar de oorzaak wordt in het voorjaar aan de kamer gerapporteerd.

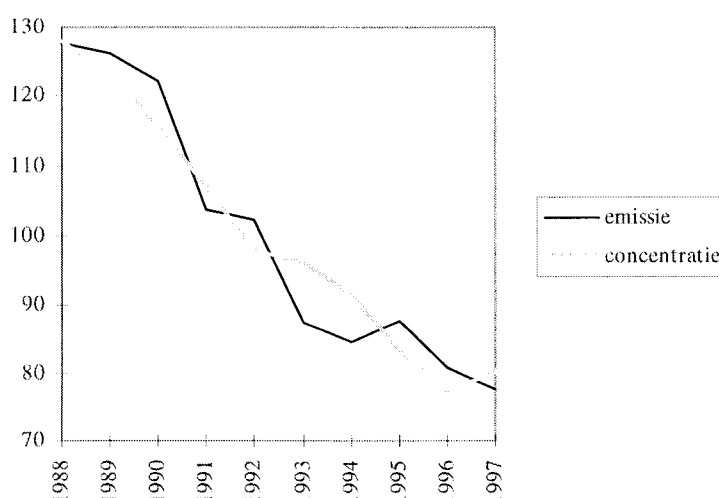
Gemiddeld over Nederland is de onzekerheid in de depositie voor NO_x, SO₂ en NH₃ respectievelijk 30, 15 en 30% (Van Jaarsveld, 1989;1995). De met het DEADM-model berekende totale zure depositie op Nederland kent een random-fout van enkele procenten.

Vergelijking emissies en concentraties van NO_x door verkeer

Emissies van verkeer kunnen in de buitenlucht het best vastgesteld worden in een omgeving waar hun invloed dominant is. Drukke straten, omgeven door bebouwing, bieden die mogelijkheid. Op een negental locaties in drukke straten wordt NO_x gemeten. Factoren die de concentratie beïnvloeden zijn de emissies, meteorologische condities zoals windrichting en windsnelheid, omgevingsfactoren als hoogte en nabijheid van bebouwing en de concentraties die op grote schaal aanwezig zijn. De emissie zelf hangt af van een aantal factoren, waaronder het aantal voertuigen, het soort voertuigen (met name het aandeelvrachtverkeer) en de snelheid waarmee gereden wordt. Door al deze factoren kunnen emissies nog niet voldoende nauwkeurig vertaald worden naar te verwachten concentraties om zo de juistheid van emissieramingen te toetsen.

Om de neerwaartse trend in gerapporteerde NO_x-emissies te verifiëren, zijn de gemeten concentraties op de negen NO_x-meetpunten gecorrigeerd voor grootschalige concentraties, tevens is de trend ontdaan van door meteorologie veroorzaakte fluctuaties. Deze gecorrigeerde concentratietrend in drukke straten blijkt goed met de emissies van NO_x door verkeer in de bebouwde kom in overeenstemming te zijn, alleen het jaar 1997 lijkt hiervan af te wijken. Omdat grootschalige concentraties modelmatig goed uit emissies kunnen worden verklaard, verkeer de grootste bron van NO_x is en de dalende trend in verkeersemissies binnen de bebouwde kom goed overeenstemt met de metingen in drukke straten kan worden geconcludeerd dat voor NO_x de emissieramingen goed in overeenstemming zijn met de metingen.

trend stedelijke emissies en concentraties NO_x,
gemiddelde 88-97=100



Figuur 4.1.3 De trend in de gemeten concentratie (negen drukke straat locaties, gecorrigeerd voor meteorologische variaties en voor de bijdrage van de achtergrondconcentratie) van stikstofoxiden (NO_x) blijkt goed over een te komen met de trend van de emissies van het verkeer in de bebouwde kom. De metingen bevestigen dus de geraamde ontwikkeling van de emissies.

4.2 Zomersmog

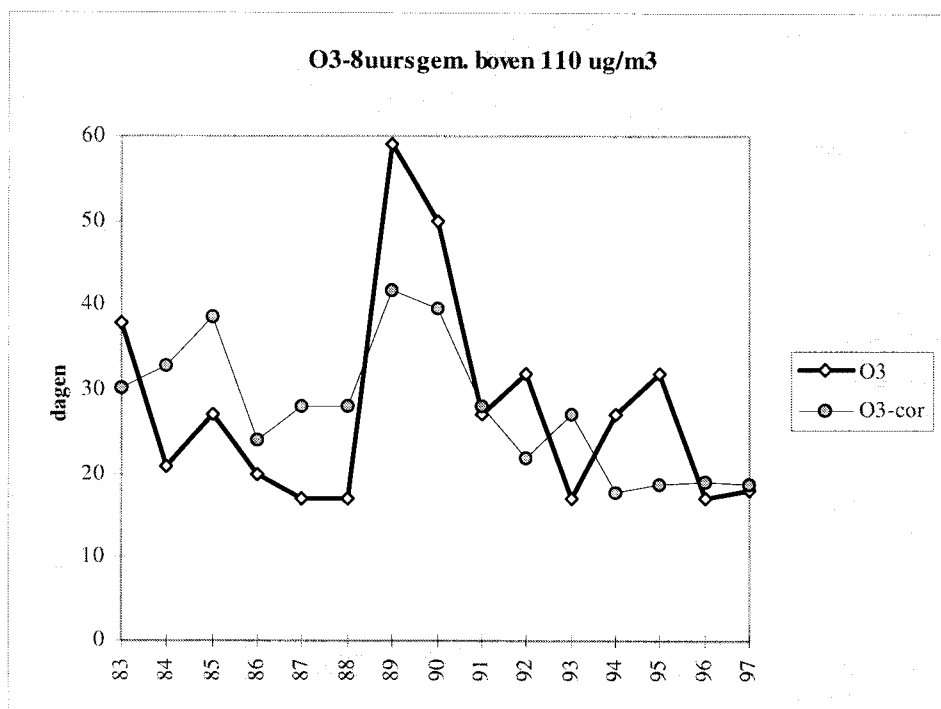
Informatie van ozon op leefniveau wordt normaliter uitsluitend op basis van metingen afgeleid, omdat de huidige modellen binnen het RIVM nog onvoldoende in staat zijn om een realistische beschrijving van ozonconcentraties te geven. Middels lineaire interpolatie worden kengetallen van ozonconcentraties (zoals het groeiseizoengemiddelde of het aantal dagen met normoverschrijding) vertaald naar landsdekkende kaartbeelden, waaruit dan informatie over trend en blootstelling wordt afgeleid.

De onzekerheid in meetwaarden op jaarbasis ligt op ongeveer 5-10%. Hierin zijn zowel toevallige afwijkingen (ruis) als systematische afwijking door de meetmethode begrepen. De invloed van toevallige afwijkingen zal groter zijn voor kortdurende meetperioden. Voor het (groeiseizoen)gemiddelde ligt de onzekerheid ook rond 5-10%. Voor de registratie van het totaal aantal dagen per jaar met normoverschrijdingen ligt deze rond de 10%.

Vertaling naar kaartbeelden levert voornamelijk een extra onzekerheid in steden op. Deze is nog niet kwantitatief onderzocht, maar metingen in steden geven aan dat deze onzekerheid niet meer dan enkele tientallen procenten kan bedragen.

De trend in de tijd wordt gedomineerd door meteorologisch veroorzaakte fluctuaties (zie *figuur 4.2.1*), die een variatie van ongeveer een factor twee veroorzaken. Hierdoor is op dit moment de trend over de jaren niet binnen enkele tientallen procenten nauwkeurigheidsmarge te bepalen. Een uitzondering hierop vormt het groeiseizoengemiddelde dat over de jaren veel constanter is. Daarvoor ligt de variabiliteit die veroorzaakt wordt door het weer op ongeveer 15%. De trend is daar met een nauwkeurigheidsmarge van 5% te bepalen.

Het is onmogelijk om een gefundeerde uitspraak over ozontrends te doen zonder de meteorologisch veroorzaakte variabiliteit in rekening te brengen, wat niet op eenvoudige wijze uitvoerbaar is. Sinds enkele jaren is RIVM-onderzoek gaande om een goede techniek hiervoor te ontwikkelen (Dekkers en Noordijk, 1997). De meest recente meteogecorrigeerde trend is ter illustratie aan de figuur toegevoegd, maar gezien de complexiteit van het probleem zullen meteogecorrigeerde resultaten pas naar buiten worden gebracht wanneer de waarde van de techniek bekend en gewaarborgd is. Tot dan wordt grote terughoudendheid en voorzichtigheid betracht bij elke uitspraak rond ozontrends. Ozon is een volgproduct van NO_x en Vluchtige Organische Stoffen (VOS). De (internationale) emissies van NO_x en VOS hebben een onzekerheidsmarge van naar schatting 25%.



Figuur 4.2.1 Het aantal dagen met 8-uursgemiddelde ozonconcentraties boven de norm van 110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (O_3 : het aantal dagen met 8-uursgemiddelde concentraties boven de norm van 110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; $\text{O}_3\text{-cor}$: hetzelfde, maar dan met de meeste recente inzichten gecorrigeerd voor meteorologisch veroorzaakte fluctuaties).

4.3 Fijn stof

Concentraties van fijn stof worden op basis van een combinatie van metingen en modellering afgeleid. De huidige kennis van emissies, verspreiding en omzettingen is nog ontoereikend om via het OPS-model een realistische beschrijving te geven. De bekende emissies van fijn stof kunnen ongeveer de helft van de gemeten concentraties van fijn stof verklaren. De fijn stof emissies uit het verkeer hebben een onzekerheidsmarge van circa 40%.

Uitsluitend op basis van metingen kan geen kaartbeeld worden afgeleid dat een realistische weergave geeft van lokale verhogingen in steden en nabij grote bronnen. Het met OPS gemodelleerde concentratieveld wordt gekalibreerd aan de meetwaarden op regionale en stedelijke meetnetlocaties, waardoor de huidige kennis optimaal in een kaartbeeld wordt samengebracht en een trend in de jaargemiddelde concentratie. Het aantal dagen met concentraties boven de norm voor het daggemiddelde wordt direct uit de meetnetdata afgeleid.

De onzekerheid in meetwaarden ligt op jaarbasis op ongeveer 20%. Hierin zijn zowel toevallige afwijkingen (ruis) als systematische afwijking door de meetmethode begrepen. De waarden van de metingen worden met 33% opgehoogd omdat de monitors een systematische afwijking vertonen met referentie-apparatuur. Deze ophoging is beperkt onderbouwd en is nu onderwerp van nader onderzoek.

De invloed van toevallige afwijkingen is groter voor kortdurende meetperioden. Voor het daggemiddelde (waarvoor een norm geldt) wordt deze geschat op 30%. In de waarneming van de trend spelen systematische afwijkingen geen wezenlijke rol. De trend in het jaargemiddelde kent een beperkte onzekerheid van ongeveer 5% indien voor meteorologische invloeden kan worden gecorrigeerd. Omdat de jaargemiddelde concentratie over heel Nederland niet meer dan enkele tientallen procenten afwijkt van de waarde van de norm voor het jaargemiddelde, is er een grote onzekerheid in het gerapporteerde percentage blootstelling van de bevolking aan normoverschrijding.

Gezondheidseffecten

In Nederland zijn recent twee epidemiologische studies uitgevoerd waarin de relaties tussen luchtverontreiniging en sterfte (Hoek, Verhoeff en Fischer, 1997) en ziekenhuisopnamen (Vonk en Schouten, 1998) over een periode van enkele jaren zijn onderzocht. Uit de eerste studie blijkt dat korte termijn fluctuaties van de dagelijkse sterfte geassocieerd zijn met fluctuaties in deeltjesvormige en gasvormige luchtverontreiniging. De meest consistente associaties werden gevonden met totale sterfte en sterfte ten gevolge van hart- en vaatziekten en sterfte ten gevolge van longziekten. Ook in de tweede studie werden associaties gevonden tussen deeltjesvormige en gasvormige luchtverontreiniging en dagelijkse ziekenhuisopnames. De bijdragen van de gasvormige componenten aan de gezondheidseffecten blijken van dezelfde orde van grootte als die van de deeltjesvormige luchtverontreiniging, hetgeen ook in de VS en elders in Europa wordt waargenomen.

De berekeningen van de gezondheidsrisico's in de Nederlandse bevolking door luchtverontreiniging zijn gebaseerd op de beste schattingen van het deel van de in de studies waargenomen effecten dat wordt toegeschreven aan de heersende niveaus van luchtverontreiniging. De nauwkeurigheid van deze schattingen is onder andere afhankelijk van de omvang van de studies waaruit ze zijn afgeleid en kan worden verbeterd door de resultaten van alle beschikbare onderzoek te aggregeren met behulp van meta-regressieanalyse (onder ander Preller *et al.*, 1996). De range waarbinnen de beste schatting van een effect zich bij een statistische waarschijnlijkheid van 95% bevindt, varieert van enkele 10-tallen procenten voor sterfte tot meer dan 100% voor longfunctiedaling bij kinderen. Deze statistische onzekerheden worden in de huidige evaluaties betrokken. De invloed van andere aspecten op de nauwkeurigheid en validiteit van de schattingen, zoals verschillen in de onderzoekspopulatie en -locatie, gezondheidszorg in de verschillende onderzoeksgebieden en het toepassen van buitenlandse gegevens op de Nederlandse situatie, is nog onbekend.

5. Vermesting en verdroging

5.1 Vermesting (uitspoeling van nitraat)

5.1.1 Het probleem en de beleidsdoelen

De grootste bronnen van veresting zijn landbouw, industrie, huishoudens, afvalwaterzuivering, verkeer en buitenland. Huishoudens leveren via afval en afvalwater een bijdrage aan de veresting van bodem en water. Het afvalwater wordt vrijwel volledig in zuiveringsinstallaties behandeld. Het effluent wordt geloosd op het oppervlaktewater. Incidenteel vindt overstort plaats. De industrie draagt bij via de lozing van afvalwater, van met name de veevoer- en kunstmestindustrie.

De productie in de landbouw gaat gepaard met grote lekverliezen van stikstof (N) en fosfor (P) naar het milieu. Dit wordt veroorzaakt door de intensiteit van de productie; een hoge veedichtheid, een hoog kunstmestgebruik en import van veevoer. Lekverliezen veroorzaken ammoniakemissie naar de lucht (en depositie daarvan op natuurgebieden en water), accumulatie in de bodem alsmede af- en uitspoeling naar grond- en oppervlaktewater. Tenslotte ontvangt Nederland door de ligging aan de monding van grote rivieren (Rijn en Maas) veel N en P uit het bovenstrooms gelegen buitenland. Dit werkt door in de zoetwatersystemen en in het kustwater.

De bronnen van veresting staan samengevat weergegeven in tabel 5.1.

Tabel 5.1. Bronnen van veresting

Bron	lucht*)	naar: water/waterbodem	naar: bodem/grondwater
Landbouw	NH ₃ -emissie	afvalwater af- en uitspoelen bodem N-depositie	uitspoelen van meststoffen N-depositie
Industrie	verbrandings- gassen NO _x	lozing afvalwater N-depositie	afvalstoffen N-depositie
Huishoudens Afvalwaterzuivering Verkeer	uitlaatgassen NO _x	lozing afvalwater lozing effluent N-depositie	huishoudelijk afval zuiveringsslib N-depositie
Buitenland	import van N via de lucht	aanvoer via rivieren N-depositie	N-depositie

*) lucht is voor veresting bron van N (depositie van geëmitteerde N)

Via de stallen en bij bemesting kan NH₃-emissie naar de atmosfeer optreden. In de bodem en het oppervlaktewater kan nitraat door denitrificatie worden omgezet in N₂ en N₂O dat vervolgens ook kan ontwijken naar de atmosfeer. De omvang van de denitrificatie kan niet goed worden gemeten. P en N worden deels vastgelegd in de bodem. Dit zijn accumulatieprocessen met een in principe eindige capaciteit. Fosfaatverzadiging treedt al op in grote delen van het landbouwgebied.

Effecten van vermessing treden op in vegetatie in natuurgebieden en aquatische ecosystemen (zoet en zout). Door de gecombineerde invloed van verzuring, verdroging, vermessing en soms ook toxische stoffen en verschillen in beheer is in het veld het totaaleffect van deze invloeden vaak wel te meten, maar kan de bijdrage van de verschillende factoren veelal niet afzonderlijk worden vastgesteld.

Het vermijden van effecten van vermessing in de drinkwatervoorziening (zuivering om aan de norm te voldoen) brengt hoge kosten met zich mee.

Emissietoetsen

Voor de emissie van NH_3 en NO_x naar lucht zijn emissiedoelen gesteld. Voor NH_3 , via onderwerkverplichting, stal- en opslagregelingen en voor NO_x via maatregelen in verkeer en industrie, zijn toetsbare doelen geformuleerd. In het kader van het Mestbeleid zijn verliesnormen voor N en P naar de bodem gedefinieerd. Deze worden toegepast op bedrijfsniveau. Het Mineralen Aangifte Systeem (MINAS), zoals in de Integrale Notitie Mest- en Ammoniakbeleid aangegeven, wordt voor de toetsing daarvan gebruikt.

Directe lozingen van N en P naar oppervlaktewater worden gereguleerd via de uitvoering van de WVO. De toetsing van het vergunningsstelsel wordt door de waterbeheerder gedaan. De informatie komt via de Commissie Integraal Waterbeheer beschikbaar. Informatie over emissies naar oppervlaktewater gaat naar het RIVM en worden opgenomen in de Emissieregistratie en in PROMISE. Gegevens over rijkswateren en kustwateren komen van RIZA en RIKZ naar het RIVM.

Milieubelastingstoetsen

In het kader van het Rijn Actie Plan / Noordzee Actie Plan zijn afspraken gemaakt over een vermindering van de toevoer naar de Noordzee met 70% voor stikstof respectievelijk 75% voor fosfor (2000 ten opzichte van 1985).

Ter ondersteuning van het Milieuprogramma is een vermestingsindicator afgesproken die wordt samengesteld uit de belasting van grond- en zoet oppervlaktewater met P en N^1 . De vermestingsindicator is in de loop van de tijd aan verandering onderhevig geweest, mede op advies van het RIVM om de MB-informatie en de informatie die de indicator geeft op één lijn te brengen. De nieuwe indicator is in de MB98 (zie figuur 4.4.3. MB98) opgenomen.

Milieukwaliteitstoetsen

Momenteel is de toets voor NO_3 in het bovenste grondwater aan de nitraatrichtlijn van de EU het meest actueel. Nederland is door de EU in gebreke gesteld en moet aantonen dat het beleid zal leiden tot het voldoen aan de richtlijn. De kwaliteitsnorm, die voor grondwater wordt toegepast, bedraagt 50 mg/l (als nitraat), ofwel 11,3 mg/l (als stikstof). Voor de drinkwatervoorziening is verder de toets van het opgepompte grondwater aan de EU-drinkwaterrichtlijn en het Waterleidingbesluit van belang.

Daarnaast bestaan beleidsdoelstellingen voor de nutriëntenstatus van oppervlaktewater: 0,15 mg/l P (basiskwaliteit voor alle wateren) en 2,2 mg/l N (basiskwaliteit eutrofiëringsgevoelige wateren; zomergemiddelde waarden). Voor stagnante wateren met een bijzondere natuurwaarde geldt een richtwaarde van 0,08 mg/l P. Voor zout water bestaan geen kwaliteitsnormen. In dit hoofdstuk wordt de toets aan de Nitraatrichtlijn verder uitgewerkt.

¹ P telt daarin voor 1,0 mee en N voor 0,1.

5.1.2 Meten en modelleren van de nitraatuitspoeling

Vanaf 1977 is de monitoring van het grondwater op landsdekkende schaal ter hand genomen, als eerste gericht op het middeldiepe grondwater (Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit). Met ingang van 1992 is op verzoek van de ministeries van LNV en VROM de monitoring van het bovenste grondwater onder landbouwgronden (eerst zandgronden) gestart i.s.m. LEI-DLO (het zgn. Mestmeetnet). In eerste instantie was dit ter toetsing van het mestbeleid. Vanaf 1993/1994 zijn ook de kleigronden in de metingen betrokken (voorlopig eerst het drainwater). In verband met de implementatie van de EU- Nitraatrichtlijn wordt thans ook een meetprogramma voor het veengebied voorbereid (al het water is door Nederland aangemeld als vallend onder de richtlijn). De nitraatconcentraties worden in het bovenste grondwater gemeten, omdat daar effecten het eerst zichtbaar zijn.

Sinds 1986 wordt op het RIVM ook gewerkt aan de modellering van de uitspoeling van nitraat uit landbouwgronden op basis van onderzoek in proefvelden. In die periode is het instrumentarium voortdurend verbeterd. Daarbij wordt veel aandacht gegeven aan de validatie aan de hand van veldgegevens. De meest recente ontwikkeling is, dat de kennis van RIVM, RIZA en SC-DLO wordt gebundeld om het moeilijkste deel van de modellering, de uit- en afspoeling van nutriënten van landbouwgronden naar oppervlaktewater tot stand te brengen op landelijke schaal (STONE). Hierbij wordt ook de uitspoeling naar het grondwater meegenomen, die tot dusverre berekend wordt met het model NLOAD.

Kalibratie en validatie van het model NLOAD

Met het model NLOAD wordt de uitspoeling van nitraat-stikstof berekend. Er wordt onderscheid gemaakt tussen de diverse vormen waarin stikstof op of in de bodem voorkomt. Het oorspronkelijke model dateert uit 1990 en is toegepast in de Milieuverkenning2. Sinds de publicatie (Van Drecht, 1993) is het model voortdurend verbeterd. Voor gebruik in de Milieubalansen is het geactualiseerd en opnieuw beschreven (NLOAD_MB).

Het model NLOAD_MB is gekalibreerd op het proefveld Ruurlo (Gelderland): gemaaid grasland op zandgrond met grondwatertrap Gt V/VI. Validatie vond plaats met gegevens van proefvelden te Heino (gemaaid gras op zand, Gt VIII en snijmaïs, Gt VI), Achterberg (intensief beweide gras op gedraineerd zand, Gt VI), Swifterbant (intensief beweide gras op gedraineerde klei, Gt IV), Zaltbommel (beweide gras op rivierklei, Gt VII), 10 stikstof-proefbedrijven (gras op zand, verschillende Gt's), de Marke (beweide gras op zand, Gt VIII), Laren (beweide gras op zand, Gt VI), Wageningen (snijmaïs op zand, Gt IV), Haren (lysimeterproeven met snijmaïs op zand), Maarheeze (snijmaïs op zand, Gt VII) en 18 bedrijven in zeekleigebieden.

De modelresultaten voor gras op zand bleken goed te gebruiken voor kwantitatieve schattingen van de uitspoeling van nitraat. Bij extreem hoge bemestingsintensiteit wordt de uitspoeling onderschat. Voor overige vormen van grondgebruik en grondsoort is het model goed voor kwalitatieve interpretatie (richting en orde van grootte).

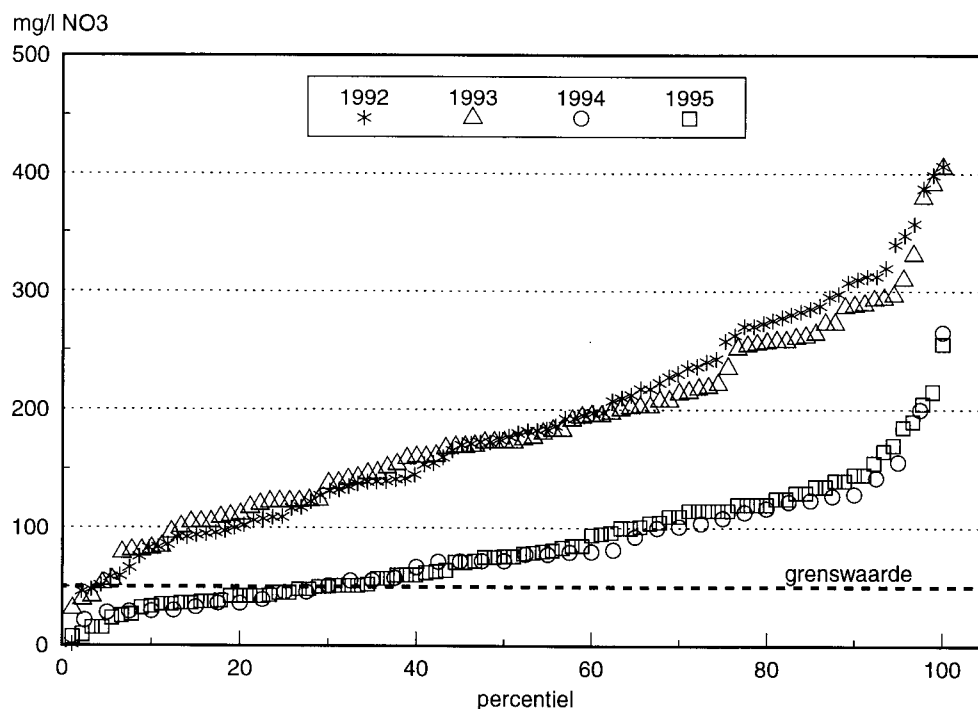
Voor een meer uitgebreide beschrijving van NLOAD wordt verwezen naar (Van Drecht en Scheper, 1998).

Nitraat in het bovenste grondwater van landbouwgronden

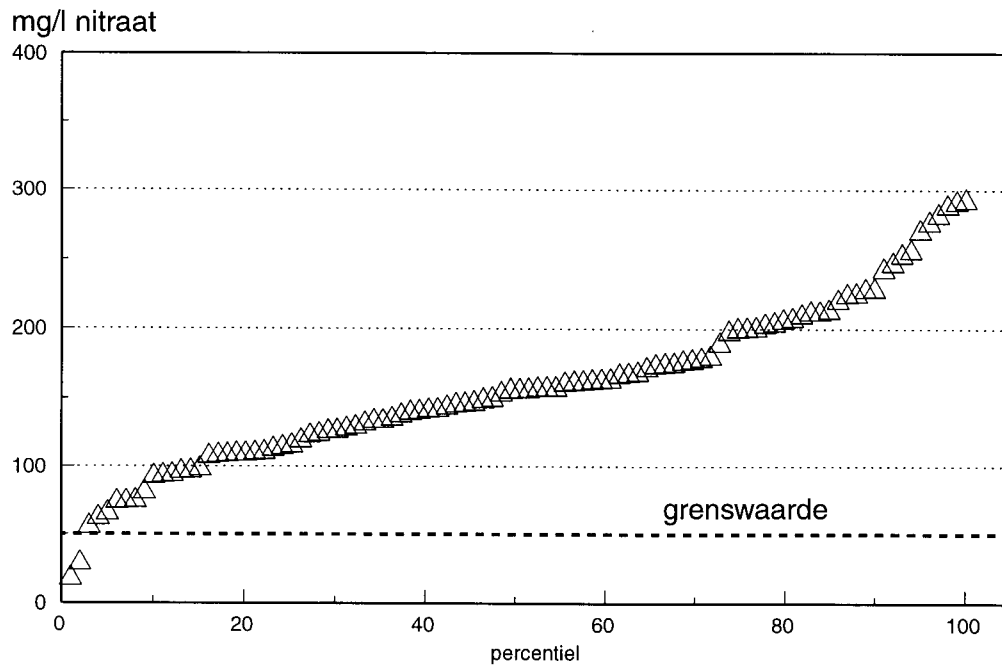
NLOAD blijkt de gemeten nitraatconcentraties in het bovenste grondwater onder proefvelden redelijk goed te kunnen reproduceren. Op basis hiervan zijn vanaf 1992 landsdekkende beelden (actuele toestand en prognoses) van de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater gepresenteerd door gebruik te maken van bemestingsgegevens van LEI-DLO. In Milieuverkenning2 is met betrekking tot snijmaïspcelen op zandgronden al aangegeven dat de uitkomsten van het model (op gebiedsniveau) afwijken van het beeld dat ontstaat als metingen tot gebiedsniveau worden opgeschaald.

In 1998 (Boumans en van Drecht, 1998) is op basis van de metingen uit het mestmeetnet in de periode 1992-1995 een geografisch beeld van de nitraatconcentratie in de zandgebieden

afgeleid (het regressiemodel dat daarvoor wordt gebruikt heet NTRUE). Omdat de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater van jaar tot jaar variaties vertonen als gevolg van wisselende weersomstandigheden (neerslag), wordt hiervoor gecorrigeerd (Fraters *et al.*, zie figuren 5.1 en 5.2).



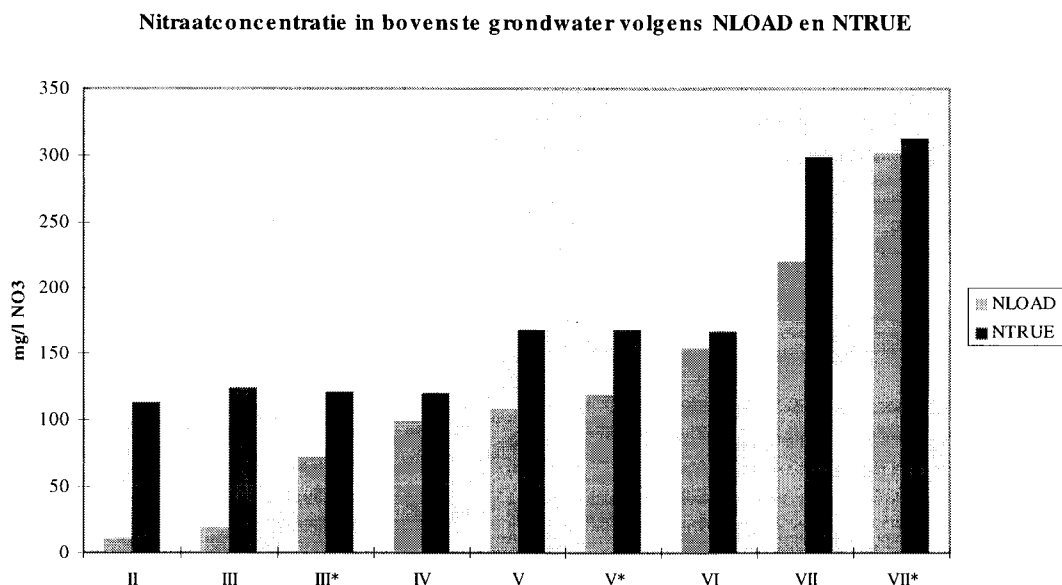
Figuur 5.1. Nitraat in het bovenste grondwater van landbouwbedrijven op zandgrond: Cumulatieve frequentieverdeling van de bedrijfsgemiddelde concentraties in de periode 1992-1995.



Figuur 5.2. Nitraat in het bovenste grondwater van landbouwbedrijven op zandgrond: Cumulatieve frequentieverdeling van de voor neerslag gecorrigeerde bedrijfsgemiddelde nitraatconcentraties. Gemiddeld over de periode 1992-1995. Bron: Fraters, B., H.A. Vissenberg, L.J.M. Boumans (RIVM), T. de Haan en D.W. de Hoop (LEI-DLO). (1997). Resultaten Meetprogramma Kwaliteit Bovenste Grondwater Landbouwbedrijven in het zandgebied (MKBGL-zand) 1992-1995. RIVM rapport nr. 714801014

In Boumans en van Drecht (1998) zijn deze resultaten vergeleken met nitraatconcentraties die m.b.v. het model NLOAD zijn berekend. Hierbij zijn tevens betrouwbaarheidsintervallen aangegeven.

Hieruit bleek dat de door het RIVM met NLOAD berekende nitraatconcentraties voor gebieden lager zijn dan de NTRUE-concentraties. Figuur 5.3 geeft hiervan een samenvatting voor verschillende droogteklassen van zandgronden.



Figuur 5.3. Vergelijking van berekende nitraatconcentratie per grondwatertrap (Gt-klasse) op basis van gemeten nitraatconcentraties (model NTRUE) en een procesmodel (NLOAD). Gt II is nat en Gt VII is droog. De met NLOAD berekende nitraatconcentraties in het bovenste grondwater zijn in het algemeen lager dan met NTRUE wordt berekend.*

Ook het areaal landbouwgrond met overschrijding van de EU-nitraatnorm in het bovenste grondwater (50 mg/l) is op basis van NTRUE groter dan uit de NLOAD-berekeningen blijkt. Met NLOAD was berekend dat onder 71% van het landbouwareaal op zandgrond de norm werd overschreden. Op basis van de metingen uit het mestmeetnet en NTRUE wordt aangegeven dat bij 94% van het landbouwareaal overschrijding van de norm plaatsvindt (situatie, na weerscorrectie, in vier meetjaren; geen trend over die jaren zichtbaar).

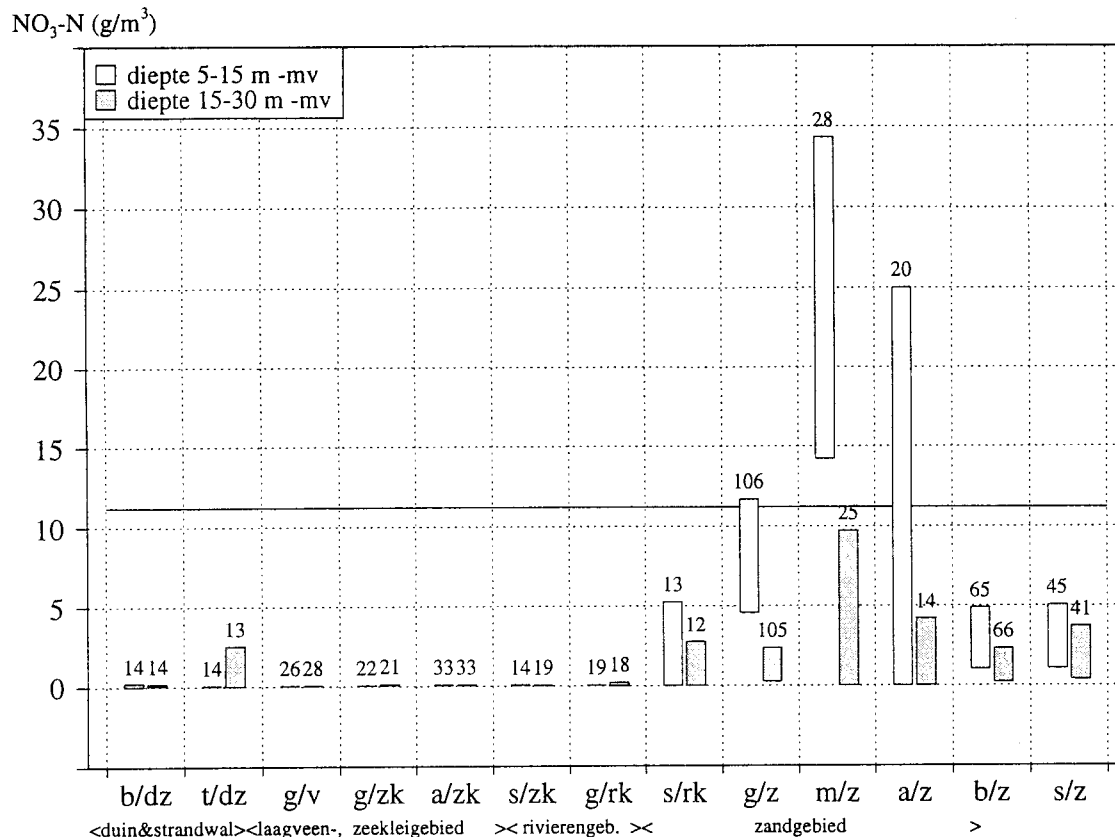
Belangrijkste redenen voor de verschillen in uitkomsten zijn:

- gegevens over de mestgift zijn voor de invoer in modellen niet gedetailleerd genoeg, in de twee benaderingen wordt daar verschillend mee omgegaan;
- de informatie over de diepte van het grondwater, van belang voor de afbraak van nitraat en daarmee voor de nitraatconcentratie, is deels verouderd (het Nederlandse zandgebied is de afgelopen decennia droger geworden; zie onder 5.2); ook hier wordt verschillend mee omgegaan;
- de voor NLOAD gebruikte proefvelden zijn onvoldoende representatief voor de gangbare landbouwpraktijk.

Nitraat in het middeldiepe grondwater (diepte: 5-30 meter)

Op basis van de gegevens uit het Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit aangevuld met data uit een aantal provinciale meetnetten zijn in de periode 1994-1996 verschillende rapporten uitgebracht over de toestand en de trend van de nitraatconcentraties in het Nederlandse grondwater. Hierbij zijn verschillende statistische methoden gebruikt voor verwerking en presentatie van de resultaten (mate van normoverschrijding en schatting van het areaal met normoverschrijding; (Pebesma en de Kwaadsteniet, 1994/1995, van Drecht *et al.*, 1996).

Figuur 5.4 vormt hiervan een illustratie.



Figuur 5.4 Nitraat in grondwater in 1992 per grondsoort/grondgebruik: 95% betrouwbaarheidsintervallen voor de gemiddelde concentratie.

Uit figuur 5.4 is te zien, dat voor bepaalde combinaties van grondgebruik en bodemtype in 1992 wel sprake is van verhoogde nitraatconcentraties, tot boven de norm van 50 mg/l (als NO₃), in het grondwater op 5-15m diepte, maar niet in het grondwater op 15-30 m diepte. Op basis van de spreiding in de metingen is een betrouwbaarheidsinterval voor de gemiddelde concentratie geschat. Nitraatconcentraties op grotere diepte zijn beduidend lager dan in het bovenste grondwater, door omzettingsprocessen, ondiepe afstroming naar het oppervlaktewater en deels door vertragingen in de tijd (naijling).

Transport van nitraat via het grondwater

Teneinde uitspraken te kunnen doen over het transport van nitraat naar grotere diepten en naar pompstations van waterleidingbedrijven wordt gebruikt gemaakt van het Landelijk Grondwater Model (LGM). Voor de prognose van de kwaliteit van het opgepompte water is de afbraak van nitraat (vaak samengaan met verhoogde hardheid en verhoogde concentraties van sulfaat) een belangrijk proces. Tot nu toe is daar geen rekening mee gehouden. De kennis over het voorkomen van relevante afzettingen in de ondergrond (organische stof, zwavelhoudende lagen e.d.) is niet gedetailleerd genoeg en zal dat naar verwachting ook op afzienbare termijn niet kunnen zijn. Momenteel wordt eraan gewerkt om de spreiding in de resultante van deze processen bij de berekeningen mee te nemen. De koppeling met meetnetgegevens speelt hierbij een belangrijke rol (Uffink en Römken, 1999). Op negen grondwaterpompstations wordt de streefwaarde (25 mg NO₃/l) inmiddels overschreden.

5.1.3 Onzekerheden en de conclusies in de Milieubalans

De belangrijkste toets voor stikstof wordt gevormd door de EU-Nitraatrichtlijn. Nederland heeft geen onderscheid gemaakt in de wateren die wel of niet onder de richtlijn vallen. Bij de EU is het gehele land als gevoelig aangemerkt. Het ondiepe grondwater is het meest kwetsbaar voor nitraattoevoer. De EU toetst het Nederlandse beleid op de verwachtingen die dit voor het ondiepe grondwater geeft.

De huidige situatie geeft concentraties die 1,5 - 1,8 maal de norm van 50 mg nitraat per liter zijn voor natte gronden, oplopend tot 6 maal de norm voor zeer droge zandgronden. De conclusie in de Milieubalans dat onder circa 80% van de zandgronden overschrijding van de EU-richtlijn plaatsvindt is derhalve robuust. Het RIVM zal binnenkort rapporteren over de effecten van het aanvullend stikstofbeleid.

5.2 Verdroging

Vooraf door de verbeterde ontwatering van landbouwgronden en in mindere mate door grondwaterwinning, is sinds de jaren 50 een structurele daling van de grondwaterstand opgetreden, met als gevolg een achteruitgang van de grondwaterstandafhankelijke flora. De beleidsdoelstelling voor verdroging is gericht op 25% reductie van het verdroogd areaal in het jaar 2000 t.o.v. de situatie in 1985. De situatie in 1985 is echter niet goed bekend. Daarom wordt uitgegaan van de situatie in 1994. In dat jaar is de eerste landsdekkende inventarisatie uitgevoerd. Hoewel de omvang van de verdroogde arealen in kaart zijn gebracht, bestaat geen inzicht in de mate en ernst van de verdroging. De belangrijkste graadmeter voor het verdrogingsbeleid is momenteel of er wel of geen anti-verdrogingsprojecten worden uitgevoerd. Een objectieve meetmethode (Milieu Beleids Indicator Verdroging) die enige jaren terug is ontwikkeld, is niet geoperationaliseerd, mede gelet op de hoge kosten voor een daarvoor benodigd meetnet. Ook een standaard meetprotocol, gericht op de monitoring van het herstel, dat in het kader van het Nationaal Onderzoekprogramma Verdroging is ontwikkeld, wordt nog nauwelijks toegepast. Daardoor is het niet mogelijk om op basis van meetgegevens het verdrogingsbeleid te evalueren in termen van herstel van de hydrologische situatie en/of de gerealiseerde natuurkwaliteit.

Met behulp van het Landelijk Grondwater Model (LGM) is het mogelijk een landsdekkende analyse uit te voeren naar type maatregelen en de effectiviteit daarvan. Op lokale schaal is dat echter niet mogelijk, gelet op de vele onzekerheden over de variabiliteit in de bodemopbouw en de grondwaterstand. Ook de doelstelling van het LGM past hier niet bij. De ecologische effecten van veranderingen in de hydrologische situatie worden berekend met het model DEMNAT en uitgedrukt in een verandering van de natuurwaarde. In de berekeningen zitten tal van onzekerheden o.m. als gevolg van de variabiliteit van de natuur. Het model is dan ook slechts op hoofdlijnen te parametriseren. Wel is een vergelijking gemaakt met een soortgelijk, maar conceptueel ander model (SMART/MOVE); op grond hiervan zijn voorstellen gedaan de modellen aan te passen.

Aan de basis van de hydrologische- en ecologische modellering staan de zogenaamde grondwatertrappenkaarten (Gt's). De meeste Gt-kaarten zijn echter minimaal 10 en soms zelfs 20 jaar oud. In de praktijk blijkt, dat de actuele situatie aanzienlijk droger is dan op de kaarten is weergegeven. Dit leidt tot fouten in de berekeningen. Hier ligt overigens ook een relatie met vermessing, aangezien de "te natte" inschatting van de bodem conform de Gt-kaarten kan leiden tot een overschatting van denitrificatie en daardoor onderschatting van de

nitraatuitspoeling. Voor de bepaling van de ecologische effecten wordt gebruik gemaakt van FLORBASE, een landsdekkend bestand waarin de vindplaatsen van planten worden opgeslagen.

6. Verstoring, de Schiphol casus

Het thema verstoring heeft betrekking op de effecten op de menselijke gezondheid van diverse vormen van lokale milieuverontreiniging en op hinder. Het betreft vooral lokale problemen zoals geluidsoverlast, luchtverontreiniging, stank en verhoogde veiligheidsrisico's. Bij Schiphol zijn de problemen die in de omgeving worden veroorzaakt door de geluidhinder en de veiligheidsrisico's belangrijke belemmeringen voor een onbelemmerde groei. In de Milieubalans wordt geconstateerd dat de geluidhinder van Schiphol zich over een steeds groter gebied uitstrekt en dat de veiligheidsrisico's steeds verder toenemen. In totaal wonen thans reeds ongeveer 1,5 miljoen mensen in het door de luchthaven beïnvloede gebied.

Effecten

Voor de luchthaven Schiphol is een afzonderlijke Gezondheidskundige Evaluatie gemaakt. Het onderzoek naar hinder, slaapverstoring, gezondheids- en beleavingsaspecten in de regio Schiphol [32], is door middel van een vragenlijstonderzoek uitgevoerd door TNO-PG en RIVM. Het vragenlijstonderzoek is uitgevoerd onder ongeveer 12.000 volwassenen in een straal van 25 kilometer rond de luchthaven. In totaal wonen ongeveer 1,5 miljoen volwassenen in dit gebied. De gegevens voor dit onderzoek werden in 1996 verzameld met een schriftelijke vragenlijst. De gebruikte vragen in het onderzoek zijn zoveel mogelijk ontleend aan bestaande vragenlijsten. De belangrijkste resultaten waren:

- Van de omwonenden rond Schiphol rapporteert 18-31% ernstige hinder van het vliegverkeer te ondervinden; 8-12% meldt ernstige slaapverstoring.
- Binnen de wettelijke vastgestelde geluidzones meldt 48-65% ernstige hinder te ondervinden en 33-39% meldt ernstige slaapverstoring (dit komt overeen met 12.000-15.000 respectievelijk 6.000-7.000 mensen). Buiten deze zones gaat het om 250.000-450.000 mensen met ernstige hinder en 115.000-170.000 met ernstige slaapverstoring.
- De zelf ervaren gezondheid blijkt redelijk overeen te stemmen met referentiecijfers voor geheel Nederland. Er zijn aanwijzingen dat enige duizenden mensen hun gezondheid als slecht ervaren en extra medicijnen gebruiken door de geluidsbelasting. Er worden dicht bij de luchthaven ook meer luchtwegklachten gerapporteerd dan op grotere afstand.

Uit de Strategische Beleidskeuze Toekomst Luchtvaart [34] blijkt dat de onzekerheden niet alleen gemeld, maar ook gecommuniceerd zijn. Andere elementen in de Gezondheidskundige Evaluatie Schiphol zijn onderzoek naar luchtwegaandoeningen en slaapverstoringsonderzoek. Het onderzoek naar luchtwegaandoeningen en luchtverontreiniging wordt momenteel uitgevoerd door de Landbouwwuniversiteit Wageningen in samenwerking met de GGD Amstelland-de Meerlanden, de GG&GD Amsterdam en het RIVM. Het onderzoek omvat metingen van de luchtkwaliteit in buiten- en binnenlucht bij 30 scholen, en gezondheidsonderzoek bij circa 3000 kinderen in de leeftijd van 7 tot 12 jaar.

Het onderzoek naar slaapverstoring bestaat uit een pilot-fase waarin de bruikbaarheid van onderzoeksmethoden in de praktijk getest wordt en een hoofdfase waarvan binnenkort de uitvoering start. Het onderzoek wordt uitgevoerd door TNO-PG in samenwerking met andere onderzoeksinstellingen, in opdracht van het RIVM. Belangrijk element in dit onderzoek is de uitvoering van uitgebreide metingen van de geluidbelasting buiten en in woningen van onderzoekspersonen.

6.1 De geluidsoverlast van de luchthaven

De wijze waarop de geluidhinder rond Schiphol moet worden berekend en welke grenzen voor de hinder gelden is nauwkeurig in wettelijke bepalingen vastgelegd. Niettemin zijn er belangrijke verschillen tussen de volgens deze voorschriften berekende hinder en de werkelijk optredende hinder. Daarom is een aparte evaluatie gemaakt van de gezondheidstoestand rond Schiphol.

6.1.1 Het probleem en de doelen

De geluidbelasting wordt uitgedrukt in dB(A), een maat voor geluidsdruk die gecorrigeerd is voor de gevoeligheid van het oor. Voor vliegtuiggeluid wordt deze omgerekend in zogenaamde KostenEenheden. (KE). In deze eenheid, bedacht door professor Kosten in de zestiger jaren, wordt naast de gevoeligheid van het oor ook de extra hinderlijkheid van piekgeluid in rekening gebracht.

In de PKB Schiphol [1] is aangegeven dat tot 2003 het aantal woningen binnen de 35KE-contour niet hoger mag zijn dan 15.100. Daarna mag dat aantal niet hoger zijn dan 10.000. Het aantal gehinderden binnen de 20KE-contour mag niet groeien ten opzichte van 1990. Voor het volgen van de ontwikkeling van de geluidbelasting worden in de Milieubalans van dezelfde maten gebruikt waaraan ook de geluidhinder is afgemeten in de Milieueffectrapportage die voor de uitbreiding van Schiphol is opgesteld.[2,3,4]: het aantal huizen binnen de 35KE-contour en het aantal ernstig gehinderden binnen de 35KE-contour. Daarnaast wordt in de Milieubalans over het aantal gehinderden gerapporteerd en over het aantal klachten.

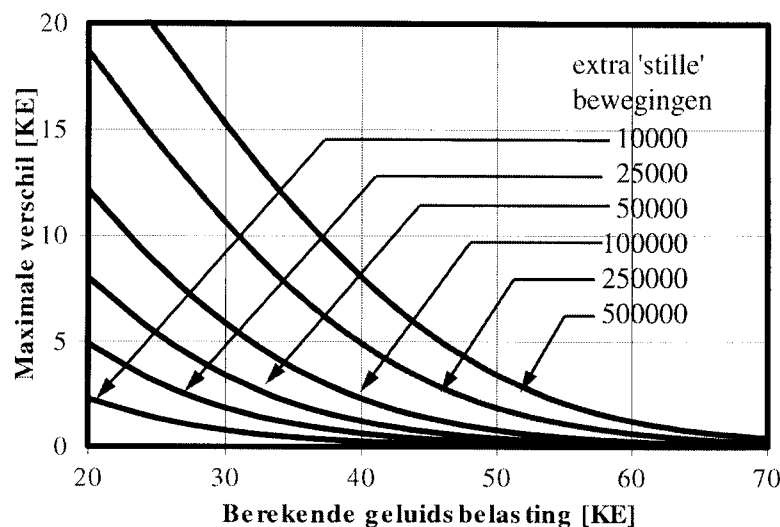
6.1.2 Modelleren van de ontwikkelingen

De voor de bepaling van de geluidhinder toe te passen rekenmethode is geheel vastgelegd in wettelijke bepalingen en daarbij behorende uitvoeringsvoorschriften [5,6].

In het kort komt deze, door NLR toegepaste methode, op het volgende neer [5,6]:

- Elk type vliegtuig wordt aan de hand van de zogenaamde certificatiemetingen ingedeeld in een van de zogenaamde akoestische klassen. Voor iedere klasse staat een bestaand vliegtuig model, waarvan de geluidsemissiegegevens afhankelijk van parameters als hoogte, snelheid, motorvermogen klep- en wielstand nauwkeurig bekend zijn. De resulterende immissies op de grond worden de “footprint” (*figuur 6.1.1*) genoemd.
- Voor elke vliegtuigbeweging wordt de route bepaald. De routes die vliegtuigen moeten volgen naar en van een landingsbaan zijn vastgelegd in het gebruiksplan. Zij worden bepaald door de luchtverkeersbegeleiding. Als gevolg van windomstandigheden kan een vliegtuig die route niet precies volgen. Er is dus een zekere spreiding van vliegpaden rond de route.
- Voor elke route wordt het aantal vliegtuigen per jaar bepaald. Voor een toekomstberekening worden de baangebruikpercentages en het routegebruik berekend aan de hand van de gemiddelde meteo-condities over de laatste 30 jaar. In verband met de variabiliteit in de meteo-condities wordt indien het een geluidszone-berekening betreft een zogenaamde meteo-toeslag toegepast. Het aantal bewegingen wordt dan verhoogd met gemiddeld 20%.

- Vervolgens wordt de geluid-immissie op de grond omgerekend in KE's, waarbij immisies lager dan 65 dB(A) niet worden meegerekend. Dit heeft tot gevolg dat de geluidbelasting en de hinder wordt onderschat. De omvang van die onderschatting is in het voorschrift reeds aangegeven onder andere met een figuur waarin het verschil tussen berekende en werkelijke geluidbelasting is aangegeven als functie van het aantal niet meegerekende vliegtuigpassages (zie figuur 6.1.1).



Figuur 6.1.1: Effect van de 65 dB(A)-afkapping bij de berekening van de geluidbelasting.

6.1.3 Onzekerheden en de conclusies in de Milieubalans

Aangezien de conclusies in de Milieubalans zijn gebaseerd op de werkelijke vluchtuitvoering in 1997 bestaat over de invoergegevens geen onzekerheid. De modellen en rekenmethoden die moeten worden gebruikt om toetsing aan wettelijke vereisten en beleidsmatige grenzen uit te voeren zijn geheel voorgeschreven, zodat ook daarover geen onzekerheid bestaat.

Buiten de 20KE-contour is het percentage gehinderden weliswaar laag, maar het aantal blootgestelden groot. Reeds thans is het aantal gehinderden buiten de 20KE-contour, en dus buiten het gebied waarin volgens voorschrift gerekend wordt en waarvoor beleid is voorzien, groter dan het aantal gehinderden binnen het in het geformuleerde beleid relevant geachte gebied.

Hoewel deze problemen met de berekening binnen en buiten de beleidsverantwoordelijke instanties genoegzaam bekend zijn, zoals onder andere blijkt uit sectie G (van het rekenvoorschrift) over de overwegingen naar aanleiding van de ingediende bezwaarschriften betreffende de aanwijzing van Schiphol tot luchtvaartterrein [9], wordt daar door allerlei gremia, waaronder ook RIVM voortdurend de aandacht voor gevraagd [10,11,12,13]. Dat de discrepantie tussen de berekende geluidbelasting en de werkelijkheid toeneemt is onder andere ook af te leiden uit het feit dat de berekende belasting daalt terwijl het aantal klachten toeneemt [14,15].

In 'Schiphol binnen milieugrenzen' [16] staat daarover:

"Overigens zal er bij het stiller worden van vliegtuigen een toenemende discrepantie ontstaan tussen de berekende geluidshinder en de daadwerkelijke blootstelling. Een

herziening van de bestaande rekenmethode kan dan ook niet los worden gezien van de voorgestelde maatregelen, daar anders de milieueffecten worden overschat. Indien de geluidshinder die lager is dan 65 DB(A) wel wordt meegeteld, zou dit een halvering van de toelaatbare capaciteit inhouden"

6.2 Risico's van ongevallen bij de luchthaven

De voor risico te hanteren grenzen zijn weergegeven in de PKB. De risico's kunnen alleen worden berekend. De kans op een ongeval bij Schiphol, hoewel reëel, is te laag om door directe observatie van Schiphol de risico's voor de omgeving te kunnen bepalen. In plaats daarvan is uit de gegevens van de relevante ongevallen op de wereld, waarvan er wel voldoende zijn, een model voor het risico rond een luchthaven ontwikkeld, dat vervolgens op Schiphol is toegepast.

6.2.1 Het probleem en de doelen

Als gevolg van de het toenemen van het luchtverkeer wordt de kans op een ramp groter. Het risico voor de omwonenden wordt afgemeten aan drie maten, het individuele risico, het groepsrisico en het gesommeerd gewogen risico (GGR). De eerste twee maten zijn gedefinieerd in 'Omgaan met Risico's' [17], waarin het overheidsbeleid ten aanzien van risico's in het milieubeleid is beschreven. In de PKB is alleen voor de periode na het in gebruik nemen van de vijfde baan vastgelegd dat alsdan het GGR binnen de 10^{-5} -contour en de 10^{-6} -contour niet groter mag zijn dan dat van 1990.

Voor het volgen van de ontwikkeling van het risico wordt in de Milieubalans het aantal inwoners binnen de contouren, het groepsrisico en het GGR gegeven, naar analogie van de richtlijnen voor de MER [18].

6.2.2 Rekenmodel voor de risico's

Het NLR-rekenmodel voor de externe veiligheid is ontwikkeld voor de Milieueffectrapportage. De theoretische achtergrond van het model is beschreven in [19]; een samenvatting van de principiële methode en de toepassing ervan op Schiphol in [20]. Het model is tot stand gekomen onder toezicht van de Commissie van de MER [21,22]. Er zijn nog wel andere methoden beschikbaar [23,24,25,26,27], maar in het kader van het Schipholbeleid wordt de voorkeur gegeven aan de in de MER ontwikkelde methode. Deze voorkeur is mede daarom ingegeven omdat de beleidsdoelstellingen in de PKB geformuleerd zijn ten opzichte van de met de NLR-methode berekende veiligheidstoestand van 1990 en voor een betekenisvolle vergelijking consequent gebruik van de modelvoering noodzakelijk is.

Het model bestaat uit een ongevallenratiomodel, een ongevalslocatiemodel en een ongevalsschade model. Ten tijde van het uitbrengen van de Milieubalans ontstond discussie over de ongevallen ratio.

Ongevallenratiomodel

Met het ongevallenratiomodel wordt de kans op een ongeval met een vliegtuig afgeleid uit de gegevens over vliegtuigongevallen over de periode vanaf 1975.

Tabel 6.2.1 Ongevallen ratio's

Rapport	Datum	Kansen per miljoen bewegingen		
		Landing 1990	Take-off 1990	Totaal 1990
TECHNICA	Mei 1990	0,22	0,57	0,79
TECHNICA	Jan 1991	0,21	0,37	0,58
NLR	Nov. 1993	0,65	0,43	1,08
RAND	1995	0,32	0,95	1,28

Uit de gegevens worden die ongevallen geselecteerd die van toepassing zijn op Schiphol, dat wil zeggen ongevallen die op of bij een vliegveld gebeuren met meer dan 150.000 bewegingen, ongevallen in Noord-Amerika, West-Europa en Australië en ongevallen met vliegtuigen met een MTOW² groter dan 6500kg. Van de 25.000 ongevallen in de, overigens vertrouwelijke, dataverzameling van het NLR komen dan 76 ongevallen in aanmerking. Hieruit wordt de kans op een ongeval per beweging afgeleid. In de IMER wordt een voor alle typen gelijke ongevalskans gehanteerd. Dit is toelaatbaar zolang de samenstelling van de vloot op Schiphol niet veel afwijkt van de gemiddelde samenstelling in de genoemde gebieden dan wel de ongevalskans van de verschillende typen onderling niet te veel verschilt [28]. Als illustratie is de kans op neerstorten per beweging die in de genoemde methoden wordt gehanteerd weergegeven in tabel 6.2.1. Deze kansen ontlopen elkaar niet veel. Hierbij moet worden bedacht dat door de logaritmische schalen waarin wordt gerekend een afwijking van een factor 2 in de ongevallenratio over het algemeen geen invloed heeft op de conclusies.

Risicoresultaten

Door een combinatie van de beschreven modellen kan worden berekend wat de individuele risico's rond een luchthaven zijn en na combinatie met de bevolkingsdichtheid ook wat het groepsrisico is en wat de aantallen bewoners binnen de verschillende contouren zijn.

Onzekerheden en afwijkingen

De onzekerheden en afwijkingen komen voort uit de beperkingen van de gegevens waarover kan worden beschikt en uit verschillen in interpretatie van het rekenvoorschrift. In dit verband is het van belang dat voor de onderlinge vergelijkbaarheid van verschillende studies eenduidige methoden worden gehanteerd.

Maximum Take Off Weight

Het MTOW is een belangrijke parameter in de bepaling van de grootte van het schadegebied. Er zijn twee wegen waarlangs deze kan worden bepaald: rechtstreeks uit de opgave van de verdeling van de vluchten over alle types zoals die elk jaar door Schiphol in de Annual Statistical Review wordt verstrekt [14], of uit de verdeling over de vliegtuigtypes die voor de geluidberekening is afgeleid. De laatste methode is in de MER gebruikt, zij het dat het getal van 80 ton zoals dat in de MER is gehanteerd aantoonbaar onjuist is gebleken [30], terwijl de bron van het gehanteerde getal niet meer kan worden achterhaald. Voor 1998 is het MTOW

² MTOW: Maximum Take Off Weight

93 ton respectievelijk 103 ton afhankelijk van de gehanteerde methode. Inmiddels is besloten in alle adviezen en verslagen over Schiphol voortaan het werkelijke MTOW te hanteren.

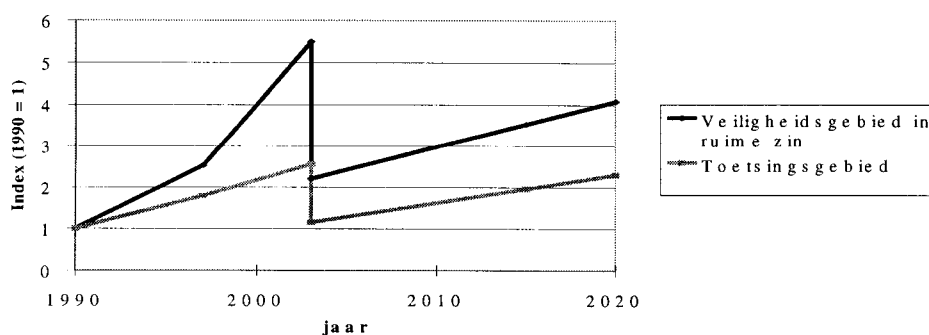
Bevolkingsgegevens

In de PKB staat gespecificeerd dat voor de vergelijking van de risico's het bevolkingsbestand uit 1990 moet worden gehanteerd. In de MER is echter al gemeld dat er een aanzienlijk woningbouwprogramma in de regio in voorbereiding was. Dit programma is inmiddels uitgevoerd. Om die reden wordt in de Milieubalans het meest recente woningbestand gehanteerd. De peildatum is steeds het eind van het verslagjaar. Niettemin lijkt er een discrepantie te bestaan tussen de sterke toename van de aantallen woningen die uit de tellingen volgt en de door provincies opgegeven aantallen nieuwgebouwde huizen. Indien de omvang van de nieuwbouw beperkter is dan uit de tellingen zou volgen, dan zouden de aantallen in MER en dus de daarin berekende risico's te laag geweest moeten zijn.

Overigens zijn de woningtellingen in de risicocontouren tot nu toe niet geheel nauwkeurig omdat steeds met blokken van 100*100 m wordt gewerkt. Binnen deze blokken is niet bekend waar de woningen precies staan. Indien een vak door een contour wordt doorsneden wordt aangenomen dat de woningen homogeen over het vak verdeeld zijn, hetgeen bijvoorbeeld als gevolg van reeds uitgevoerde zoneringsmaatregelen niet het geval hoeft te zijn. Vanaf de Milieubalans 1999 zal het mogelijk zijn de woningen individueel te tellen, zodat dit probleem zal zijn opgelost.

6.2.3 Onzekerheden en de conclusies in de Milieubalans

In MB98 wordt ten aanzien van de externe veiligheid geconcludeerd dat het risico afgemeten naar alle daarvoor beschikbare maten toeneemt. Deze conclusie was gebaseerd op de modelvoering zoals die door de commissie MER was goedgekeurd en tot en met 1999 (tot na een formele en van wetenschappelijke waarborgen voorziene evaluatie) van toepassing is verklaard.



Figuur 6.2.1 Verloop van het Gewogen Groepsrisico bij groei naar 800.000 bewegingen in 2020 bij gebruik van bijgestelde parameters.

Ook nadat in het najaar van 1998 het NLR, de ongevallenratio's naar beneden bijstelde blijft deze conclusie geldig, zij het dat de toename minder groot is dan in de Milieubalans was aangegeven. Ook de conclusie dat aanvullende amovering (boven de in de PKB reeds genoemde aantallen huizen) nodig zal zijn om het stand-still niveau zoals gedefinieerd in de PKB te bereiken blijft van kracht (*figuur 6.2.1*), evenals de conclusie dat het groepsrisico zal toenemen. Deze conclusies zijn in de beleidsdocumenten [31] ook overgenomen.

6.3 ‘Schiphol binnen milieugrenzen’

In ‘Schiphol binnen Milieugrenzen’ [16] wordt antwoord gegeven op de vraag van de regering:

“Welke volumegroei kan op Schiphol in de periode tot 2020 worden gerealiseerd, uitgaande van de randvoorwaarden ten aanzien van geluid en externe veiligheid, zoals vastgelegd in de Planologische Kernbeslissing voor Schiphol en Omgeving.”

In deze vraag zitten de randvoorwaarden besloten dat:

- voor geluid gerekend moet worden met de voorgeschreven rekenmethode;
- voor externe veiligheid gerekend moet worden met de NLR-methode uit de MER;
- de toelaatbaarheid van geluid en risico moet worden afgemeten aan hetgeen in de PKB daarvoor is bepaald.

De vraag of volumegroei gerealiseerd zou moeten worden was niet aan de orde. Het antwoord kon daarom niet anders dan als een ‘ja mits’-antwoord geformuleerd worden. Aangezien de toetsing van de geluidshinder aan de randvoorwaarden volgens de wettelijke bepalingen geheel rekenkundig verloopt, was het uitvoeren van metingen niet aan de orde. Deze interpretatie van de vraag staat ook in het rapport:

“Binnen de PKB-milieurandvoorwaarden zou de capaciteit van Schiphol - zonder beleidsintensiveringen - volgens de inzichten van 1995 maximaal 440.000 vliegbewegingen bedragen.

De beleidsopgave is te interpreteren als het treffen van de noodzakelijke maatregelen om de capaciteit in termen van vliegtuigbewegingen - binnen de milieurandvoorwaarden - te vergroten”.

Nog voor in het rapport de conclusies worden geformuleerd wordt reeds in de tweede alinea van de samenvatting gewezen op de toenemende discrepantie tussen berekende en werkelijke hinder:

“Overigens zal er bij het stiller worden van vliegtuigen een toenemende discrepantie ontstaan tussen de berekende geluidshinder en de daadwerkelijke blootstelling. Een herziening van de bestaande rekenmethode kan dan ook niet los worden gezien van de voorgestelde maatregelen, daar anders de milieueffecten worden overschat. Indien de geluidshinder die lager is dan 65 dB(A) wel wordt meegeteld, zou dit een halvering van de toelaatbare capaciteit inhouden”.

Er wordt derhalve van aanvang af gewaarschuwd dat de effecten van de te nemen maatregelen waarschijnlijk minder gunstig zullen uitwerken dan uit de berekeningen lijkt en dat de milieubelasting en de effecten groter zullen zijn. Dit neemt echter niet weg dat binnen de door de regering en door de wet aangegeven randvoorwaarden de conclusies uit het rapport waar zijn. Indien geen afkapgrens zou worden gehanteerd zou dit zowel voor de omvang van de verschillende geluidszones als de aantallen woningen en aantallen ernstig gehinderden daarin gevolgen hebben.

Bedacht moet daarbij worden dat het groeiende verschil tussen rekenmethode en praktijk ook wordt veroorzaakt door aantallen gehinderden die buiten het zogenaamde 20KE-gebied wonen. Voor deze gehinderden is noch in de wet noch in de PKB-beleid voorzien.

Dat bij het hanteren van een andere rekenmethode ook andere conclusies zouden zijn getrokken ten aanzien van de groeimogelijkheden van Schiphol is echter niet noodzakelijk het geval. Zowel voor externe veiligheid als voor geluid wordt de situatie van de toekomst immers vergeleken met die uit het verleden. Waar voor externe veiligheid "stand-still" expliciet wordt genoemd, is dat voor geluid vertaald in het aantal woningen dat in 1990 in de verschillende zones zou hebben gestaan bij het volume van 1990. Zou een andere rekenmethode zijn gehanteerd, dan zouden de referentiegetallen dus ook anders zijn geweest. Zolang de situatie in berekening op gelijke wijze verandert als in de werkelijkheid is bij "stand-still" beleid de overeenkomst in absolute zin tussen rekenmodel en werkelijkheid van ondergeschikt belang.

6.3.1 De conclusies

In "Schiphol binnen milieugrenzen" wordt geconcludeerd:

- Volgens de PKB Schiphol en Omgeving (1996) kunnen op Schiphol binnen de wettelijk vastgestelde milieurandvoorwaarden bij het 5P-stelsel circa 440.000 vliegtuigbewegingen geacommodeerd worden. Bij een optimale benutting van de operationele mogelijkheden bij start- en landingsprocedures en het gebruik van stilste vliegtuigmotoren zou deze capaciteit verhoogd kunnen worden tot circa 520.000 vliegtuigbewegingen rond 2010 (50-55 miljoen passagiers). Daarvoor zou dan wel een aan de geluidemissie gerelateerd systeem van heffingen geïntroduceerd moeten worden, waarvan de bedragen voor de meest lawaaiige vliegtuigen substantieel zijn.
- De berekeningen zijn geoptimaliseerd naar het toelaatbaar aantal woningen in de 35 KE-contour. Maximale benutting van de technologie en een herconfiguratie volgens het meest milieuvriendelijke alternatief zal - bij een groei van Schiphol naar 700.000 bewegingen - nog steeds geen substantiële vermindering geven van het werkelijk aantal ernstig gehinderden in de wijdere omgeving (20 KE-contour), zoals in de PKB werd beoogd.
- Ten behoeve van de veiligheid moet in alle gevallen een aanzienlijk aantal huizen worden gesloopt.

6.3.2 Onzekerheden

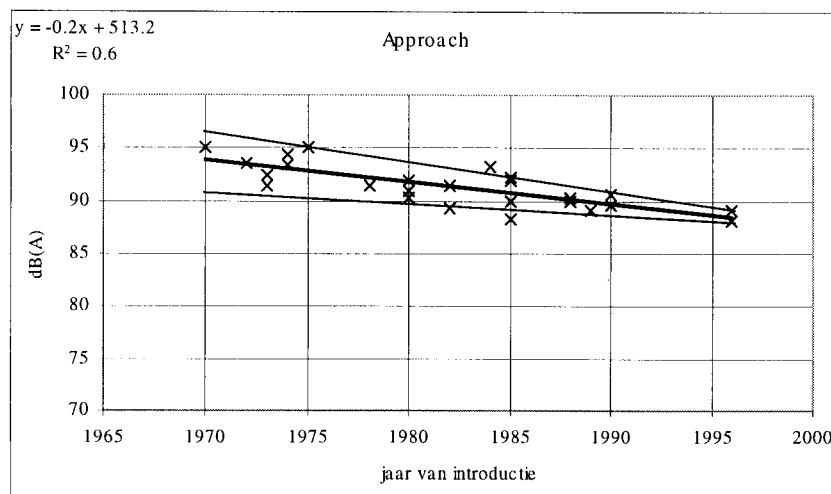
Geluid

In de conclusies van 'Schiphol binnen Milieugrenzen' wordt aangegeven dat deze onderschatting van de geluidsproblematiek ertoe kan leiden dat de werkelijke 'milieugebruiksruimte' van Schiphol de helft bedraagt van wat met de voorgeschreven methode wordt berekend. Dat wil dus zeggen dat zelfs na het aanleggen van een nieuwe startbaan de (milieubepaalde) capaciteit van Schiphol op 350.000 bewegingen komt, lager dus dan het huidige gebruik (400.000 bewegingen). Ook op de diverse andere plaatsen wordt aan de onzekerheid aandacht geschonken.

In het voorwoord is aangegeven dat *"gegeven de beperkte tijd kan de voorliggende studie slechts een indicatief karakter hebben"*, hetgeen op pagina 20 wordt herhaald in een disclaimer: *"Zoals aangegeven zijn de conclusies noodgedwongen indicatief van aard; om de juistheid van de resultaten te bevestigen zullen de bereikte optimalisaties expliciet met de actuele NLR-modellen doorgerekend moeten worden."* In de inleiding komt dit in andere woorden nogmaals terug.

Technische ontwikkeling

Naast de aantekeningen die terzake van de berekeningen van de geluidhinder voor de Milieubalans zijn gemaakt is voor hetgeen in 'Schiphol binnen milieugrenzen' is gerapporteerd verder onder meer nog van belang de verwachting over de te verwachten verbetering in de geluidsemissie van de motoren. Deze is gebaseerd op een extrapolatie van de ontwikkelingen uit het verleden. Als voorbeeld is het verloop van de geluidsemissie voor landingen weergegeven in figuur 6.3.1.



Figuur 6.3.1 Geluidemissie (genormeerd op een startgewicht van 200 ton) tijdens landen (approach) van veel voorkomende vliegtuig-/motorcombinaties naar jaar van introductie (Bron: TUD, 1998; FAA, 1998).

Implementeerbaarheid van maatregelen

Ook voor meer gedetailleerde onderwerpen wordt voor de onzekerheden gewaarschuwd. Al in het voorwoord is aangegeven dat:

“.. voor maatregelenopties waarvan het uiteindelijke effect sterk afhankelijk is van nog niet goed voorzienbare technische ontwikkelingen en/of mogelijkheden van beleidsmatige implementatie (instrumenteerbaarheid), een bandbreedte is aangegeven, zodat niet alleen de meest gunstige situatie in kaart is gebracht, maar ook inzicht in de 'worst-case' situatie gegeven wordt”

Omdat tussen RIVM en andere onderzoeksbureaus geen overeenstemming bestond over de mate waarin implementeerbaarheid werd verwacht is door het RIVM een eigenstandige rapportage uitgebracht. Het verschil van inzicht tussen de verschillende bureaus blijkt uit de tabel op pagina 24 van de Strategische Beleidskeuze Toekomst Luchtvaart (SBTL) [34]. In de SBTL (pagina 23 en verder) wordt aangegeven dat de voorspellingen over wat binnen de milieugrenzen mogelijk is te onzeker zijn om definitief over de milieucapaciteit te kunnen oordelen, geheel in overeenstemming met wat ook in 'Schiphol binnen Milieugrenzen' is aangegeven. Zodat de conclusie gerechtvaardigd is dat de onzekerheden niet alleen gemeld, maar ook gecommuniceerd zijn.

Referenties

Hoofdstuk 2

CBS (1999 concept), Methodiek beschrijving van de berekening van de emissies door mobiele bronnen in Nederland, Publicatiereeks Emissieregistratie.

Erisman, et al (1998), Evaluatie van de effectiviteit van het ammoniakbeleid met metingen en modelberekeningen. In: Milieu 1998/2.

Hulskotte, J.H.J. et al (1997), Herberekening van emissies naar lucht voor de periode 1990 tot en met 1996, Publicatiereeks Emissieregistratie 41.

Olivier, J. et al (1998), Letter on Netherlands Greenhouse Gas emissions 1990-1997.

Olivier, J.G.J. (1998) Trends en onzekerheden in de emissies van broeikasgassen . In: Lucht, 15e jaargang, nr 4, december 1998

Spakman, J. et al (1997), Methode voor de berekening van broeikasgasemissie, Publicatiereeks Emissieregistratie, Nr 37, juli 1997.

Steenvoorden, J.H.A.M. (1998 concept), Monitoring van nationale ammoniakemissies uit de landbouw, op weg naar een verbeterde rekenmethodiek, Publicatiereeks Emissieregistratie.

Van der Most, P et al (1998), Methoden voor de bepaling van emissies naar lucht en water, Publicatiereeks Emissieregistratie, Nr. 44, juli 1998.

Wesselink, B. et al (1998), Fijn stof emissies in Nederland en buitenland, RIVM rapport 650010014

Hoofdstuk 3

Elkins, J.W., J.H. Butler, D.F. Hurst, S.A. Montzka, F.L. Moore, and T.M. Thompson, Nitrous Oxide and Halocompounds Group/Climate Monitoring and Diagnostics Laboratory (NOAH/CMDL) web site (<http://www.cmdl.noaa.gov/noah>), Boulder, CO, updated data available on anonymous ftp site (<file://ftp.cmdl.noaa.gov/noah>), 1998.

Kaye, J.A., S.A. Penket, F. Ormond, Report on concentrations, lifetimes, and trends of CFCs, halons and related species, NASA Reference Publ., 1339, 1994.

Longstreth, J., FR de Gruijl, MI Kripke, S Abseck, F Arnold, H. Slaper, G. Velders, Y Takizawa, JC van der Leun, Chapter 2 Health risks, in UNEP Environmental effects of ozone depletion 1998 Assessment, ISBN 92-807-1724-3, Nairobi Kenya, November 1998.

Madronich, S., G.J.M. Velders, Daniel, J.S., Murari Lal, M., McCulloch, A., Slaper, H., Chapter 11 in WMO, *Scientific Assessment of Ozone Depletion: 1998*, World Meteorological Organization, Global Ozone Research and Monitoring Project - Report No. 44, WMO, Geneva, 1999.

Matthijsen, J., H. Slaper, H.A.J.M. Reinen, and G.J.M. Velders, *Reduction of solar UV by clouds: A remote sensing approach compared with ground based measurements*. Submitted to J. of Geophys. Res., 1999.

Montzka, S.A., J.H. Butler, R.C. Myers, T.M. Thompson, T.H. Swanson, A.D. Clarke, L.T. Lock, and J.W. Elkins, Decline in the tropospheric abundance of halogen from halocarbons: implications for stratospheric ozone depletion, *Science*, 272,1318-1322, 1996.

Outer, P.N. den, H. Slaper, Measuring and modelling solar UV irradiance and som quality assurance techniques: RIVM contribution to the Scientific UV Data Management-Project. 2nd interim report 1998.

Prinn, R.G., R.F. Weiss, P.J. Fraser, P.G. Simmonds, F.N. Alyea, and D.M. Cunnold, The ALE/GAGE/AGAGE database, DOE-CDIAC World Data Center (Email to: cpd@ornl.gov), Dataset No. DB-1001, 1998.

Slaper, H., G.J.M. Velders, J.S. Daniel, F.R. de Gruijl, and J.C. van der Leun, Estimates of ozone depletion and skin cancer incidence to examine the Vienna Convention achievements, *Nature* **384**, 256-258 (1996).

Slaper, H., H.A.J.M. Reinen, M. Blumthaler, M. Huber, and F. Kuik, 'Comparing ground-level spectrally resolved solar UV-measurements using various instruments: A technique resolving effects of wavelength shift and slit width', *Geophys. Res. Lett.* **22** 2721-2724 (1995).

Slaper, H., T Koskela, Methodology of intercomparing spectral sky measurements, correcting for wavelength shifts, slit function differences and defining a spectral reference, report of NOGIC 96 intercomparison of UV-spectrometers, in: B Kjeldstad, B Johnson, T Koskela, The Nordic intercomparison of ultraviolet and total ozone instruments at Izana, October 1996 p 89-108, Meteorological Publications 36, Finnish Meteorological Institute, 1997.

SPARC, *Assessment of trends in the vertical distribution of ozone*, World Meteorological Organization, Global Ozone Research and Monitoring Project - Report No. 43, WMO, Geneva, 1998.

Weele, M. van, T. J. Martin, M. Blumthaler, C. Brogniez, P. N. den Outer, O. Engelsen, J. Lenoble, G. Pfister, A. Ruggaber, B. Walravens, P. Weihs, H. Dieter, B.G. Gardiner, D. Gillotay, A. Kylling, B. Mayer, G. Seckmeyer, W. Wauben, *From model intercomparison towards benchmark UV spectra for six real atmospheric cases*, submitted to *J. Geophys. Res.* 1999. (special issue ECUV 98)

WMO, *Scientific Assessment of Ozone Depletion: 1998*, World Meteorological Organization, Global Ozone Research and Monitoring Project - Report No. 44, WMO, Geneva, 1999.

Hoofdstuk 4

Erisman J.W. (1991). Acid deposition in the Netherlands, rapportnr 723001002, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.

Erisman J.W. (1992). Atmospheric deposition of acidifying compounds in the Netherlands, proefschrift, Rijksuniversiteit Utrecht.

Erisman J.W. en Wyers G.P. (1993). Continuous measurements of surface exchanges of SO₂ and NH₃: implications for their possible interactions in the deposition process. *Atmospheric Environment* **27A**, 1937 - 1949.

Erisman J.W. en Bleeker A. (1997). Emission, concentration and deposition of acidifying substances, *Studies in Environmental Science* 69, Elsevier 1997.

Erisman J.W. Bleeker A. and Van Jaarsveld J.A. (1998). Evaluation of ammonia emission abatement on the basis of measurements and model calculations. *Environmental Pollution* **102**, S1 (1998) 269-274.

Jaarsveld J.A. van (1989). Een Operationeel atmosferisch transportmodel voor Prioritaire Stoffen; specificatie en aanwijzingen voor gebruik, rapportnr 228603008, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.

Jaarsveld J.A. van (1991) A quantitative model analysis of year-to-year changes in concentration and deposition. In: H. van Dop and D.G. Steyn (eds.) *Air pollution Modeling and its Application VII*. Plenum Press, New York, p. 91-102.

Jaarsveld J.A. van (1995). Modelling the long-term behaviour of pollutants on various spatial scales, proefschrift, Rijksuniversiteit Utrecht. ISBN 90-393-0950-7.

A.L.M. Dekkers en H. Noordijk (1997) Correctie van atmosferische concentraties voor meteorologische omstandigheden, rapportnr 722101024, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.

Hoofdstuk 5

1. Drecht, G. van en E. Scheper. 1998. Actualisering van model NLOAD voor de nitraatuitspoeling van landbouwgronden; beschrijving van model en GIS-omgeving. RIVM rapport 711501002

2. Boumans en G. van Drecht. 1998. Nitraat in het bovenste grondwater in de zandgebieden van Nederland; Een geografisch beeld op basis van monitoringgegevens en een vergelijking met de resultaten van procesmodellen. RIVM rapport 714801015.

3. Pebesma, E.J. en J.W. de Kwaadsteniet (1994). Een landsdekkend beeld van de Nederlandse grondwaterkwaliteit op 5 tot 17 meter diepte in 1991. RIVM rapport 714810014

4. Pebesma, E.J. en J.W. de Kwaadsteniet (1995). Een landsdekkend beeld van de veranderingen in de Nederlandse grondwaterkwaliteit op 5 tot 17 meter diepte in 1991. RIVM rapport 714810015

5. Drecht, G. van, H.F.R. Reijnders, L.J.M. Boumans en W. van Duijvenbooden (1996). De kwaliteit van het grondwater op een diepte tussen 5 en 30 meter in Nederland in het jaar 1992 en de verandering daarvan in de periode 1984-1993. RIVM rapport 714801005.

6. Fraters, B., H.A. Vissenberg, L.J.M. Boumans, T. de Haan en D.W. de Hoop (1997). Resultaten Meetprogramma Kwaliteit Bovenste Grondwater Landbouwbedrijven in het zandgebied (MKBGL-zand) 1992-1995. RIVM rapport 714801014

7. Uffink, G.J.M. en P. Römkens (1999), Onderzoek naar de verspreiding van nitraat in het diepe grondwater van de Achterhoek De koppeling van het Landelijk Grondwater Model (LGM) en het Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit

8. RIVM rapport in voorbereiding. Achtergronden bij Milieubalans 98, http://milieu.rivm.nl/amb/themas/ind_4_4vm_8003.html
9. Drecht, G. van (1993) Modelling of regional scale nitrate leaching from agricultural soils, The Netherlands; in: Applied Geochemistry, Suppl. Issue, nr. 2, pp 175-178

Hoofdstuk 6

- [1] Planologische Kernbeslissing Schiphol en Omgeving, Tweede Kamer der Staten Generaal vergaderjaar 1994-1995, nr. 23 552 d.d. 20 december 1995.
- [2] Integraal Milieu Effect Rapport Schiphol en Omgeving, PMMS, Den Haag, December 1993.
- [3] Aanvullend Milieu Effect Rapport Schiphol en omgeving, PMMS, Den Haag, December 1994.
- [4] UMER 5P; Milieu effectrapport voor de besluiten tot aanleg en gebruik van de parallelle vijfde baan en tot vaststelling van de daarmee samenhangende geluidszones van de luchthaven Schiphol, PMMS, Den Haag, mei 1995.
- [5] Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden, jaargang 1994, nr. 715.
- [6] NLR Toelichting bij de voorschriften voor de berekening van de geluidsbelasting in Kosteneenheden (KE) ten gevolge van het vliegverkeer, NLR CR 96650 L, 1994;
- [7] Piers, M.A. Models for the Assessment of Third Party Risk due to Aircraft Accidents in the Vicinity of Airports, in A. Mosleh and R.A. Bari (eds), Probabilistic Safety Assessment and Management, Springer, New York, September 1998, pp. 1547 ff
- [8] Vergelijking tussen gemeten en berekende geluidsniveaus, NLR CR 97263 L, NLR Amsterdam, 1997.
- [9] Overwegingen naar aanleiding van ingediende bezwaarschriften betreffende de aanwijzing ex artikel 27 jo. artikel 24 van de Luchtvaartwet van het luchtvaartterrein Schiphol d.d. 23 oktober 1996 (Stcrt 1996, 211) en de aanwijzing ex artikel 26 van de Luchtvaartwet jo. artikel 37 van de Wet op de Ruimtelijke Ordening voor het luchtvaartterrein Schiphol d.d. 23 oktober 1996 (Stcrt 1996, 211) Ministerie van Verkeer en Waterstaat en Ministerie Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 1997.
- [10] Prof dr. R.J. in 't Veld, Een verstandshuwelijk tussen luchtvaart en milieu, Eindrapport commissie van deskundigen, 27 januari 1998.
- [11] Ale, B.J.M. et al, het milieu rond Schiphol in 1996, RIVM rapport 610066008, november 1997.
- [12] Milieubalans 1997, RIVM, Bilthoven 1997, ISBN 90-422 0099-5.
- [13] 12-10-93 commentaar DGM op IMER: KE in huidige vorm niet bruikbaar.
- [14] Amsterdam Airport Schiphol Milieu jaarverslag 1996.
- [15] TNO-PG en RIVM, Hinder, slaapverstoring, gezondheids- en beleevingsaspecten in de regio Schiphol, resultaten van een vragenlijstonderzoek. Publicatienummers TNLO-PG: 98.039; RIVM: 441520010, Leiden/Bilthoven, oktober 1998.
- [16] Schiphol binnen Milieugrenzen, RIVM 408130004, Bilthoven, november 1998.
- [17] Omgaan met Risico's, Tweede Kamer, vergaderjaar 1988-1989, 21137, nr. 5.
- [18] Commissie MER, richtlijnen voor de MER Schiphol, februari 1992.
- [19] The Development of a Method for the Analysis of Societal and Individual Risk Due to Aircraft Accidents in the Vicinity of Airports, NLR CR 93372 L, Nationaal Lucht en Ruimtevaart Laboratorium, 1993.
- [20] Externe Veiligheid, bijlage bij het Integraal Milieu Effectrapport Schiphol en Omgeving, PMMS, Den Haag, december 1993.
- [21] CieMER; Advies over de bruikbaarheid van het rapport d.d. 28 mei 1993 ISBN 90-5237-517-8.
- [22] NLR Commentaar op de beoordeling van het rekenvoorschrift door de MER commissie, d.d. 29 juli 1993.
- [23] Technica, 1884/EJS/ib, Risk Analysis of Aircraft Impacts at Schiphol Airport, 1990.
- [24] Technica C2475/EJS Extension to Risk Analysis of Aircraft Impact at Schiphol Airports 1991
- [25] Technica C2475 Extension to Risk Analysis of Aircraft Impacts at Schiphol Airport, Fifth Runway, 1991
- [26] RAND, Modeling the External Risks of Airports for Policy Analysis, 1995.
- [27] Slater K. A Method for Estimating the Risk Posed to UK Sites by Civil Aircraft Accidents, Civil Aviation Authority - National Air Traffic Services, UK, October 1993. CS Report 9345
- [28] Couwenberg M.J.H. "Determination of the Statistical Accident Location Model From World-Wide Historical Accident Location Data", National Aerospace Laboratory NLR, Amsterdam, 1994. TR 94601
- [29] Smith, E. Risks to Third Parties in the Vicinity of Airports - the Aircrash Program, in A. Mosleh and R.A. Bari (eds), Probabilistic Safety Assessment and Management, Springer, New York, September 1998, pp. 1535 ff.
- [30] NVLS, Statistisch overzicht 1990.
- [31] Strategische Beleidskeuze Toekomst Luchtvaart, TNLI, Den Haag, December 1998
- [32] TNO-PG en RIVM, Hinder, slaapverstoring, gezondheids- en beleevingsaspecten in de regio Schiphol, resultaten van een vragenlijstonderzoek. Publicatienummers TNLO-PG: 98.039; RIVM: 441520010, Leiden/Bilthoven, oktober 1998.

- [33] Gezondheidskundige evaluatie, Integraal Milieu Effect Rapport Schiphol en Omgeving IMER), PMMS. Den Haag, december 1993.
- [34] Strategische Beleidskeuze Toekomst Luchtvaart, TNLI, Den Haag, December 1998

Bijlage 1 Verspreiding van milieugevaarlijke stoffen

Het thema verspreiding houdt zich bezig met de aanwezigheid van stoffen in het milieu die een nadelig (toxisch) effect hebben op mens en natuur. Het betreft een groot aantal verschillende stoffen die in ruimte en tijd in wisselende concentraties in de milieucompartimenten aanwezig zijn. Het is ondoenlijk is om voor alle onder verspreiding vallende stoffen reguliere monitoringsactiviteiten op te zetten. Het betreft veelal stoffen die voor het overgrote deel niet van nature voorkomen, en waarvoor een preventief toelatingsbeleid wordt gehanteerd. Dit toelatingsbeleid (zoals bijvoorbeeld middels het Decision Support Model EUSES) werkt met beleidsmatig afgesproken normwaarden en hanteert een conservatieve beoordeling door worst-case waarden te gebruiken.

In de Milieubalans is voor de lucht een vergelijking gemaakt tussen emissies en concentraties van een aantal onder het thema verspreiding vallende stoffen. Door de korte verblijftijd van stoffen in de lucht zijn veranderingen in de emissies snel merkbaar in de luchtkwaliteit. Voor de meeste stoffen blijkt de gemeten verlaging van de concentraties in de lucht minder groot te zijn dan de emissiereductie. Mogelijke verklaringen zijn buitenlandse bijdragen en de chemische processen in de atmosfeer. Belangrijke afwijkingen worden geconstateerd voor fijn stof en ammoniak. Hierop is onder het thema verzuring en smog ingegaan.

Voor bodem en grondwater ligt het accent bij het ontwikkelen van methoden thans op pesticiden en metalen. De schatting van de emissie van landbouwbestrijdingsmiddelen naar de bodem vindt plaats op basis van verbruiksgegevens afkomstig van de diverse instanties (overheid en bedrijfsleven). Deze schattingen zijn door deskundigen opgesteld en zijn slechts in beperkte mate getoetst. Voor het oppervlaktewater worden de kwaliteitsgegevens vooral ontleend aan metingen, terwijl voor het grondwater primair gebruik wordt gemaakt van modelberekeningen. Het hierbij gebruikte model (PESTRAS) is in beperkte mate gevalideerd aan de hand van enkele veldstudies, terwijl daarnaast een internationale modelvergelijking heeft plaatsgevonden.

Bij emissies van zware metalen naar de bodem is veelal sprake van ramingen op basis van gegevens over mestproductie en -samenstelling en schattingen over de emissiefactoren in het kader van het Emissieregistratieproject (met Hoofdingspectie Milieuhygiëne en CBS). Informatie over het voorkomen van zware metalen in de bodem is gebaseerd op uitgebreide datasets van meetgegevens afkomstig van derden en van het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit. Voor grondwater wordt gebruik gemaakt van gegevens van de landelijke- en provinciale meetnetten voor de grondwaterkwaliteit. Voor het presenteren van landsdekkende beelden wordt ook gebruik gemaakt van een bodemmodel (SOACAS). Dit model is op basis van de beschikbare, landsdekkende meetinformatie, tot dusverre gevalideerd voor cadmium.

Voor aanduiding van de effecten op aquatische ecosystemen wordt gebruik gemaakt van metingen van de toxische stress in het oppervlaktewater. Daarnaast worden de monitoringgegevens uit de voor bodem en oppervlaktewater beschikbare meetnetten gebruikt om een toxische druk in het betreffende compartiment te karteren. Hierbij wordt een Potentieel Aangetaste Fractie van soorten bepaald door middel van een gedocumenteerde berekeningswijze die nationaal en internationaal aan peer review onderworpen is geweest.

Bij monitoring bodemsanering wordt gebruik gemaakt van informatie aangeleverd door de bevoegde gezagen en DGM. Momenteel is het nog niet mogelijk de omvang en voortgang compleet en nauwkeurig in beeld te brengen. De onzekerheid over de aantallen ernstig verontreinigde locaties wordt geschat op ca 40%. De onzekerheid over het aantal gesaneerde locaties conform de Wbb-regeling is 20% en van saneringen in eigen beheer 40%. Gegevens over het saneringsbudget per bevoegd gezag hebben een hoge mate van nauwkeurigheid (<5% voor historische gegevens). Gezamenlijk met DGM, IPO en VNG is een monitoringtraject gestart waarbij binnen enkele jaren een meer exact, uniform beeld zal worden verkregen.

Bijlage 2 Meetnetten Milieukwaliteit

Metingen in de praktijk vormen de basis om de verandering in de toestand van het milieu te kunnen vaststellen. Daarbij werkt het RIVM nauw samen met diverse instituten. Zo worden gegevens inzake oppervlaktewater van Rijkswaterstaat en Waterschappen verkregen. Bij de eigen meetinspanningen ligt het accent op de kwaliteit van lucht, bodem- en grondwater, straling en in mindere mate ecologische aspecten.

Meetnetten in historisch perspectief

- Het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML) telde in 1978 bij het bereiken van de volledige opzet circa 225 meetpunten (40 in steden), met op 20 stations in samenwerking met KNMI ook de regenwaterkwaliteit. Vanaf 1983 volgden ook metingen van stofgebonden en stofvormige luchtverontreiniging. Medio jaren '80 leidde een eerste grondige herziening van het gehele meetnet vooral op basis van ruimtelijk-statistisch onderzoek tot circa een halvering van de omvang; het regenwatermeetnet werd aldus met 30% gereduceerd. Dankzij de gecombineerde inzet van metingen en modellen was het mogelijk te komen tot een (her)configuratie van 20 stedelijke LML stations en tot een van meet af aan beperkt aantal geïnstalleerde ammoniak-meetpunten. Medio jaren '90 resulteerde een grotendeels kwalitatief gericht onderzoek in een tweede grondige herziening: het aantal regionale stations werd meer dan gehalveerd, vooral in het meetnet voor zwaveldioxide. Recent ruimtelijk statistisch onderzoek voor een aantal belangrijke stoffen in het regenwatermeetnet heeft geleid tot voorstellen voor een reductie van het aantal stations. Tegelijkertijd zijn grote vorderingen gemaakt met de modellering van de verspreiding van deze verontreinigingen op Nederlandse en Europese schaal. De modellen zijn uitgebreid gevalideerd aan de hand van meetnet resultaten en 'remote sensing' (vliegtuigmetingen en meetauto's) daarnaast hebben Europese vergelijkende studies plaatsgevonden.
- Het Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit (LMG) is operationeel sinds 1984 en omvat 350 over het gehele land verspreide meetpunten, verdeeld over een aantal clusters van combinaties van bodemgebruik en grondsoort. Tot 1997 werden jaarlijks alle meetpunten op 2 diepten (ca 10 en ca 25 m onder maaiveld) bemonsterd. Op basis van de tot 1996 verzamelde meetgegevens is bezien of het mogelijk is zonder afbreuk te doen aan de beleidsmatige en operationele randvoorwaarden de meetinspanning te beperken. Op grond van de hiertoe uitgevoerde studies is besloten tot een handhaving van de meetfrequentie in het ondiepe grondwater (ca. 10m-mv) van de (naar verhouding meer kwetsbare en belaste) zandgebieden, bij terugbrenging van de meetfrequentie bij de overige meetpunten. Door deze benadering blijkt, ook bij trendonderkenning, ondanks een meer dan halvering van het aantal metingen, nauwelijks sprake te zijn van informatieverlies, bij volledige handhaving van de mogelijkheden tot het schetsen van een landelijk beeld.
- Het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit (LMB) wordt momenteel, na 5 jaar in dienst, geëvalueerd hetgeen tot een optimalisatie in 2000 zal leiden

De meetpraktijk nu

Het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML) levert thans vooral informatie voor de beleidsthema's Verzuring, Vermesting en Verspreiding en voor wettelijk vastgelegde taken. De metingen omvatten gasvormige componenten (zoals ozon, stikstofoxiden, zwavel dioxide,

ammoniak, koolstofmonoxide en vluchtige organische componenten), deeltjes gebonden componenten (zoals fijn stof, zwarte rook, verzurende stoffen en metalen) en de chemische samenstelling van neerslag.

Dit gebeurt in samenwerking met onder andere TNO, AB-DLO, Provincies en regionale instanties. De informatie wordt verstrekt zowel als puntgegevens (t.b.v. de regelgeving) als, via integratie van modeltechnieken en meetresultaten, in de vorm van vlakdekkende concentratie- en depositievelden. Het luchtmeetnet brengt essentiële informatie voort die gebruikt wordt voor de validatie en kalibratie van de belangrijke planbureau modellen OPS (SO_2 , NO_x , NH_3 , benzeen, fijn stof) en CAR (NO_x , CO en benzeen uit het verkeer). De kwaliteit van geproduceerde meetcijfers wordt in rapportages vastgelegd, bijvoorbeeld door de invloed van temperatuur aan te geven of de ruimtelijke representativiteit van ammoniakmeetlocaties te specificeren.

Op het gebied van bodem en grondwater staan het Landelijk Meetnet Mestbeleid (LMM), het Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit (LMG) en het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit (LMB) centraal. Ter ondersteuning van de thema's vermesting, verspreiding en verzuring worden metingen verricht van macro-verbindingen (N, P, K) en metalen in het bovenste grondwater onder landbouwbedrijven en incidenteel onder natuurlocaties (LMM), en in honderden algemene meetpunten verspreid over Nederland (LMG) in het grondwater, met incidenteel ook gerichte metingen van specifieke stoffen. Het LMB omvat 200 meetlocaties over heel het land waar voor diverse combinaties van grondgebruik en bodemsoort met name bodemfysische kenmerken en zware metalen in de bodem worden gemeten. Bij deze meetnetten wordt samengewerkt met DLO (AB en LEI), IKC, NITG en Provincies. De meetresultaten betreffen zowel punt- als vlakinformatie en worden (bijna) altijd gepresenteerd met enige vorm van betrouwbaarheids-/onzekerheidsinformatie (intervallen, minimum-maximum, gemiddelden en varianties). Er is een intensieve relatie van de meetnetten met de validatie van de planbureau modellen (algemene hydrologie: LGM; nutriënten: NLOAD en STONE; zware metalen: SOACAS).

Gegevens over de kwaliteit van oppervlaktewater (rijkswateren, regionale wateren, waterbodems) verkrijgt het RIVM via het RIZA van Rijkswaterstaat en waterschappen, die volgens CIW voorschriften deze metingen verrichten. Het betreft m.n. de thema's vermesting en verspreiding, is mede gericht op normtoetsing, en draagt slechts beperkt bij aan modelvalidatie.

In een overeenkomst met Inspectie Milieuhygiëne en de VEWIN is geregeld dat het RIVM de data beheert die drinkwaterlaboratoria op circa 250 locaties meten ter controle van wettelijke normen en kwaliteitsbewaking van bron en eindproduct.

In het Netwerk Ecologische Monitoring worden tezamen met CBS, Particuliere Gegevensbeherende Organisaties, Provincies, Terreinbeherende Organisatie, IKC-N en RIZA voor fauna (jaarlijks) en flora (eens per 4 jaar) in een onderlinge samenhangend stelsel van 15 meetnetten voor diverse soortgroepen de trends in aandachtsoorten en in biodiversiteit via metingen gevolgd, zowel terrestrisch als in watersystemen. Dit levert landsdekkende informatie voor trends per ruimtelijke eenheid op, waarbij tevens inzicht wordt verschaft in de statistische significantie van de trends. Voor de validatie van ecologische modellen zoals MOVE/DEMNET, LARCH (broedvogels) en de overkoepelende Natuurplanner wordt deze informatie volop gebruikt.

Op het Integraal Meetpunt Lheebroekerzand wordt in een internationale inkadering voor Nederland tezamen met ondermeer KNMI, DLO, SOVON, SBB, de Vlinderstichting een

samenhangende combinatie van milieuparameters (lucht, bodem, (grond-)water) en ecologische parameters (vogels, vlinders, macrofauna, bladmineerders, bosvitaliteit en vegetatie) als puntinformatie gemeten. Dit draagt bij aan de (verdere) validatie van de modellen MOVE en AQUACID (verzuring van vennen).

Vele stralingsmonitoring activiteiten zijn gericht op de ondersteuning van beleid en inspectie inzake radionucliden. Resultaten worden doorgaans met onzekerheidsinformatie gepresenteerd. Voor de milieuplanbureautaken van het RIVM is vooral de in het meetpunt Bilthoven vergaarde meetinformatie over radionucliden in luchtstof en depositie en over UV in zonlicht van belang. Dit gebeurt in aanvullende samenwerking met enerzijds RIZA en RIKILT en anderzijds KNMI en internationale instituten. De gegevens worden gerapporteerd met de aanduiding van totale onzekerheidsmarges, zoals bij de jaarsom effectief UV. Deze metingen spelen een belangrijke rol bij de validatie van UV keten- en transfermodellen. Over deze risico analyses verscheen zelfs een publicatie in Nature.

Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit LML(723101)	
Beherend laboratorium	LLO
Projectleider	A. van der Meulen
Beheerder/uitvoerder van de monitoring	B.G. van Elzakker
In uitvoering sinds	1976
Routinematig gemeten parameters	Zie Bijlage 1
Adhoc gemeten parameters	PAK en nikkel in lucht (1998/99)
Doel van meting	Zie Bijlage 1
Monitoring t.b.v. milieuplanbureau	Ja
Externe opdrachtgever	Ja, DGM/Directie Lucht & Energie
Ruimtelijke resolutie	Zie Bijlage 1
Temporele resolutie	Zie Bijlage 1
Aannames bij de opzet	
Beperkingen	conform doelstelling LML niet gericht op puntbronnen
Representativiteit gegevens (qua ruimtelijk en temporeel karakter)	- Ruimtelijk: conform doelstelling LML component en locatie afhankelijk - Temporeel: voor veel componenten volledig (continue monitoring); voor een beperkt aantal 50% dekking in de tijd
Monitoring t.b.v. validatie van modellen	ja, met name voor: - OPS (SO₂, NO_x, NH₃, benzeen, Fijn stof) - CAR (verkeer: NO₂, CO, benzeen)
Veranderingen in het meetnet	Herzieningen in 1984/85 en 1993/94. Optimalisatie en efficiëntere inzet middelen. zie o.a. RIVM rapp. 218203001 (1985); 723102002 (1994); 723101030 (1997); 723101033 (1998)
Andere betrokken instituten	Ja. TNO: ZVOC, CO ₂ , CH ₄ en AB/DLO: Fluoride accumulatie
Relaties met andere monitoringactiviteiten	Ja, afstemming met provinciale en regionale meetnetten
Opgeslagen gegevens (databank)	Reken -en Informatiesysteem Lucht
Databankbeheerder	vastgelegd in Kwaliteitshandboek-LLO
Puntinformatie of vlakdekkend	Beide: - Puntinformatie o.a. als ondersteuning van regelgeving. - Vlakdekkend o.a. bij NL concentratie- en depositievelden.
Methode van omzetting naar vlakdekkend	- Lineaire interpolatieroutines (INTERPOL) - combinatie met modelgegevens (benzeen, fijn stof) zie opgave bijlage Jaaroverzichten Luchtkwaliteit
Kwaliteitsbewaking van a. monsterneming b. monsterbehandeling c. analyses d. gegevensverwerking	conform EN45001 STERlab certificaat L224 dd 1995
Rapporten	- Tabellenboeken sinds 1976 - Jaarverslagen Luchtkwaliteit sinds 1984 - overzichten LML meetactiviteiten sinds 1989 zie ook Bijlage 2
Publicaties	zie bibliografisch systeem bibliotheek RIVM
Rapportage van onzekerheden	meetkwaliteit is vastgelegd in selectie / acceptatie rapporten van de betreffende componenten
Publicaties/rapporten specifiek over onzekerheden	-Kwaliteitscontrole onderzoek ozon -Kwaliteitscontrole onderzoek LMRe -Temperatuurinvloed op NH₃ metingen -Ruimtelijke representativiteit NH₃ meetlocaties
Externe rapporten over monitoring	o.a. - EU / JRC -ISPRA rapporten - NLO rapport (1998) (Niedersaksisches Landesanstalt

	fur Okologie)
Begeleidingscie, klankbordgroep of externe review	- geen officiële begeleidingscommissie - wel: klankbordgroep: luchtoverleg met provincies en andere regionale overheden
Capaciteit in 1999	- 400 mensweken LLO - 250 mensweken analytische ondersteuning (LAC / LOC)
Financiële middelen in 1999	2,9 Mf

Bijlage 2.1: Overzicht van gemeten componenten resp. grootheden met onderliggende informatiebehoefte en aantallen stations in het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit, 1999³

component(groep)/grootheid	informatie behoefte ⁴	tijds- res. ⁵	aantal stations			
			regionaal 1	stad	straat	totaal
• gasvormige componenten						
koolmonoxide (CO)	W,V	1u	7	4	12	23
ozon (O ₃)	V	1u	26	4	8	38
stikstofoxiden (NO, NO ₂ , NO _x)	W,V,Z,M	1u	27	6	13	46
zwaveldioxide (SO ₂)	W,V,Z	1u	27	5	5	37
ammoniak (NH ₃)	Z,M	1u	8	.	.	8
vluchtige organische componenten (VOC)	W ⁶ ,V	1d, 1w	4	1	4	9
zeer vluchtige organische componenten (ZVOC)	O	1u	1	.	.	1
kooldioxide (CO ₂)	O	15min	1	.	.	1
methaan (CH ₄)	O	15min	1	.	.	1
fluoriden	V	4w	5 ⁷			5
• deeltjesgebonden en deeltjesvormige componenten						
fijn stof (PM10)	V	1u	10	4	5	19
zwarte rook	W,V	1d	11	1	3	15
verzurende stoffen	Z,M	1d	7	.	.	7
metalen	W ⁸ ,V	1d	3	1	.	4
• neerslag: chemische samenstelling						
hoofdcomponenten A	Z,M	4w	15	.	.	15
hoofdcomponenten B; dagbasis	Z,M	1d	1	.	.	1
metalen	V	4w	15	.	.	15
kwik	V	4w	1	.	.	1
persistente organische componenten (POP)	V	4w	1	.	.	1
• neerslag: overige grootheden						
hoeveelheid	V,Z,M	4w	15	.	.	15

³ Uit: Elzakker BG van, Buijsman E. 1999. Meetactiviteiten in 1999 in het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit, Bilthoven: RIVM, rapportnr. 723101 032, (in voorbereiding)

⁴ W= wettelijke meetverplichting, V=thema verspreiding, Z=thema verzuring, M= thema vermesting, O= overig

⁵ Tijdsresolutie meetwaarden (min=minuten, u=uur, d=dag, w=weken)

⁶ Alleen voor de component benzeen

⁷ Waarvan één niet LML-station

⁸ Alleen voor de component lood (Pb)

Bijlage 2.2

Rapport(en) (na 1993):

- 723101001
Kwaliteitscontrolemetingen ozon in het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit [1994]
- 723101004
Performance study of four automatic ammonia monitors under controlled conditions [1994]
- 723101002
Validatiemethodes voor gegevens van het Landelijk Meetnet Regenwatersamenstelling (LMRe):
neerslaghoeveelheden en hoofdcomponenten [1994]
- 723101003
Meting van de neerslaghoeveelheden in het Landelijk Meetnet Regenwatersamenstelling: regenmeter vs. open
regenvanger [1994]
- 723101005
Evaluatie van het functioneren van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit in 1993 [1994]
- 723101010
Validatie van fijn-stof (PM10) meetresultaten van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit [1994]
- 723101011
Een kwaliteitscontrole onderzoek in het Landelijk Meetnet Regenwatersamenstelling [1994]
- 723101016
Meetactiviteiten in 1995 in het kader van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit [1995]
- 723101015
Evaluatie, selectie en acceptatie van een nieuwe stikstofoxidenmonitor ten behoeve van het Landelijk Meetnet
Luchtkwaliteit [1995]
- 723101012
Validatie van de neerslaghoeveelheden en hoofdcomponenten van het Landelijk Meetnet Regenwatersamenstelling:
periode 1992 [1995]
- 723101013
Validatie van de neerslaghoeveelheden en hoofdcomponenten van het Landelijk Meetnet Regenwatersamenstelling:
periode 1993 [1995]
- 723101014
Analytisch-chemische aspecten van de bepaling van As, Ca, Cd, Sb, Sn, Pb, Zn in MVS-filterdestruaten met ICP-MS
[1995]
- 723101009
Development and evaluation of 2 prototype instruments for the measurement of ammonia in an automated network
[1996]
- 723101006
Kwaliteitscontrole interim meetnet ammoniak: een onderzoek naar de invloed van de temperatuur in de meetstations
[1995]
- 723101007
Onderzoek naar 11 ammoniak monitoren voor het interim meetnet ammoniak [1995]
- 723101018
Validatiemethoden voor gegevens van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit: Vluchtige Organische Stoffen [1996]
- 723101019
Het Meerjaren Meetprogramma Lucht 1995-1998 [1995]
- 723101017
Validatiemethode voor analyseresultaten van verzurende aerosolen in het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit [1995]
- 723101020
Evaluatie van het functioneren van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit in 1994 [1996]
- 723101022
Meetactiviteiten in 1996 in het kader van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit [1996]
- 723101023
Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit. Meetresultaten 1994. Deel 1: Regio 1 Limburg, Regio 2 Noord-Brabant, Regio 3
Zeeland [1996]
- 723101024
Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit. Meetresultaten 1994. Deel 2: Regio 4 Zuid-Holland, Regio 5 Noord-Holland
[1996]
- 723101025
Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit. Meetresultaten 1994. Deel 3: Regio 6 Utrecht en Flevoland, Regio 7 Gelderland,
Regio 8 Overijssel, Regio 9
Noord-Nederland [1996]
- 723101026
Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit. Meetresultaten 1994. Deel 4: Stadsstations, Straatstations [1996]
- 723101027
Landelijk Meetnet Regenwatersamenstelling. Meetresultaten 1994 [1996]
- 723101028

- Aldehyde concentrations in ambient air. Results of a one-year measuring campaign at two sites in the Netherlands [1997]
723101030
- Evaluatie en herziening van de meetstrategie voor Vluchtige Organische Componenten in het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit [1997]
723101029
- De analyse van aldehyden in lucht; methodebeschrijving en validatieonderzoek [1997]

Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (714851)	
Beherend laboratorium	LBG
Projectleider	H. Bronswijk
Beheerder/uitvoerder van de monitoring	B. Fraters
In uitvoering sinds	1987-1988 (vooronderzoek landbouw in zandgebieden), 1989 (onderzoek natuur in zandgebieden), 1992-1995 (meetprogramma landbouw in zandgebieden), 1992-1996 (meetnet bos op zand), 1993-1995 (vooronderzoek landbouw in kleigebieden), 1997-2002 (meetprogramma landbouw in kleigebieden), 1997-2012 (monitoringnetwerk landbouw in zandgebieden)
Routinematig gemeten parameters	macro's: NO ₃ , NH ₄ , Kj-N, total-P, ortho-P, K, Cl metalen: Cd, Cu, Zn
Adhoc gemeten parameters	metalen: As, Cr, etc.
Doel van meting	(1) meten van de effecten van het mestbeleid op de kwaliteit van het bovenste grondwater (2) onderzoek naar effecten van lagere verliesnormen op grondwaterkwaliteit
Monitoring t.b.v. milieuplanbureau	ja
Externe opdrachtgever	DGM/DWL
Ruimtelijke resolutie	60 landbouwbedrijven in kleigebied, en 75 in zandgebied, geen in veengebied. 156 locaties natuur in zandgebieden
Temporele resolutie	jaarlijkse metingen op landbouwbedrijven, éénmalig 156 natuurlocaties, in periode 1993-1996 jaarlijks 12 boslocaties.
Aannames bij de opzet	
Beperkingen	in kleigebied nog in onderzoeksfase, in veengebied nog geen onderzoek.
Representativiteit gegevens (qua ruimtelijk en temporeel karakter)	ruimtelijk: door keuze landgebruik, bodemtype, Gt e.d.: 90% van landelijk; temporeel: geen directe beïnvloeding
Monitoring t.b.v. validatie van modellen	ja, NLOAD, STONE (mn kwaliteitsmodellering)
Veranderingen in het meetnet	optimalisatie zandgebied programma die geïmplementeerd is m.i.v. 1.1.97. Kleiprogramma gestart 1.10.97.
Andere betrokken instituten	Ja, LEI-DLO als partner (BIN-gegevens); SC-DLO en IKC-L in begeleidingscommissie; andere instituten bij onderzoek voorloper bedrijven.
Relaties met andere monitoringactiviteiten	ja, provinciale bodemmeetnetten. Verschil in opzet maakt vergelijking moeilijk (RIVM op bedrijfsniveau, provincies op niveau van homogene gebieden = bodemgewascombinaties)
Opgeslagen gegevens (databank)	VM (acsii-database)
Databankbeheerder	H. Prins
Puntinformatie of vlakdekkend	beiden
Methode van omzetting naar vlakdekkend	methode Boumans en Van Drecht (rapport 714801015)
Kwaliteitsbewaking van a. monsterneming b. monsterbehandeling c. analyses d. gegevensverwerking	SOPs e.d., certificering externen specifiek benoemen!! auditering van de handelingen
Rapporten	Boumans, L.J.M. (1994). Nitraat in het bovenste grondwater onder natuurgebieden op zandgrond in Nederland. RIVM-rapport 712300002 Boumans, L.J.M. (1990). Variatie in ruimte en tijd van de nitraatconcentratie in het verzadigde grondwater van 10 graslandbedrijven. RIVM rapport nr.

	724903002. Boumans, L.J.M. en G. van Drecht (1998). Nitraat in het bovenste grondwater in de zandgebieden van Nederland; een geografisch beeld op basis van monitoringgegevens en een vergelijking met de resultaten van procesmodellen. Bilthoven, RIVM-rapport nr. 714801015. Boumans, L.J.M. en B. Fraters (1998). De nitraatconcentratie in het ondiepe grondwater van De Marke. RIVM briefrapportage, d.d. 11 augustus 1998, kenmerk 716601VM 275/98 LBG/DF. Boumans, L.J.M., G. van Drecht, B. Fraters, T. de Haan en D.W. de Hoop (1997). Effect van neerslag op nitraat in het bovenste grondwater onder landbouwbedrijven in de zandgebieden; gevolgen voor de inrichting van het Monitoringnetwerk effecten mestbeleid op landbouwbedrijven (MOL). Bilthoven: RIVM rapport nr. 714831002. Boumans, L.J.M. en G. van Drecht (1995). Nitraat in het bovenste grondwater bij landbouwgewassen, bos en heidevelden in de zandgebieden van Nederland. Bilthoven: RIVM rapport nr. 714901004. Boumans, L.J.M. en D. Fraters (1993). Cadmium, chroom, lood, zink en arseen in het freatische grondwater van de zandgebieden van Nederland, onder bos en heidevelden. RIVM-rapport nr. 712300001. Boumans, L.J.M. en W.H.J. Beltman (1991). Kwaliteit van het bovenste freatische grondwater in de zandgebieden van Nederland, onder bos en heidevelden. RIVM rapport nr. 724901001 Boumans, L.J.M., C.R. Meinardi en G.J.W. Krajenbrink (1989). Nitraatgehalten en kwaliteit van het grondwater onder grasland in de zandgebieden. RIVM rapport nr. 728472013. Fraters, B. (1998). Resultaten MOL-zand 1998; de kwaliteit van het bovenste grondwater onder landbouwbedrijven in het zandgebied in 1998. Briefrapport d.d. 4 december 1998. Fraters, B., H.A. Vissenberg, L.J.M. Boumans, T. de Haan, D.W. de Hoop (1997). Resultaten Meetprogramma Kwaliteit Bovenste Grondwater Landbouwbedrijven in het zandgebied (MKBGL-zand) 1992-1995. Bilthoven, RIVM-rapport nr. 714801014. Meinardi, C.R. en G.A.P.H. van den Eertwegh (1997). Onderzoek aan drainwater in de kleigebieden van Nederland. Deel II: Interpretatie van de gegevens. RIVM rapport nr. 714801013. Meinardi, C.R. en G.A.P.H. van den Eertwegh (1995). Onderzoek aan drainwater in de kleigebieden van Nederland. Deel I: Resultaten van het veldonderzoek. RIVM rapport nr. 714901007. Praagman, J. en J. Steigstra (1995). Evaluatie van het meetprogramma kwaliteit bovenste grondwater landbouwbedrijven - eerste fase -. Eindhoven: CQM, project rapport n. E1161-01. Swinderen, E.C. van, B. Fraters, H.A. Vissenberg T. de Haan, D.W. de Hoop (1996). Meetprogramma Bovenste Grondwater Landbouwbedrijven - resultaten tweede bemonstering 1993. Bilthoven: RIVM rapport nummer 714831001.
--	--

	Swinderen, E.C. van, W.J. Willems, C.H.G. Daatselaar, T. de Haan, D.W. de Hoop (1994). Meetprogramma Bovenste Grondwater Landbouwbedrijven - resultaten eerste bemonstering 1992. Bilthoven: RIVM rapport nummer 714901002.
Publicaties	Fraters, D., L.J.M. Boumans, G. van Drecht, T. de Haan en D.W. de Hoop (1998). Nitrogen monitoring in groundwater in the sandy regions of the Netherlands. Environmental Pollution 102, S1: 479-485.
Rapportage van onzekerheden	ja, kaartbeelden en ja, min-max, gem, var
Publicaties/rapporten over onzekerheden	Praagman en Steigstra, 1995 (zie boven) Boumans e.a., 1997 (zie boven) Deels in Boumans en Van Drecht, 1998 en 1995 (zie boven)
Externe rapporten	Praagman en Steigstra (1995, zie boven)
Begeleidingscie, klankbordgroep of externe review	Begeleidingscommissie waarin opdrachtgevers VROM en LNV, opdrachtnemers LEI-DLO en RIVM en externe deskundigen SC-DLO, IKC-L zitting hebben.
capaciteit in 1999	ca. 260 mwk; coördinatie, analyses
financiële middelen in 1999	410 kf; vooral uitvoering veldwerk

Bijlage 3 Factsheets Emissies

1	Stof / doelgroep	CO₂ / Totaal Nederland
2	Invuller datum	Ir. J. Spakman - LAE, 27 januari 1999
3	Beleidsdoelstelling	• Reductie met 3% in 2000 t.o.v. 1990 (inclusief temperatuurcorrectie), dit betekent 162,6 miljard kg in 2000 (emissie 1990: 167,6 miljard kg.) [ref.11]. • Er bestaat geen specifieke CO₂-doelstelling voor de periode na 2000. Wel heeft Nederland onder voorbehoud toegezegd zijn totale broeikasgasemissies (CO₂, CH₄, N₂O, HFK's, PFK's en SF₆) in de Kyoto-budgetperiode 2008-2012 met 6% t.o.v. 1990 te reduceren.
4	Emissieniveau 1995	179,7 miljard kg (Mton), na temperatuurcorrectie van het energiegebruik voor ruimteverwarming. Zonder deze correctie bedroeg de emissie 177,2 miljard kg. Deze waarden zijn actualisaties en wijken miniem af van eerdere opgaven [ref. 1, 12, 13].
5	Rekenschema	Het totaal CO₂-emissiecijfer in Nederland is de optelsom van CO₂-emissies van alle doelgroepen, plus de emissies uit energiegebruik dat niet aan specifieke verbruikers is toe te wijzen, de zogenaamde 'statistische verschillen' in de energie-statistieken (NEH) van CBS. De inventarisatie en rapportage is conform de IPCC-richtlijnen [ref.2]. In [ref. 3] wordt hier in detail op ingegaan. De methode voor de temperatuurscorrectie is eveneens beschreven in [ref.3]. Het totaalcijfer CO₂ Nederland bevat alle emissies door menselijke activiteiten met koolstof van fossiele / minerale herkomst. Emissies door verbranding van biomassa, slib, hout en door fermentatie zijn dus niet inbegrepen. In andere factsheets voor CO₂ per doelgroep zijn de relevante rekenschema's gegeven.
6	Invoer	• Energiegebruikcijfers voor sectoren en totaal aanbod van energie: CBS - Energiestatistieken, jaarcijfers [ref.4]. Indicatie onzekerheidsmarge totale energiegebruik: < 2 % [ref.5]. • Emissiefactoren verbrandingsemissies: taakgroep ENINA, vastgelegd in [ref.3]. Onzekerheidsmarge is brandstofafhankelijk, doch gemiddeld: 2%, op basis van geringe spreiding in ratio C-gehalte / energie-inhoud van de energiedragers [ref.6]. • Kentallen voor temperatuurcorrectie: KNMI-graaddagen, onzekerheidsmarge: < 0.2%. Onzekerheidsmarge in aandelen van het sectoraal aardgasgebruik t.b.v. ruimteverwarming: 5% [ref.3].

7	Onzekerheid emissiecijfer	Indicatie onzekerheidsmarge totaalcijfer CO₂ Nederland: 2% [ref. 13]. Beter inzicht in de onderliggende onzekerheden van energiecijfers en emissiefactoren, ref [1, 3, 7, 10], leidt tot een iets hogere onzekerheidsmarge van circa 3%. Emissie 1995 = 179,7 ± 5 miljard kg, inclusief temperatuurcorrectie. <u>Opmerking 1:</u> Een essentieel verschil met doelgroepcijfers is, dat het totaalcijfer CO₂ Nederland gebruik maakt van het totale <u>aanbod</u> van energiedragers in Nederland terwijl CO₂-cijfers van doelgroepen zijn gebaseerd op energievraag binnen de doelgroepen. In het algemeen is het totaal energieaanbod beter bekend dan de opdeling ervan naar vraagsectoren. Daardoor zijn de onzekerheden in energiegebruik en CO₂-emissies van doelgroepen in hoge mate gekoppeld (statistisch afhankelijk) en niet optelbaar. <u>Opmerking 2:</u> In 1995 bedroeg de CO₂-emissie die samenhang met de post 'statistische verschillen' 2,5 miljard kg, dit is 1,4% van het Nederlands totaal. In de jaren 1996 en 1997 treedt sterke groei op van de statistische verschillen⁹. Naar verwachting kan en zal deze post met terugwerkende kracht naar beneden toe worden bijgesteld. De huidige emissies zitten dus waarschijnlijk in de bovenkant van de opgegeven onzekerheidsband.
8	Validatie invoer:	• Het vergunning verlenend ('bevoegd') gezag, meestal de provincie, heeft tot taak de opgegeven emissies te valideren van bedrijven die vergunningplichtig zijn. Hierbij gaat het ca. 80 miljard kg CO₂, ruim 40% van het totaal. • Er vindt geen validatie plaats door metingen in rookgassen. • In de factsheets voor CO₂ / doelgroepen is in detail aangegeven welke validatie procedures plaatsvinden. • Emissiefactoren verbrandingsemissies: review op chemische samenstelling brandstof. • FCCC / IPCC voert structureel reviews uit op gerapporteerde emissies van landen [ref.8, 9].
9	Lopende acties	• RIVM initieert en organiseert workshop over kentallen en methodiek T-correctie. • CBS werkt aan verkleinen onzekerheden energiestatistieken (registratie verbruikszijde afnemers). • CBS zal met terugwerkende kracht in de energiestatistieken correcties toepassen op het totaal cijfer binnenlands verbruik, waardoor de statistische verschillen kleiner zullen uitvallen.

⁹ Sinds het wegvallen van de Europese binnengrenzen is met name de registratie van uitvoer van kleine partijen olie- en kolenproducten minder goed. Dit missen van export-stromen leidt in de statistieken tot een verhoogd cijfer van het binnenlands verbruik. Dit extra verbruik komt terecht bij het 'statistisch verschil', dat een indicatie is van de onzekerheidsmarge in de verbruikcijfers. Deze marge is dus tijdelijk groter, maar CBS werkt aan de oplossing van dit probleem.

10	Referenties	1. J. Spakman et.al.: <i>Greenhousegas emissions in the Netherlands 1990-1996, updated methodology</i>, RIVM rapport nr. 728001008, Bilthoven, december 1997. 2. Intergovernmental Panel on Climate Change / OECD: <i>Revised Guidelines for the inventory on greenhouse gas emissions</i>, Volume 1-3, Paris, 1997. 3. J. Spakman et al., <i>Methode voor de berekening van broeikasgasemissies</i>, VROM-Hoofdinspectie Milieuhygiëne, Publicatiereeks Emissieregistratie nr. 37, Den Haag, juli 1997. 4. Centraal Bureau voor de Statistiek: <i>De Nederlandse Energiehuishouding, jaarcijfers</i>, sdu/cbs publicaties, Voorburg, diverse jaren. 5. Opgevraagde CBS-schatting, januari 1999, W. Tinbergen . 6. Opgevraagde CBS-schatting, januari 1999, E.A. Zonneveld. 7. Min. VROM: <i>Second Netherlands' National Communication on Climate Change Policies, Update</i>, VROM 98138/b/4-97, Den Haag 1998. 8. UNFCCC: <i>In depth review report on Netherlands' National Communication</i>, Bonn, 1996. 9. UNFCCC, 1997b, <i>Communications from parties included in Annex I to the Convention. First compilation and synthesis of second national communications from Annex I Parties</i>. VN Klimaatsecretariaat, Bonn. Doc. no. FCCC/SBI/1997/19. 10. J.G.J. Olivier (1998) <i>Trends en onzekerheden in de emissies van broeikasgassen</i>, tijdschrift <i>Lucht</i> 15:4, 114-116. 11. Brief van min. van VROM aan T.K., vergaderjaar 1994-1995 nr. 22232, 15 september 1995. 12. RIVM: <i>Milieubalans 1998</i>, Samsom H.D. Tjeenk Willink, Alphen aan den Rijn, 1998. 13. Min. VROM: <i>Second Netherlands' National Communication on Climate Change Policies, update</i>, Den Haag, mei 1998.
----	--------------------	--

1	Stof / doelgroep	NH₃ / Landbouw
2	Invuller / datum	Ir. N.J.P. Hoogervorst, Ir. P.M. v. Egmond/LAE, 3 februari 1999
3	Beleidsdoelstelling	- Voor de nationale NH₃-emissie uit de landbouw gelden doelstellingen van 70 miljoen kg NH₃ in 2005 en 45 miljoen kg NH₃ in 2010. - Op lokaal niveau zijn er doelstellingen voor NH₃-depositie.
4	Emissieniveau 1995	141 miljoen kg (kton). Opmerking: De nationale NH ₃ -emissie uit de landbouw ligt anno 1994/1995 ongeveer op hetzelfde niveau als de beleidsdoelstelling voor 1994.
5	Rekenschema	Algemene rekenregel: emissie = procesomvang x emissiefactor. Specifiek: - NH₃-emissie uit stallen (60% van het totaal in 1995) wordt afgeleid van: - de hoeveelheid stikstof (op jaarbasis) in de geproduceerde stalmest per diercategorie, - de verdeling van mest over staltypen, - en een vervluchtigingspercentage per staltype. - NH₃-emissie uit mestopslag buiten de stal (5% van totaal in 1995) wordt afgeleid van: - hoeveelheid mest in opslag als fractie van de jaarlijkse mestproductie per diercategorie (expert schatting) - percentage afgedekte mestopslag per diercategorie - een vervluchtigingspercentage per opslagtype. - NH₃-emissie uit beweiding (10% van totaal in 1995) wordt afgeleid van: - de hoeveelheid stikstof (op jaarbasis) in de geproduceerde weidemest per diercategorie, - een vervluchtigingspercentage voor stikstof in weidemest. - NH₃-emissies bij uitrijden van dierlijke mest (18% van totaal in 1995) wordt afgeleid van: - de hoeveelheid stikstof (op jaarbasis) in de uitgereden dierlijke mest per diercategorie, gecorrigeerd voor vervluchtiging uit stal en opslag, - de verdeling van mest over uitrijtechnieken en gewasgroepen, - een vervluchtigingspercentage per uitrijtechniek. - NH₃-emissies uit kunstmest (7% van totaal in 1995) wordt berekend uit: - de hoeveelheid stikstof (op jaarbasis) in aangekochte kunstmest - een vervluchtigingspercentage voor stikstof uit kunstmest. De emissie van ammoniak wordt jaarlijks berekend binnen de Taakgroep Landbouw, onder verantwoordelijkheid van de CCDM. In de Taakgroep zijn de volgende instituten vertegenwoordigd: CBS, LEI-DLO, RIZA, TNO, IKC-landbouw, SC-DLO en RIVM. Binnen de taakgroep landbouw berekent LEI-DLO samen met het RIVM de ammoniakemissies. De NH₃-emissie wordt berekend per landbouwbedrijf met behulp van computermodellen van LEI-DLO. De methode voor berekening van NH₃-emissies is beschreven in een RIVM-rapport [ref.2]. De berekening bouwt voort op (en is dus consistent met) de berekening van productie en gebruik van dierlijke mest en kunstmest. De thans gebruikte methode stamt uit 1995 en is recent gereviewed door DLO, naar aanleiding van de door het RIVM gesignaleerde discrepantie tussen berekende en gemeten NH₃-concentraties in de buitenlucht. Het review-rapport is in concept

		beschikbaar [ref.8] en bevat aanbevelingen voor verbeteringen van de rekenmethode, verbetering van de vaststelling van invoergegevens en additioneel onderzoek. Het totale effect kan pas worden vastgesteld wanneer de aanbevelingen zijn uitgewerkt. Een deel van de aanbevelingen kan reeds in 1999 worden geïmplementeerd.
6	Invoer	- Aantal dieren en het areaal landbouwgewassen per landbouwbedrijf (Landbouwtelling). CBS. Onzekerheid: areaal: 2-3 %, veestapel: minder dan 5% [ref.4] op nationaal niveau. Op regionaal niveau 2x zo hoog. - Productie van stikstof in dierlijke mest per diercategorie en bedrijf. LEI-DLO, afgestemd met de Werkgroep Uniformering Mestcijfers (ref.6) Onzekerheid: onbekend, schatting $\pm 25\%$. - Verdeling mestproductie over staltypen, nationaal gemiddelde per diercategorie. RIVM verzamelt jaarlijks gegevens van CBS, LEI-DLO, Provincies en experts. Onzekerheid: onbekend. - Vervluchtigingspercentage NH_3 uit stallen. Werkgroep Emissiefactoren. Onzekerheid: $\pm 25\%$. - Vervluchtigingspercentage mestopslag. RIVM, goedgekeurd door CCDM, gerapporteerd in [ref.2]. Onzekerheid $\pm 50\%$. - Vervluchtigingspercentage weidemest. RIVM, goedgekeurd door CCDM, gerapporteerd in [ref.2]. Onzekerheid $\pm 50\%$. - Vervluchtigingspercentage uitrijtechnieken. RIVM, goedgekeurd door CCDM, gerapporteerd in [ref.2]. Onzekerheid $\pm 50\%$. - Aandeel uitgereden mest per uitrijtechniek, landbouwgebied en gewasgroep RIVM verzamelt en actualiseert jaarlijks gegevens van CBS, LEI-DLO en experts. Onzekerheid $\pm 25\%$ - Hoeveelheid toegepaste stikstof-kunstmest. LEI-DLO, jaarlijkse kunstmeststatistiek. Onzekerheid: Onbekend. - Vervluchtigingspercentage kunstmest. RIVM, goedgekeurd door CCDM, gerapporteerd in [ref.2]. Onzekerheid: $\pm 50\%$.
7	Onzekerheid emissiecijfer	Gevoeligheidsanalyse met de modellen duiden op een bandbreedte van: $\pm 30\%$. [ref.3 en ref.7]. Confrontatie met de metingen suggereert dat de emissie minimaal 10% hoger is dan de waarde die door de huidige methodiek wordt bepaald. Op regionale en lokale schaal is de onzekerheid groter, maar onbekend. De berekende emissie op nationale en provinciale schaal is vooral gevoelig voor de gehanteerde vervluchtigingspercentages van a) emissiearm mest uitrijden op bouwland, b) idem op grasland, c) stallen voor melkvee, d) beweiding, e) stallen voor vleesvarkens [ref.7].
8	Validatie	Invoer: - Omvang veestapel: Validatie door CBS/LEI via vergelijking met steekproeven [ref.4]. De steekproeven vinden plaats op andere tijdstippen dan de complete telling. - Overige invoergegevens (zie punt 6 invoer): Alle benodigde invoergegevens voor de modelberekeningen worden vergeleken met voorgaande jaren (trendanalyse) en voorgelegd aan een panel van deskundigen (LEI-DLO, IKC-Landbouw, CBS, Provincies, RIZA). Er wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van registraties en steekproeven. Tussenresultaten: - Berekende gegevens over <i>mestoverschot</i> en <i>mesttransport</i> worden regelmatig vergeleken met geregistreerde gegevens van de Landelijke Mestbank en het Bedrijven informatienet [ref.5, ref.8]. - De berekening van het <i>kunstmestgebruik</i> per gemeente en per gewas-grondsoort-combinatie maakt gebruik van een ijkingsprocedure waarbij wordt afgestemd op gegevens uit de nationale kunstmeststatistiek (LEI-DLO) en steekproefgegevens uit het Bedrijven-Informatie-Net van LEI-DLO. Emissies: - De berekende NH_3-emissies worden getoetst aan gemeten NH_3-concentraties in de

		buitenlucht. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van computermodellen van RIVM-LLO die atmosferisch transport, omzetting en depositie van ammoniak berekenen. Bij een recente toetsing [ref.1] is gebleken dat de berekende vermindering van NH₃-emissies tussen 1990 en 1997 met 37% niet correspondeert met metingen van NH₃-concentraties die vanaf 1990 nauwelijks dalen. Deze constatering is aanleiding geweest tot een eerste review van de gehanteerde berekeningsmethode [ref.9].
9	Lopende acties	• De beschrijving van de berekeningsmethode wordt momenteel geactualiseerd. Daarbij wordt ook de samenhang aangegeven met de berekeningsmethode voor emissies van stikstof en fosfaat naar de bodem. Ook worden de resultaten van de review hierin verwerkt. • Gepoogd wordt via extra vragen bij de CBS Landbouwtelling de dataverzameling te verbeteren.
10	Referenties	RIVM publicaties 1. Erisman, J.W., A. Bleeker en J.A. van Jaarsveld (1998) "Evaluatie van de effectiviteit van het ammoniakbeleid met metingen en modelberekeningen", in: <u>Milieu</u> 1998/2, pp.58-69. 2. Hoek, K.W. van der (1994) Berekeningsmethodiek ammoniakemissie in Nederland voor de jaren 1990, 1991 en 1992. Bilthoven: RIVM, rapport 773004003, pp.51. 3. Janssen, P.H.M., A.A.M. Kusse, A.U.C.J. Beurden, K.W. van der Hoek, P.M. van Egmond en N.J.P. Hoogervorst (1995) Betrouwbaarheidsanalyse van de NH₃-emissie berekeningen voor Nederland in 1992. Bilthoven: RIVM, rapportnummer 714701012. Publicaties andere instituten 4. Boers, G., R.D. Meesters en J. Dijk (1996). Landbouwtelling in vergelijking met andere bronnen. Den Haag: LEI-DLO. Onderzoeksverslag 105. 5. CBS/SLM (1997) Transport van mest en mineralen, 1994 en 1995. Voorburg, Heerlen, Nijkerk: CBS en Stichting Landelijke Mestbank, Elektronische publicatie. 6. Eerdt, M.M. van (1996). "Mestproductie, mineralenuitscheiding en mineralen in de mest, 1995", in: <u>Maandstatistiek voor de landbouw</u> no 11, pp 53-63. 7. Leneman, H, D.A. Oudendag, K.W. van der Hoek en P.H.M. Janssen (1998) Gevoeligheidsanalyse berekening ammoniakemissies; effecten van variatie in penetratiegraden en emissiefactoren op de ammoniakemissie. Den Haag: LEI-DLO en RIVM. Mededeling 602, pp.58. 8. Luesink, H.H., (1996) "Inzicht in transport van dierlijke mest", in: Brouwer et al., 1996. <u>Landbouw, milieu en economie, editie 1996</u>. Den Haag: LEI-DLO, Periodieke Rapportage 68-94. Verslagen reviews 9. Steenvoorden, J.H.A.M. (red.), W.J. Bruins, M.M. van Eerdt, M.W. Hoogeveen, N.J.P. Hoogervorst, J. F.M. Huijsmans, H. Leneman, H.G. van der Meer, G.J. Monteny, F.J. de Ruijter (1999) Monitoring van nationale ammoniakemissies uit de landbouw; een verkenning van mogelijkheden ter verbetering van de rekenmethodiek. Wageningen: DLO (in voorbereiding).

1	Stof / doelgroep	N- en P-bodem / Landbouw
2	Invuller / datum	Ir. N.J.P. Hoogervorst, Ir. P.M. v. Egmond / LAE, 3 februari 1999
3	Beleidsdoelstelling	Er zijn geen doelstellingen voor de totale emissie van N en P naar de bodem. Wel bestaan er normen voor de aanvoer van fosfaat via dierlijke mest. Vanaf 1998 gelden voor bedrijven met een veedichtheid groter dan 2,5 gve/ha verliesnormen voor de emissie per hectare (bodem, water en lucht) van stikstof en fosfaat. De verliesnormen bedroegen in 1998 40 kg P₂O₅/ha, (alle gewassen), 300 kg N/ha voor grasland en 150 kg N/ha voor bouwland.
4	Emissieniveau 1995	509 miljoen kg N en 63 miljoen kg P
5	Rekenschema	De N- en P-emissie naar de bodem worden berekend voor de Nederlandse landbouw als geheel. De emissie is het verschil tussen aanvoerposten (in de vorm van dierlijke mest, kunstmest en overige mestsoorten) en afvoerposten (in de vorm van onttrekking van N en P door gewassen aan de bodem). De aanvoer van dierlijke mest naar de bodem wordt berekend als het verschil tussen mestproductie enerzijds en mestexport en N-vervluchtiging anderzijds. De aanvoer van kunstmest is het verschil tussen gebruik en N-vervluchtiging. De aanvoer van N en P naar landbouwbodem via overige bronnen (o.a. compost, schuimaarde, champost, zuiveringsslib, biologische N-binding) wordt in het algemeen berekend via het afgezette volume in de land- en tuinbouw en de gehalten aan N en P. De afvoer van N en P via gewassen wordt berekend door het CBS uit de jaarlijks geregistreerde arealen per gewas en uit steekproefsgewijze schattingen van opbrengstniveaus per gewas (oogstramingen, statistiek graslandgebruik). De werkgroep Uniformering Mestcijfers maakt jaarlijks een schatting over de hoeveelheid vers weidegras. De emissie van N- en P naar de bodem op nationaal niveau wordt jaarlijks berekend binnen de Taakgroep Landbouw onder verantwoordelijkheid van de CCDM. Binnen de Taakgroep Landbouw berekent het CBS de emissie van N- en P naar de bodem. De methode is gepubliceerd door de HIMH [ref.1] en door het CBS [ref.3].
6	Invoer	- Omvang veestapel (Landbouwtelling). CBS. Onzekerheid max 5% op nationaal niveau. Op regionaal niveau 2x zo hoog [ref. 2]. - Areaal landbouwgewassen (Landbouwtelling). CBS. Onzekerheid: 2-3% op nationaal niveau. Op regionaal niveau 2x zo hoog. [ref.2]. - N- en P-excretie per dier. WUM (uitvoerende instantie is CBS) [ref.5.] Onzekerheid: 5-10% [ref.4] - Volume verwerkte en geëxporteerde mest. Stichting Landelijke Mestbank, Bureau Heffingen [ref.6]. Onzekerheid: onbekend - Gebruik kunstmest: LEI-DLO (nationale kunstmeststatistiek). Onzekerheid: ? - Vervluchtiging ammoniak. LEI-DLO/RIVM. Onzekerheid: ± 30%. - Aanvoer N- en P uit overige bronnen. CBS. Onzekerheid: 15-25% [ref.4] - Oogstramingen akkerbouwproducten. CBS. Onzekerheid: max 5% [ref.4] - Opbrengst graslandproducten. CBS/WUM (statistiek graslandgebruik). Onzekerheid: onbekend - gehalten van N- en P in gras- en akkerbouwproducten. CBS/WUM. Onzekerheid onbekend

7	Onzekerheid emissiecijfer	Totaalcijfer: $\pm 10\%$. [ref.4]
8	Validatie:	• Omvang veestapel: Validatie door CBS en LEI via vergelijking met steekproeven. De steekproeven vinden plaats op andere tijdstippen dan de complete telling. • De data voor mestexcretie per dier, opbrengst graslandproducten en gehalten in graslandproducten en snijmaïs worden gevalideerd door de Werkgroep Uniformering Mestcijfers. • De parameters die ook invloed hebben op de ammoniakemissie worden jaarlijks verzameld door het RIVM, vergeleken met voorgaande jaren en voorgelegd aan een 'deskundigenpanel' (IKC-Landbouw, CBS, LEI-DLO, RIZA, provincies). • Validatie van emissiegegevens vindt plaats door middel van trendanalyse en expert judgement.
9	Lopende acties	• Er wordt onderzocht of de berekening op een kleiner schaalniveau kan worden uitgevoerd en voor grasland en bouwland afzonderlijk. Op deze manier zou beter kunnen worden aangesloten bij de verliesnormen die vanaf 1998 van kracht zijn geworden. • De beschrijving van de berekeningsmethode wordt momenteel gezamenlijk met de berekeningsmethode van ammoniak geactualiseerd..
10	Referenties	Publicaties andere instituten 1. Anon. (1998) Mineralenemissies naar bodem als gevolg van agrarische activiteiten", in: P.F.J. van der Most et al. <u>Methoden voor de bepaling van emissies naar lucht en water</u>. Den Haag: HIMH, publicatiereeks Emissieregistratie nr.44., pp.47-48. 2. Boers, G., R.D. Meesters en J. Dijk (1996). Landbouwtelling in vergelijking met andere bronnen. Den Haag: LEI-DLO. Onderzoeksverslag 105. 3. CBS (1992) Mineralen in de landbouw, 1970-1990, fosfor, stikstof en kalium. Voorburg: CBS. 4. CBS (1999) E-mail C.S.M. Olsthoorn aan M. Kuijpers-Linde dd 3-2-1999. 5. Eerdts, M.M. van (1998) "Mestproductie, mineralenuitscheiding en mineralen in mest, 1997" in: <u>Maandstatistiek Landbouw</u> 98/2, pp.52-62. 6. SLM (1996) Registratie mesttransporten 1995. Nijkerk: Stichting Landelijke Mestbank.

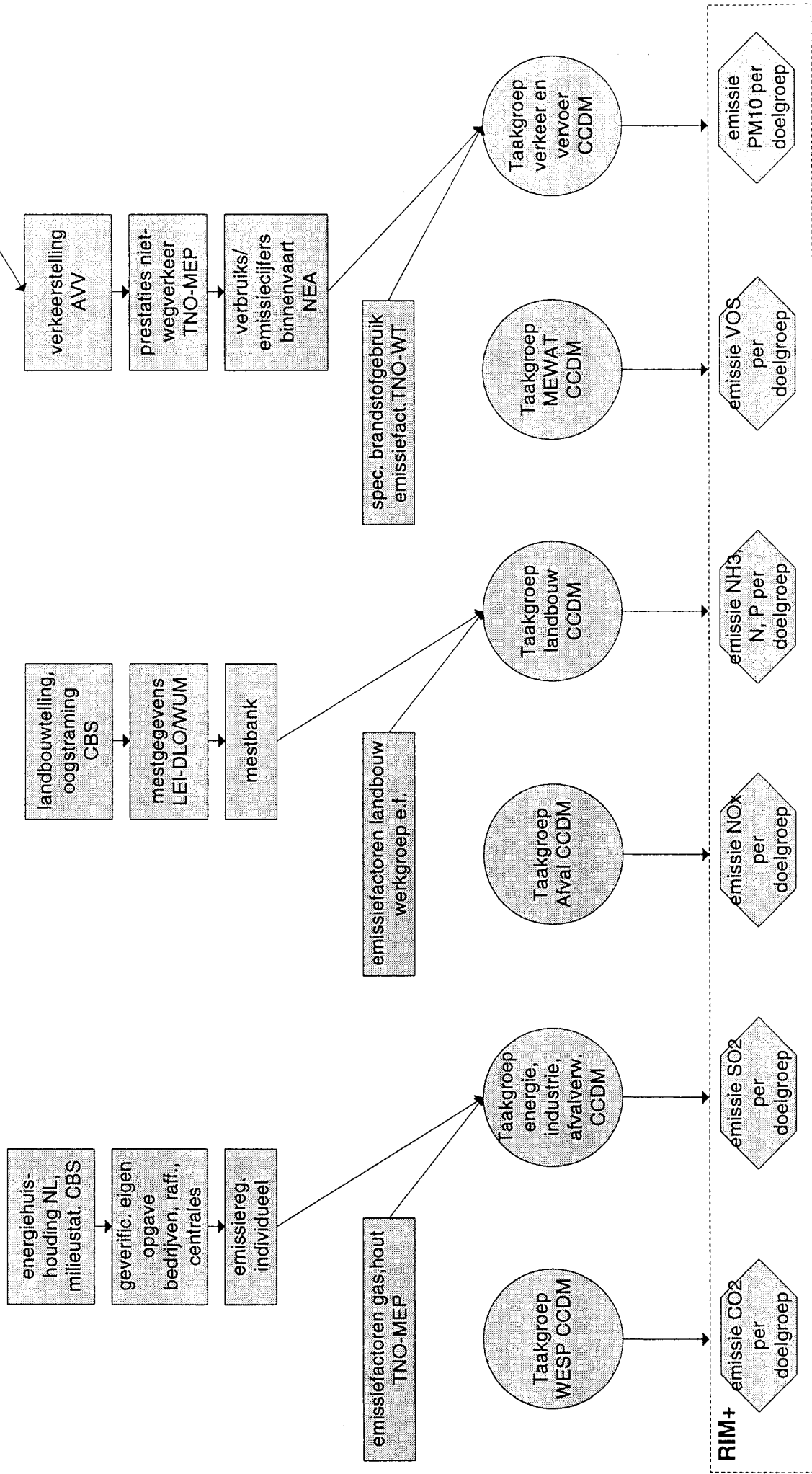
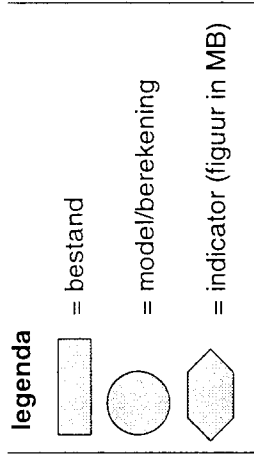
Bijlage 4 Overzicht rekenschema's Milieubalans

Bij de berekeningen in het kader van de Milieubalans worden met name meetgegevens gebruikt. Modellen spelen een beperkte rol, namelijk voor die onderwerpen die niet of moeilijk te meten zijn (zoals een ongevalskans) en voor onderwerpen waarin het meetnet onvoldoende detail in ruimte of tijd oplevert (zoals bij verzurende depositie of vermesting). De navolgende schema's geven de herkomst van in de Milieubalans opgenomen indicatoren (tabellen, grafieken en kaarten) aan. Tevens zijn voor de belangrijkste twee modellen (OPS en DEADM) beschrijvingen toegevoegd van de werking, validatie, uitgevoerde reviews, publicaties en betrouwbaarheidsanalyses.

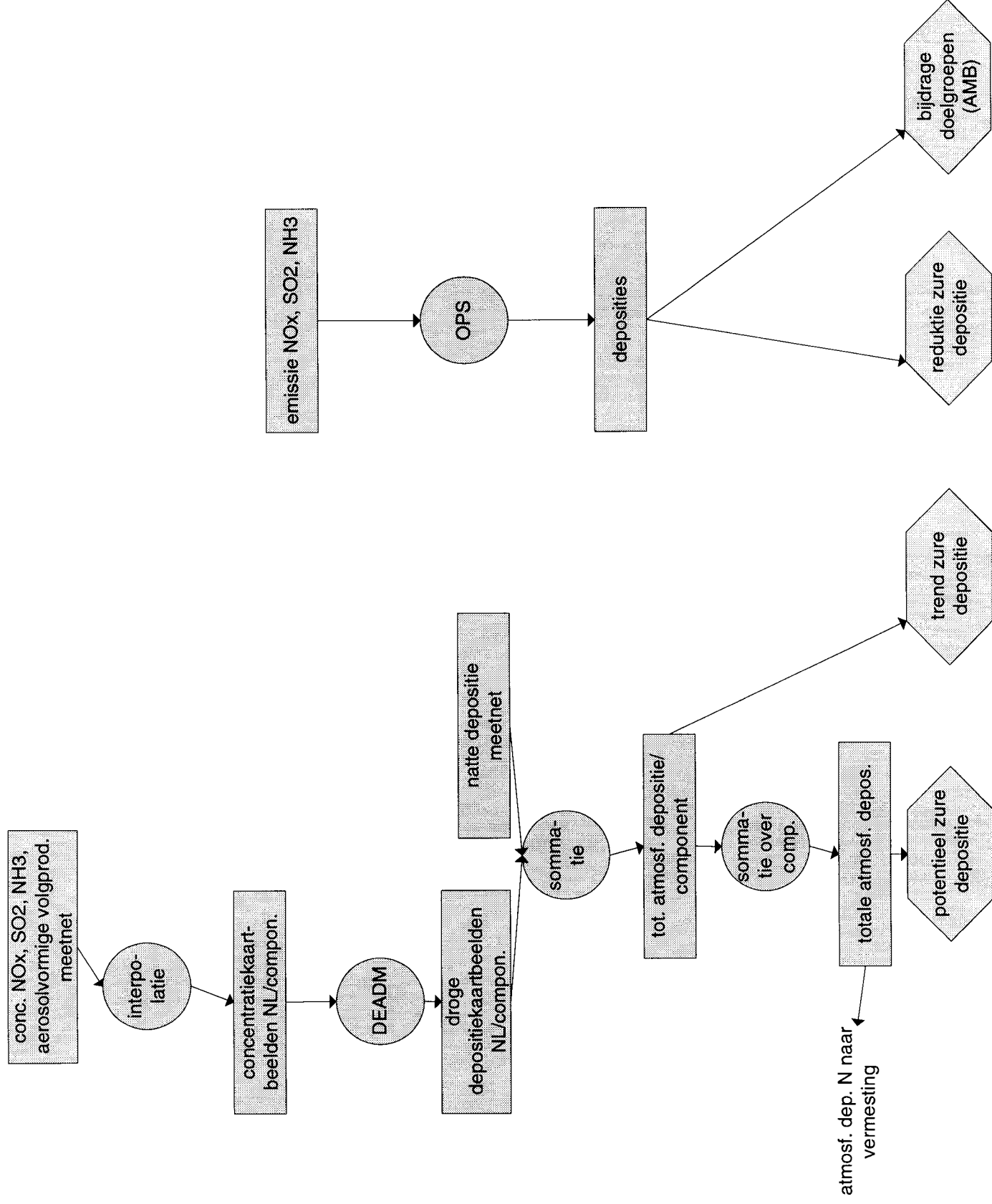
Het gehanteerde luchtverspreidingsmodel (OPS) wordt gehanteerd voor concentratieberekeningen van o.a. SO_x , NO_x en NH_3 . Het model is uitgebreid gevalideerd. In de jaren '70 en '80 is dit model en voorlopers daarvan op grote schaal getoetst, o.a. door middel van het luchtmeetnet, meetwagens en vliegtuigmetingen. Hierbij werden ook de SO_2 - en NO_x - in- en uitvoerbalansen van Nederland door metingen (remote sensing) vastgesteld. In internationaal verband vinden vergelijkende studies met andere modellen plaats. Het model is gepubliceerd in internationale tijdschriften. Uitgevoerde analyses wijzen op onzekerheden in de orde van enkele tientallen procenten. Voor *ammoniak* is sprake van grotere verschillen tussen berekende en gemeten concentraties. Onderzoek hiernaar is gaande.

Het model DEADM wordt gebruikt voor berekening van zure depositie op Nederland, zoveel mogelijk gebaseerd op metingen. Het model is uitgebreid gevalideerd, gereviewed en gepubliceerd. Uitgevoerde analyses wijzen op onzekerheden in de orde van 15-30% op nationale schaal.

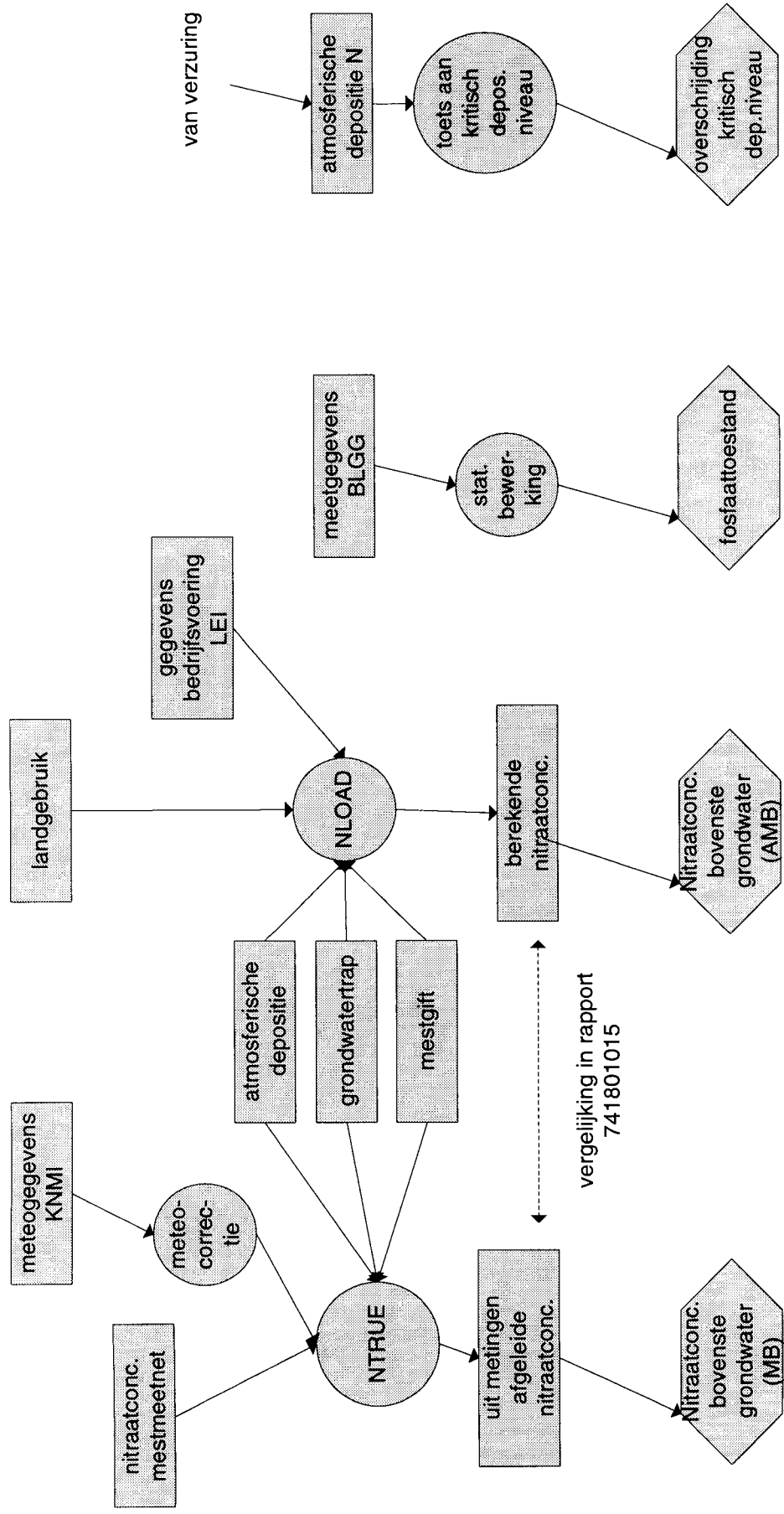
Emissies Milieubalans : (excl. geluid en buitenland)



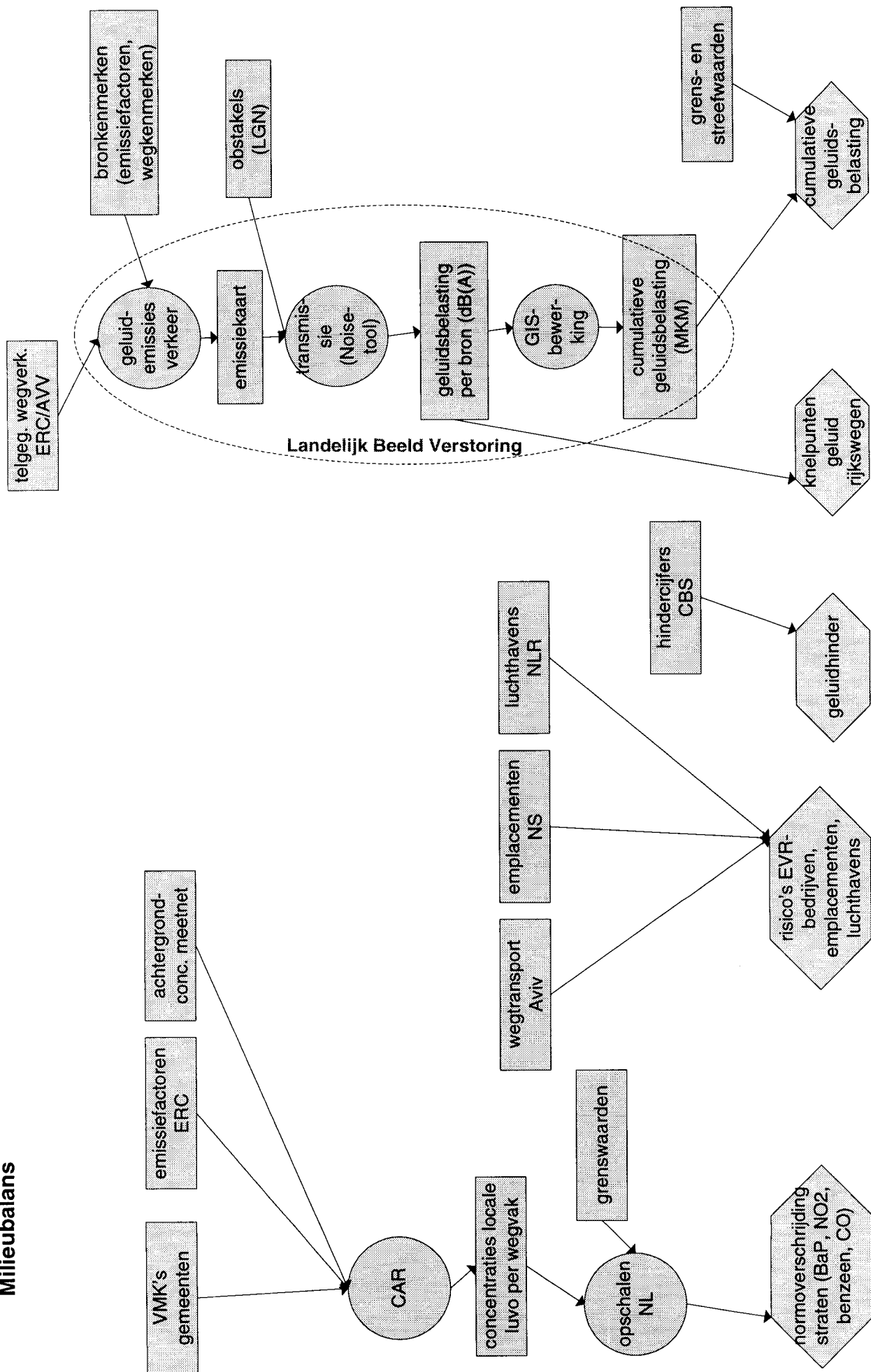
Verzuring Milieubalans



Vermesting
Milieubalans



Verstoring Milieubalans



OPS 2

29-jan-1999

Operationeel Prioritaire Stoffen model

Source: ModCat, the RIVM Model Catalogue.

Modelopzet Het Operationele Prioritaire Stoffen model is een model voor de berekening van gemiddelde concentraties in lucht en depositie vanuit de atmosfeer, op basis van emissies van een of meer bronnen in Europa. De volgende processen worden beschreven: emissie, dispersie, transport, omzetting natte depositie en droge depositie. Het OPS model is een analytisch model dat voor de lokale schaal gebruik maakt van de Gaussische dispersieformule. Voor transport over grotere afstand werkt het model als een trajectoriemodel. Het model wordt gedreven door actuele meteorologische waarnemingen en is statistisch in de zin dat voorkomende verspreidingssituaties vooraf in een preprocessor worden verdeeld over een aantal klassen (transportrichting, atmosferische stabiliteit, transportschaal) waarbij de bijbehorende verspreidingsparameters worden bepaald aan de hand van de eigenschappen van alle trajectorien die binnen de klasse vallen. Een jaargemiddelde concentratie/depositie wordt bepaald door het doorrekenen van alle klassen en weging achteraf met de frequentie van voorkomen. Het OPS model is bedoeld als een universeel model, geschikt voor een reeks van stoffen welk gedrag met eerste orde chemische reacties beschreven kunnen worden (dus niet voor ozon!). welke door een preprocessor vooraf zijn/worden bewerkt tot jaargemiddelde datasets. De invoer bestaat uit emissies vanuit bronnen naar lucht waarbij bron- eigenschappen als uitworphoogte e.d. bepalend zijn voor de verspreiding. Het model is gevalideerd aan de hand van metingen van het Landelijk Meetnet Luchtverontreiniging (SO₂ en NO_x lucht- en regenwaterconcentraties). De uitvoer bestaat uit concentratie en depositievelden met een te kiezen ruimtelijke resolutie. Standaard is een landelijke kaart op 5x5 km schaal uitgevoerd in het RDM coördinatenstelsel.

Validatie Het OPS model is beschreven in een proefschrift (Van Jaarsveld, 1995). Het model is hierin tevens vergeleken met metingen op verschillende niveaus (procesbeschrijvingen zoals menghoogtebepaling, beschrijving verticale dispersie enz.). Eindniveau is de vergelijking van totaalconcentraties veroorzaakt door alle bronnen in Europa zoals gemeten in het Landelijk Meetnet Luchtverontreiniging en andere metingen. De basisvalidatie is vooral geschied aan de hand van SO₂ en NO_x concentraties omdat hiervoor een veelheid aan metingen beschikbaar is en tevens omdat ook emissies van deze stoffen (relatief) nauwkeurig bekend zijn. Hierbij is vooral uitgegaan van concentraties van SO₂ en NO_x. Het model is in de loop der jaren ook betrokken geweest bij een aantal vergelijkende (internationale) studies, o.a. voor de berekening van zure depositie (Derwent et al., (1989) en de belasting van de Noordzee door lood (Krell, 1991). Ook de verspreiding op lokale schaal is onderwerp geweest van vergelijkende studies (Erbrink en Van Jaarsveld, 1992.; Mensink, 19... referenties: Derwent R.G., Hov O, Asman W.a.H., Jaarsveld J.A. van and Leeuw F.A.A.M. (1989) An intercomparison of long-term atmospheric transport models; the budgets of acidifying species for the Netherlands. Atmospheric Environment 23, 1893-1909. Erbrink J.J. en Van Jaarsveld J.A. (1992) Het Nationale model vergeleken met andere modellen en metingen. Lucht 3, 86-91. Krell U. (1991) Vergleich von modellen für den eintrag von spurenstoffen aus Deutschland. GKSS 91/E/79. Van Jaarsveld J.A. (1995) Modelling the long term atmospheric behaviour of pollutants on various

	spatial scales. Proefschrift Un.van Urecht. RIVM rapportnr. 722501005 Mensink C.
	Betrouwbaarheid Uit een gevoeligheids en onzekerheids analyse is afgeleid dat jaargemiddelde concentraties van SO ₂ en NO _x (landelijk gemiddeld) met een nauwkeurigheid van ca.10% kunnen worden berekend. Hierbij is de onzekerheid in de emissies niet meegenomen omdat deze in dit concept als invoer voor het model worden beschouwd. In het algemeen zijn emissies de beperkende factor (behalve wellicht voor SO ₂ en NO _x .) Voor concentraties op meer lokale schaal (5 x 5 km) moeten de onzekerheden met een factor twee worden vermenigvuldigd. In het geval van totale depositie van SO _x en NO _y komen de onzekerheden uit (jaargemiddelde, landelijke schaal) op 15 resp. 30%, waarbij ook voor de lokale schaal vermenigvuldigingsfactor geldt van 2. De uitgevoerde onzekerheidsanalyse is vooral gebaseerd op vergelijking van modelresultaten met metingen uit het Landelijk Meetnet Luchtverontreiniging.
Model type	Deterministisch, Dynamisch met een probabilistische aanpak
Compartment	Lucht
Target Group	Landbouw, Natuur
Theme	Veresting, Verzuring, Verspreiding
MPB Products	Natuur Verkenning 1997, Milieu Verkenning 97, Ruimtelijke Verkenning 97
Substance	Zware metalen, verzurende componenten, Fijn stof, VOC
Period	1980 t/m heden (per jaar), zichtjaren afhankelijk van beschikbare invoergegevens
Geo coverage	Locaal Locaal Nederland Provinciaal Provinciaal
Input from:	Crops Livestocks and Emissions from Agriculture in the Netherlands, Europese Emissie Module (onderdeel van RIM), PROces MOdel - Reken en Informatiesysteem Milieu
Output to:	AQUACID, Dutch Empirical Acid Deposition Model, Model vegetatie effecten, PROgnosis Model for Inputs to Surface water and Emission reduction, Soil Accumulation Assessment
Spatial resolution	Grid [5] bij [5] km , verschillende resoluties mogelijk (hangt o.a. af van invoer)
Temporal resolution	Jaar, maand, meerjarig gemiddelde
Functionality	
Quality	
Flexibility	
Performance	
User Friendliness	
Input/Output	
Further info	
Owner	J.A. van Jaarsveld tel:+31 30 2742818 fax:+31 30 2287531 eml:hans.van.jaarsveld@rivm.nl
Contact person	J.A. van Jaarsveld tel:+31 30 2742818 fax:+31 30 2287531 eml:hans.van.jaarsveld@rivm.nl
Data formats	name type format ASCII OPS-grid ASCII text

Technical Requirements PC- standard, MSDOS operating system

Documentation

J.A.van Jaarsveld, *Modelling the atmospheric behaviour of pollutants on various spatial scales (Proefschrift UvU, 1995)* , UvU Proefschrift; RIVM rapport nr. 722501005, , 1995.

J.A.van Jaarsveld, *An Operational atmospheric transport model for priority substances; specification and directions* , RIVM rapport 222501002, , 1990.

J.A.van Jaarsveld & F.A.A.M de Leeuw, *OPS:an operational atmospheric transport model for priority substances* , Elsevier Science Publishers, Environmental software 8 (1993) 91-100, 1993.

DEADM

25-jan-1999

Dutch Empirical Acid Deposition Model*Source: ModCat, the RIVM Model Catalogue.*

MODELOPZET : Om na te kunnen gaan hoe groot de potentieel zuur depositie in een bepaald gebied is en om de ontwikkeling daarvan in de tijd te kunnen volgen, is een rekenprocedure ontwikkeld die de depositie met een resolutie van 5x5 km berekent en waarbij zoveel mogelijk gebruik gemaakt wordt van meetgegevens. Het Dutch Empirical Acid Deposition Model (DEADM) is ontwikkeld voor het berekenen van de depositie van verzurende componenten op Nederland, zoveel mogelijk gebaseerd op metingen. Er wordt beperkt rekening gehouden met de receptorkarakteristieken van de verschillende ecosystemen anders dan de grootschalige ruwheid. Ook wordt geen rekening gehouden met randeffecten, effecten van ruwheidsovergangen en slechts beperkt met de invloed van meteorologische omstandigheden van de oppervlakte weerstand. Hierna volgt een korte beschrijving van de procedure; voor een uitvoeriger beschrijving wordt verwezen naar Erisman (1992). De totale jaarlijkse natte depositie flux wordt afgeleid uit de concentratie van de betreffende component in regenwater en de hoeveelheid neerslag, zoals bepaald op de 14 stations van het Landelijk Meetnet Regenwatersamenstelling. De droge depositie wordt bepaald uit de concentratie van een verzurende component in lucht en de depositiesnelheid. Deze is afhankelijk van de stofeigenschappen, karakteristieken van het receptoroppervlak en van meteorologische omstandigheden. Vanwege de grote variatie van de NH₃-concentratie in de ruimte en in de tijd is het niet mogelijk om aan de hand van metingen alleen een beeld te geven van de NH₃-concentratieverdeling over Nederland. Daarom wordt een jaargemiddeld NH₃-concentratie- en droge depositieveld berekend met het OPS model aan de hand van een gedetailleerd NH₃-emissiebestand.

VALIDATIE : In het kader van het proefschrift van de modelontwikkelaar van DEADM (J.W.Erisman) is de validiteit van het model op allerlei manieren onderzocht, geschat en beschreven. Hierbij hebben onder andere vergelijkingen met doorvalmetingen, droge depositiometingen en natte depositiometingen, alsmede met andere modellen plaatsgevonden. Publicaties over de resultaten verkregen met het DEADM model zijn verschenen in internationale vaktijdschriften. Het Additioneel Programma Verzuringsonderzoek, waarin veel resultaten verkregen met het DEADM model gebruikt is, is door internationale deskundigen gereviewd.

BETROUWBAARHEID : In het kader van het Additioneel Programma Verzuringsonderzoek 3e fase zijn schattingen gedaan van de onzekerheden in de berekening van de jaargemiddelde depositieflux. De onzekerheid in de totale potentieel zure depositie bedraagt 35-70% op 5x5 km schaal en 15-30% op nationale schaal, bepaald voor 1993. De onzekerheden zijn het grootst voor de stikstofdepositie op de lokale schaal.

Model type	Empirisch
Compartment	Lucht
Target Group	Ecosystemen
Theme	Vermesting, Verzuring
MPB Products	Milieu Balans 95/96/97, Milieubalans 97/98
Substance	NH _x , NO _y , SO _x , Potentieel zuur, Basische kationen
Geo coverage	Nederland Verzuringgebieden

Input from: European scale trends in atmospheric concentrations and depositions,
Operationeel Prioritaire Stoffen model
Output to: AQUACID, Model vegetatie effecten
Spatial resolution Grid [5] bij [5] km , Nederland , Verzuuringsgebied
Temporal resolution 1 jaar

Functionality

Quality

Flexibility

Performance

User Friendliness

Input/Output

Further info

Owner *Albert Bleeker*
tel:030-2744205 fax:030-2287531 eml:albert.bleeker@rivm.nl
Contact person *Albert Bleeker*
tel:030-2744205 fax:030-2287531 eml:albert.bleeker@rivm.nl

Documentation

J.W. Erisman, *Acid deposition onto nature areas in the Netherlands: part 2. throughfall measurements compared to deposition estimates*, Kluwer, Water, Air and Soil Pollution, 1993.

J.W. Erisman, *Atmospheric deposition of acidifying compounds in the Netherlands*, Univ. van Utrecht, Proefschrift, 1992.

J.W. Erisman, *Acid deposition to nature areas in the Netherlands: part 1. methods and results*, Kluwer, Water, Air and Soil Pollution, 1993.

J.W. Erisman en A.Bleeker, *Emissie, concentratie en depositie van verzurende stoffen*, RIVM, Bilthoven, Rapport nr. 300-05, APV3 (1991-1994), 1995.

Bijlage 5 Literatuur

A. Algemene Methodologie

Rapportnummer 723101002

Validatiemethodes voor gegevens van het Landelijk Meetnet

Regenwatersamenstelling (LMRe):

neerslaghoeveelheden en hoofdcomponenten

M.H.M. Somhorst, B.G. van Elzakker en P. Swaan, oktober 1994

Rapportnummer 723101017

Validatiemethode voor analyseresultaten van verzurende aerosolen in het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit

P. Swaan en B.G. Elzakker, april 1995

Rapportnummer 723101018

Validatiemethoden voor gegevens van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit: Vluchtige Organische Stoffen

M.H.M. Somhorst en B.G. van Elzakker, december 1995

Rapportnummer 461502009

Uncertainty in integrated assessment modelling, a cultural perspective based approach

M. van Asselt, J. Rotmans, M. den Elzen, H. Hilderink, maart 1995

Rapportnummer 715802001

Validation of the PESTLA model: definitions, objectives and procedure

AE Boekhold, H. van den Bosch, JJTI Boesten, M Leistra, FA Swartjes and AMA van der Linden, november 1993

Rapportnummer 259102014

Spatial data in EXPECT: errors and uncertainties

EM Elkenbracht, februari 1995

Publicatie: UNCSAM: a tool for automating sensitivity and uncertainty analysis

PHM Janssen, PSC Heuberger en R Sanders, september 1992

Rapportnummer 958805001

Gevoeligheidsanalyse en Onzezekerheidsanalyse: een Inventarisatie van Ideeën, methoden en technieken

PHM Janssen, W Slob en J. Rotmans, juli 1990

Rapportnummer 620110005

A probabilistic approach for deriving acceptable human intake limits and human health risks from toxicological studies: general framework

W. Slob, MN Pieters, juli 1997

Draft Document

Estimation of the hazardous concentration and fraction affected for normally distributed Species Sensitivity distributions

T. Aldenberg, JS Jaworska

Intern CIM-Rapport nr M028

Hoofdelementen van een procedure voor betrouwbaarheidsevaluatie

PHM Janssen, A van der Giessen, JJM van Grinsven, W. Slob en PFM Teunis

Maart 1998

Brief aan Min Vrom

nr 263/98 LSO Uijt/ms

inzake conceptrapport Berekeningsmethodiek tunnels/overkappingen

Rapportnummer 715204005

Probability distributions of dose conversion factors radionuclides used in a long-term safety assessment

G.M.H. Laheij, P.A.M. Uijt de Haag

september 1993

Rapportnummer 749201003

Opties voor het afleiden van streef- en interventiewaarden voor radonmoeders uit de ^{238}U - en ^{232}Th -reeks in de bodem

P. Stoop en J. Lembrechts

april 1993

Notitie:

Standard methods for land-use planning to determine the effects on societal risk

G.M.H. Laheij, J.G. Post, B.J.M. Ale

oktober 1998

Rapportnummer 610066004

Handrekenmethode voor het groepsrisico bij Externe Veiligheid

B.J.M. Ale, G.M.H. Laheij, P.A.M. Uijt de Haag

januari 1996

Publicatie:

Parameter estimation for kinetic interactions during colloid-facilitated transport in a porous medium

H. van de Weerd en A. Leijnse, 1996

Publicatie:

Predictability and Nonlinear Modelling in Natural Sciences and Economics

J. Grasman and G. van Straten, 1994

Rapportnummer 715206002

Executive summary validatie van modellen en internationale samenwerking

SM Hassanizadeh, A. Leijnse, MA Richardson- van der Poel PAM Uijt de Haag en H. van de Weerd, oktober 1993

Who's afraid of Zero's

Hae-Won Uh, B. van Es, R. Alkemade, A. Dekkers

Maart 1998

Intern CIM Rapport: Rapportnummer M021

Betrouwbaarheid: een uitwerking voor het RIVM werkveld

PHM Janssen, december 1997

B. Vergelijking Modellen met Metingen (kalibratie/validatie)

Rapportnummer 722108020

Karakterisering van regionale concentratievelden van ammoniak, 2e fase; Vergelijking gemeten concentraties en modelberekeningen

A. Bleeker, H. van Jaarsveld en J. Duyzer, maart 1998

Rapportnummer 715802002

Validation of the PESTLA model: Field test using data from a sandy soil in Schaijk (The Netherlands)

AE Boekhold, FA Swartjes, FG Hoogenboom, en AMA van der Linden, december 1993

Rapportnummer 607601002

Modeling of ecosystem function in aquatic microcosms as influenced by chronic levels of a fungicide and a herbicide

TP Traas, PJ van den Brink, JH Janse en T Aldenberg, juli 1998

Rapportnummer 733007003

Verkenning bodemkwaliteit regionale wateren

Huidige en toekomstige gehalten van zware metalen in slootbodems

PRG Kramer, S van Dijk en JEM Beurskens, mei 1998

Rapportnummer 734301010

Modellering van de verwijdering van *Cryptosporidium parvum*, *Giardia lamblia* en enterovirussen in spaarbekkens

CH Ratsak, december 1996

Rapportnummer 733007004

Prognose van de metaalgehalten in de landbodem onder invloed van het verspreiden van baggerspecie

S van Dijk, PRG Kramer en JEM Beurskens, juni 1998

Rapportnummer 715651011

Een analyse met GIS van de invloed van diffuse belasting met PAK op de waterbodemkwaliteit in het Hollands Noorderkwartier: WABOGIS

PJTM van Puijenbroek en R. Kampf, december 1998

Rapportnummer 732404007

Long-term changes of chemistry and biota in mooland pools in relation to changes in atmospheric deposition

H. van Dam, H. Houwling, FG Wortelboer en JW Erisman, mei 1996

Publicatie:

Microcosmos simulated: Modelling the combined effects of nutrients and an organophosphorus insecticide

JH Janse en TP Traas

Publicatie:

Het deltawat model: prognose van de Waterkwaliteit in de Rijn

T. Aldenberg, JM Knoop, FG Wortelboer, PJTM van Puijenbroek, PRG Kramer en GM van Dijk, juli 1997

Publicatie:

A food web model for fate and direct and indirect effects of dursban 4E (active ingredient chlorpyrifos) in freshwater microcosmos.

TP Traas, JH Janse, T. Aldenberg en ThCM Brock, februari 1998

Publicatie:

A model on the competition between two macrophyte species in acidifying shallow soft-water lakes in the Netherlands

FG Wortelboer

Publicatie:

ecological modelling

Fitting the dynamic model PCLake to a multi-lake survey through bayesian statistics

T. Aldenberg, JH Janse en PRG Kramer, april 1993

Publicatie:

Application of nine pesticide leaching models to the Vredepeel dataset II Pesticide fate

A. Tiktak

Publicatie:

Application of the pesticide transport assessment model to a field study in a Humic sandy soil in Vredepeel, the Netherlands

A. Tiktak, AMA van der Linden en LJT van der Pas

april 1997

Publicatie:

Calibration of the RIVM-large-scale groundwater flow model (LGM) for the Netherlands

A. Leijnse en MJH Pastoors, september 1996

Rapportnummer 711901027

natuur en Milieu in de Achterhoek; toetsing van het decision support system 'de Natuurplanner' op regionale schaal, een proefproject.

M. de Heer, JRM Alkemade, M. Bakkenes, F. Bekhuis, A. Bleeker, J. Gudden, J. Hoekstra, R. Pastoors, M. Rijken, HJ Reit en RJ van de Velde

Rapportnummer 714801015

Nitraat in het bovenste grondwater in de zandgebieden van Nederland: Een geografisch beeld op basis van monitoringgegevens en een vergelijking met de resultaten van procesmodellen

LJM Boumans en G van Drecht, februari 1998

Rapportnummer 715802002

Validation of the PESTLA model: Field test using data from a sandy soil in Schaijk (the Netherlands)

AE Boekhold, FA Swartjes, FGG Hoogenboom en AMA van der Linden, dec 1993

Rapportnummer 711901016

Kalibratie van Ellenbergs milieu-indicatiegetallen aan werkelijk gemeten bodemfactoren

JRM Alkemade, J. Wiertz en JB Latour, mei 1996

Rapportnummer 733001003

Application of three Forest-Soil atmosphere models to the Speuld experimental forest

A. Tiktak, JJM van Grinsven, JE Groenenberg, C van Heerden, PHM Janssen, J. Kros,

GMJ Mohren, C van der Salm, JR van de Veen, en W. de Vries, februari 1995

Kalibratie van Ellenbergs milieu-indicatiegetallen in SMART/MOVE

aanvullende kalibratie gegevens uit het ITORS bestand

Vakgroep Milieukunde, Universiteit Utrecht i.o.v. RIVM, december 1996

Publicatie:

Calibrating Ellenberg indicator values for moisture, acidity, nutrient availability and salinity in the Netherlands

ACD Ertsen JRM Alkemade en MJ Wassen

april 1997

Rapportnummer 714801015

Nitraat in het bovenste grondwater in de zandgebieden van Nederland; Een geografisch beeld op basis van monitoringsgegevens en een vergelijking met de resultaten van procesmodellen

LJM Boumans en G van Drecht, februari 1998

Concept rapport:

Monitoring van nationale ammoniakemissies uit de landbouw, op weg naar een verbeterde rekenmethodiek

JHAM Steenvoorden, WJ Bruins, MM van Eerdt, MW Hoogeveen, N Hoogervorst, JFM Huijsmans, H

Leneman, HG van der Meer, GJ Moneny, FJ de Ruijter

december 1998

C. Vergelijking Modellen met Modellen.

Rapportnummer 715801006

Validation of the PESTLA model: Comparison of PRZM-1, PELMO, LEACHP and PESTLA using the input data set for the Dutch standard scenario.

AHW Beusen, AE Boekhold, GB Makaske en AMA van der Linden, juni 1997

Publicatie:

Review of sixteen forest-soil atmosphere models

A. Tiktak en HJM van Grinsven

November 1993

Rapportnummer 715801006

Validatie of the PESTLA model: comparison of PRZM-1, PELMO, LEACUP and PESTLA using the input dataset for the Dutch standard scenario

AHW Beusen, AE Boekhold, GB Makaske and AMA van der Linden, juni 1997

Rapportnummer 713501001

Vergelijking van de RIVM-modellen CATS-1, Metras, NMP Culty, Simplebox en SOACAS voor de berekening van het gedrag van zware metalen in de bodem

HA Visserberg, JJM van Grinsven, D van de Meent en TP Traas, april 1996

D. Onzekerheids-/Gevoeligheids-/Betrouwbaarheidsanalyse Modellen

Rapportnummer 714701011

Betrouwbaarheid van milieu-informatie: analyse van een stikstofketen

JA Hoekstra en PSC Heuberger, april 1995

Rapportnummer 714701012

Betrouwbaarheidsanalyse van de NH₃-emissie berekeningen voor Nederland in 1992

PHM Janssen, AAM Kusse, AUCJ van Beurden, KW van der Hoek, PM van Egmond en NJP Hoogervorst, september 1995

Rapportnummer 714701013

Betrouwbaarheidsanalyse van de berekeningen voor 1992 van de NH_x concentraties en droge deposities met het OPS model

PSC Heuberger en JMM Aben, Juni 1995

Rapportnummer 714701014

Betrouwbaarheidsanalyse van de berekeningen voor 1992 van de NH_x en NO_y droge deposities met het DEADM model

PSC Heuberger en JW Erisman, mei 1995

Rapportnummer 959101007

Onzekerheidsanalyse van stikstofberekeningen met het NPKRUN model

R. Sanders CR Meinardi, A van der Giessen, november 1993

Rapportnummer 65

Staring Centrum

Het gebruik van onzekerheidsanalyse bij modelberekeningen: een toepassing op het regionale bodemverzuringmodel RESAM

J Kros, PHM Janssen, W. de Vries, CI Bak, Wageningen, 1990

Publicatie

Uncertainty analysis for the computation of greenhouse gas concentrations in IMAGE

Maarten S. Krol

Publicatie: Focus on emission factors: a sensitivity analysis of ammonia emission modelling in the Netherlands

H Ieneman, DA Oudendag, KW van der Hoek, PHM Janssen, Maart 1998

Publicatie: Bayesian uncertainty analysis in water quality modelling

PRG Kramer, ACM de Nijs en T Aldenberg

Publicatie:

Confidence limits for hazardous concentrations based on logistically distributed NOEC toxicity data

T. Aldenberg en W. Slob, mei 1995

Publicatie:

Effect of user interpretation on uncertainty estimates: examples from the air to milk transfer of radiocesium

G. Kircher, S. Ring Peterson, Ulla Bergstrom, S. Bushell, Ph. Davis, V. Filistovic, ATG Hinton, P. Krajewski. Th Riesen en P Uijt de Haag, maart 1997

Publicatie:

Uncertainty in a Regional-Scale assessment of Cadmium Accumulation in the Netherlands.

A. Tiktak, A. Leijnse en H. Vissenberg

Rapportnummer 959101007

Onzekerheidsanalyse van stikstofberekeningen met het NPKRUN model

R Sanders, CR Meinardi, A van der Giessen, november 1993

Rapportnummer 408143001

Heathsol: sensitivity/uncertainty analysis and validation

A. de Koning en AH Bakema, juli 1995

Rapportnummer 715810018

Evaluatie van de met CSOIL berekende blootstelling, middels een op Monte Carlo-technieken gebaseerde gevoeligheids- en onzekerheidsanalyse

HA Vissenberg en FA Swartjes, november 1996

Rapportnummer 679102039

Uncertainty analysis of EUSES: Improving risk management by probabilistic risk assessment

T. Jager, MGJ Rikken en P van der Poel

december 1997

Gevoeligheidsanalyse DEMNAT-2.0

MPT Arts, JPM Witte, R. van Ek, juni 1997

Publicatie:

Assessing model uncertainty for environmental decision-making: a case study of the coherence of independently derived environmental quality objectives for air and water

AMJ Ragas, RS Etienne, FH Willemsen, D van de Meent, 1999

Rapportnummer 719101031

Operational Uncertainties in SimpleBox

Operational uncertainty analysis of the air-water concentration ratio computed by SimpleBox for 11 volatile compounds

RS Etienne, A Ragas, D van de Meent, januari 1997

Rapportnummer 679102047

Uncertainty analysis of EUSES: interviews with representatives from Member States and industry

T Jager, oktober 1998

Rapportnummer 679102039

Uncertainty analysis of EUSES: Improving risk Management by probabilistic risk assessment

T Jager, MGJ Rikken, P van der Poel, december 1997

Rapportnummer 679102048

Evaluation of EUSES: inventory of experiences and validation activities

T Jager (ed.), oktober 1998

E. Meetnetevaluatie/analyse/optimalisatie

Rapportnummer 723101013

Validatie van de neerslaghoeveelheden en hoofdcomponenten van het Landelijk Meetnet

Regenwatersamenstelling: periode 1993

M.H.M. Somhorst, januari 1995

Rapportnummer 723101011

Een kwaliteitscontrole onderzoek in het Landelijk Meetnet Regenwatersamenstelling

E. Buijsman, november 1994

Rapportnummer 723101007

Onderzoek naar 11 ammoniak monitoren voor het interim meetnet ammoniak

B.G. van Elzakker, J. Stuiver, G.J.B.M. van Uden en J.W. Uiterwijk, maart 1995

Rapportnummer 723101015

Evaluatie, selectie en acceptatie van een nieuwe stikstofoxidenmonitor ten behoeve van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit

J.W. Uiterwijk, T.A. Regts en A. van der Meulen, februari 1995

Rapportnummer 723101006

Kwaliteitscontrole interim meetnet ammoniak: een onderzoek naar de invloed van de temperatuur in de meetstations

B.G. van Elzakker, J. Stuiver en G.J.B.M. van Uden, maart 1995

Rapportnummer 723101010

Validatie van fijn-stof (PM10) meetresultaten van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit

P. Swaan en B.G. Elzakker, oktober 1994

Rapportnummer 723101009

Development and evaluation of 2 prototype instruments for the measurement of ammonia in an automated network

B.G. van Elzakker, E.M. van Putten, D. van Straalen, J.W. Uiterwijk and C. van der Waa, januari 1996

Rapportnummer 723101030

Evaluatie van de meetstrategie voor Vluchtige Organische Componenten in het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit

E. Buijsman, H. Noordijk en K. van Velze, april 1997

Rapportnummer 722108016

Dry deposition monitoring over the Speulder forest. Description of the equipment and evaluation of the measuring methods

M.G. Mennen, J.W. Uiterwijk, E.M. van Putten, T.A. Regts, J. van Hellemond, C.J. Wiese, J.E.M. Hogenkamp, J.W. Erisman, F.C. Bosveld, G.P. Wyers en R.P. Otjes, Maart 1997

Rapportnummer 723101033

Een nieuwe meetstrategie voor de metingen van de chemische samenstelling van neerslag in het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit

E. Buijsman, A.L.M. Dekkers, J.J.M. Aben en J.A. van Jaarsveld, september 1998

Rapportnummer 722601004

Laboratory study of five methods for measuring ambient ammonium aerosol

EM van Putte, MG Mennen, september 1998

De relatie radiometrie-gravimetrie van de β -stofmonitoren van het landelijk meetnet luchtkwaliteit. In het kader van introductie β -stof projectnummer 723105

The Thirteenth Intercomparison of Analytical methods within EMEP

JE Hanssen en JE Skjelmoen

EMEP

Rapport

Milieukwaliteitsmonitoring in focus

Van Grunsven advies, interactief management

Project optimalisatie en integratie Milieukwaliteitsmonitoring, fase 3, VROM-DGM november 1994

Rapportnummer 190697006L

De Kwaliteit van het drinkwater in Nederland, in 1995

Handhaving Milieuwetten, ministerie VROM, 1997/114

F. Integratie Modellen/Methoden met Metingen

Rapportnummer 723301002

Evaluatie van de berekeningen van de atmosferische ammoniakconcentraties in Nederland: aanpassing van modelparameters en emissies op basis van meetgegevens.

PSC Heuberger, JMM Aben en ALM Dekkers, oktober 1995

Rapportnummer 714701015

Ruimtelijke interpolatie van NO- en NO₂-concentraties en windsnelheden in Nederland voor 1992

ALM Dekkers, oktober 1995

Rapportnummer 714801006

Landelijke beelden van de diffuse metaalbelasting van de bodem en de metaalgehalten in de bovengrond, alsmede de relatie tussen gehalten en belasting

G. van Drecht, LJM Boumans, D. Fraters, HFR Reijnders en W. van Duijvenbouden

augustus 1996

Publicatie:

Evaluatie van de effectiviteit van het ammoniakbeleid met metingen en modelberekeningen

JW Erisman, JA van Jaarsveld, A Bleeker, 1998

G. Betrouwbaarheidstudies

Publicatie: studies in environmental science 64

Acid rain research: do we have enough answers

GJ Heij en JW Erisman, conference 10-12 oktober 1994

H. Meetresultaten

Rapportnummer 723101027

Landelijk Meetnet Regenwatersamenstelling

Meetresultaten 1994

M.H.M. Somhorst, A.P. Stolk, oktober 1996

Rapportnummer 723101022

Meetactiviteiten in 1996 in het kader van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit

E. Buijsman en B.G. Elzakker, juni 1996

Rapportnummer 723101028

Aldehyde concentrations in ambient air. Results of a one-year measuring campaign at two sites in the Netherlands.

M.G. Mennen, H.P. Bos, S.H.M.A. Linders, G.H. Stil and P.R. Kootstra

april 1997

Rapport t.b.v. project 722101

Luchtkwaliteit Jaaroverzicht 1996

Rapportnummer 728001006

Proceedings of the CKO/CCB Workshop on Bottom-up and Top-down Emission Estimates of Greenhouse Gases in Bilthoven on 27-06-1997

LHMJ Janssen, P van Velthoven, F Dentener en AR van Amstel, oktober 1997

Rapportnummer 723101031

Hexavalent chromium in ambient air in the Netherlands. Results of measurements near wood preservation plants and at a regional site

MG Mennen, W. Koot, EM van Putten, R. Ritsema, S. Piso T. Knol, F. Fortezza en J.J.G. Kliest, april 1998

Rapportnummer 609026002

Gezondheidsrisico's brand El Al-boeing

M. van Bruggen, P.C.J.M. Janssen, J.J.G. Kliest, J. Meulenbelt, R.C.G.M. Smetsers, P.A.M. Uijt de Haag, G. de Mik, G. Elzinga (vz)

oktober 1998

Publicatie:

The quality of the groundwater in the Netherlands

HFR Reijnders, G van Drecht, HF Prins en LJM Boumans, juli 1997

Rapportnummer 609026002

Geondheidsrisico's brand El Al-boeing

M. van Bruggen, P.C.J.M. Janssen, J.J.G. Kliest, J. Meulenbelt, R.C.G.M. Smetsers, P.A.M. Uijt de Haag, G. de Mik, G. Elzinga (vz)

oktober 1998

Rapportnummer 610058006

Results of the second Dutch survey on radon in dwellings

P. Stoop, P. Glastra, Y Hiemstra, L de Vries en J. Lembrechts

april 1998

Rapportnummer 610053004

Radiologische consequenties van zinkrijke filterkoek bij Hoogovens Staal te IJmuiden (een voorbeeldstudie)

G.M.H. Laheij, G.J. Eggink

augustus 1996

Paper:

Geographical distribution of radiation risks in The Netherlands

Martien P.M. Janssen, Roelf O. Blaauboer, Mathieu J.M. Pruppers

Rapportnummer 610056044

Monitoring of radiation in airdust, deposition and an overall country milk sample. Results in the Netherlands in 1997

R.M.W. Overwater

juli 1998

Rapportnummer 610056043

Monitoring of radiation in airdust, deposition and an overall country milk sample. Results in the Netherlands in 1996

R.M.W. Overwater

februari 1998

Rapportnummer 610056029

Monitoring of radiation in the atmosphere and a food chain.

Results in the Netherlands in 1995

Laboratory of Radiation Research

september 1996

Rapportnummer 610056019

Monitoring of radiation in the atmosphere and a food chain.

Results in the Netherlands in 1994

Laboratory of Radiation Research

november 1995

Rapportnummer 610053003

Non-nuclear industries in the Netherlands and radiological risks

H.P. Leenhouts, P. Stoop, S.T. van Tuinen

maart 1996

Rapportnummer 610066003

Studie naar de gevormde hoeveelheid stikstofoxiden bij brand in opslagen van chemicaliën of bestrijdingsmiddelen

G.M.H. Laheij

december 1995

Rapportnummer 610066009

Studie naar de verbrandingsproducten van chemicaliën of bestrijdingsmiddelen

A.J.C.M. Matthijsen, G.M.H. Laheij, J.G. Post

januari 1998

Rapportnummer 243402001

Voedselconsumptie in Nederland. Spreiding en extremen binnen voedselklassen en bevolkingsgroepen.

E.J. de Jong, T.J. van de Ven-Breken, H. Noordijk, N. Kempers

oktober 1990

Rapportnummer 249103001

Stralingsbelasting in Nederland in 1988 (eindrapport)

R.O. Blaauboer, L.H. Vaas, H.P. Leenhouts

september 1991

Notitie:

De jacht op een Cs-137-wolk in Zuid-Europa; 'aftermath' van een ongeval in Algeciras

T. Hantke, F. Aldenkamp, R. Overwater, H. Slaper

oktober 1998

Rapportnummer 749208001

Oriënterend onderzoek naar een ^{226}Ra overschot in havenspeciepoldergronden in het Rijnmondgebied

J.E.T. Moen, P. Stoop, H.W. Köster

december 1992

Rapportnummer 610058001

Tussenrapportage over fase 1 en fase 2 van het vervolgonderzoek naar ^{226}Ra in havenspeciepoldergronden

P. Stoop, R. Pennders, J. Lembrechts

augustus 1994

Proefschrift:

Mapping Groundwater Quality in the Netherlands

EJ Pebesma, februari 1996

Rapportnummer 714801005

De kwaliteit van het grondwater op een diepte tussen 5 en 30 meter in Nederland in het jaar 1992 en de verandering daarvan in de periode 1984-1993

G. van Drecht, HFR Reijnders, LJM Boumans en W. van Duijvenbooden

April 1996

Rapportnummer 714810015

Een landsdekkend beeld van veranderingen in de Nederlandse grondwaterkwaliteit op 5 tot 17 meter diepte

EJ Pebesma en JW de Kwaadsteniet

februari 1996

Publicatie/tijdschrift Lucht

Themanummer: monitoring van luchtmissies

december 1998

Publicatie:

VROM-ER, Procesbeschrijving, Emissieregistratie

KPMG, oktober 1998

Rapportnummer 650010014
Fijn stof emissies in Nederland en buitenland
LG Wesseling, W Smeets, RMM vd Brink, R Thomas, april 1998

I. Meetnetopzet/strategie/technieken

Rapportnummer 722108003
A system for monitoring SO₂ dry deposition fluxes to low vegetation
M.G. Mennen, JW Erisman, EM van Putten, J van Hellemond, JEM Hogenkamp, HJMA Zwart en BG Elzakker,
juni 1997

Rapportnummer 714701017
Het IVM scannings- en scoutingsprogramma 1997
Selectie van onderwerpen en opzet van het programma
E. Buijsman, juni 1997

Rapportnummer 723101033
Een nieuwe meetstrategie voor de metingen van de chemische samenstelling van neerslag in het Landelijk
Meetnet Luchtkwaliteit
E. Buijsman, ALM Dekkers, JJM Aben en JA van Jaarsveld, september 1998

Rapport
Requirements on European air Quality monitoring information
RM van Aalst, H. Dovland en DP Lalas, augustus 1996

Paper:
An automated gross alpha/beta activity monitor applied to time-resolved quantitative measurements of ²²²Rn
Progeny in air
RCGM Smetsers

Notitie:
Comparing ground-level spectrally resolved solar UV measurements using various instruments: A technique
resolving effects of wavelength shift and slit width
H. Slaper, H.A.J.M. Reinen, M. Blumthaler, M. Huber, F. Kuik
oktober 1995

Rapportnummer 714831002
Effect van neerslag op nitraat in het bovenste grondwater onder landbouwbedrijven in de zandgebieden:
gevolgen voor de inrichting van het Monitoringnetwerk effecten mestbeleid op Landbouwbedrijven (MOL)
LJM Boumans, G. van Drecht en B. Fraters, april 1997

K. Beschrijving/toepassing modellen/rekenmethoden

Rapportnummer 703717001
Evaluation of the Netherlands Groundwater Model, LGM, for calculating pathlines, travel times and
concentration at abstraction wells
K Kovar, GJM Uffink en MJH Pastoors, november 1996

Publicatie:
Modelling the effect of atmospheric deposition on shallow heathland lakes in the Netherlands: Dry deposition on
water - now you see it, now you don't
FG Wortelboer, maart 1998

Publicatie:
Effect of eutrophication in drainage ditches
JH Janse, PJTM van Puijenbroek, maart 1998

Publicatie:

A model study of the stability of the macrophyte-dominated state as affected by biological factors

JH Janse, E van Donk en T Aldenberg, september 1996

Publicatie:

PCLAKE: a modelling tool for the evaluation of lake restoration scenarios

JH Janse en L van Liere, 1995

Publicatie:

A model of ditch vegetation in relation to eutrophication

JH Janse, 1998

Rapportnummer 610050 005

Modelling radon transport in Dutch dwellings

M.P.M. Janssen, L. de Vries, J.C. Phaff, E.R. van der Graaf, R.O. Blaauboer, P. Stoop, J. Lembrechts
december 1998

Publicatie:

Complementary studies: biosphere modelling for dose assessments of radioactive waste repositories

R.A. Klos, I. Simon, U. Bergström, A.M. Uijt de Haag, C. Valentin-Ranc, Th. Zeevaert, J.A.K. Reid, P. Santucci, J. Titley, J. Stansby
april 1997

Notitie:

Quantifying uptake kinetics by modelling accumulation using compartment models

M.P.M. Janssen, J.R.M. Alkemade
april 1997

Rapportnummer 728513012

Selection of values for radionuclide-specific parameters, to be used in calculations of radionuclide transport in the biosphere and of the radiation to man (PACOMA-project)

J.F. Lembrechts, H.W. Köster
juli 1989

Rapportnummer 749219001

Definitiestudie: Geïntegreerd Bron-Risicomodel voor Radon

G.M.H. Laheij, F.J. Aldenkamp, P. Stoop
oktober 1993

Rapportnummer 610066010

Handleiding bij het PC-pakket RORISC "Ruimtelijke Ordening en Risico"

G.M.H. Laheij, J.G. Post
maart 1998

Publicatie: Ozone depletion and skin cancer incidence: a source risk approach

H. Slaper, G.J.M. Velder, J. Matthijssen

Brief aan Letters to nature:

Estimates of ozone depletion and skin cancer incidence to examine the Vienna Convention achievements

H. Slaper, G.J.M. Velders, J.S. Daniel, F.R. de Gruijl, J.C. van der Leun
november 1996

Notitie:

Total solar radiation and the influence of clouds and aerosols on the biologically effective UV

J.A. Borderwijk, H. Slaper, H.A.J.M. Reinen, E. Schlamann
augustus 1995

Rapportnummer 743030002

A risk assessment method for accidental releases from nuclear power plants in Europe

H. Slaper, R.O. Blaauboer, G.J. Eggink

januari 1994

Publicatie:

Modelling cadmium accumulation at a regional scale in the Netherlands

A. Tiktak, JRM Alkemade, JJM van Grinsven en GB Makaske

1998

Publicatie:

Application of GIS to the modeling of pesticide leaching on a regional scale in the Netherlands

A. Tiktak en AMA van der Linden

Rapportnummer I14.1-03

Dutch priority programme on acidification

JJM van Grinsven, PHM Janssen, JG van Minnen, C. van Heerden, JJM Berdowski en R. Sanders

Proefschrift:

Modeling Non-Point source pollutants in soils

A. Tiktak, januari 1999

Rapportnummer 715501005

SOTRAS report 4

METRAS: a one-dimensional model for assessment of leaching of trace metals from soil.

GB Makaske, HA Visserberg, JJM van Grinsven, A, Tiktak en FJ Sauter, oktober 1995

Stageverslag

Charlotte van Wijk, de natuurplanner getest

Juni 1998

De modellering van de effecten van verzuring, vermesting en verdroging voor bossen en natuurterreinen ten behoeve van de milieubalans, milieuverkenningen en natuurverkenning

J. Kros, Wageningen 1998

Rapportnummer 715001005

Vergelijking van de abiotische en biotische modellering bij grondwaterstadsveranderingen in de voorspellingsmodellen SMART/MOVE en DEMNAT

A. van Hinsberg, juli 1997

Proefschrift:

National water management and the value of nature

JPM Witte, 1998

Rapportnummer 703717001

Evaluation of the Netherlands Groundwater Model, LGM, for calculating pathlines, travel times and concentration at abstraction wells

K Kovar, GJM Uffink, MJH Pastoors, november 1996

Proefschrift:

Modeling Non-Point Source Pollutants in Soils, applications to the Leaching and Accumulation of Pesticides and Cadmium

A Tiktak, februari 1999

Publicatie/Lucht en omgeving:

Methode voor de berekening van broeikasgasemissies

nr. 37, juli 1997

Publicatie/Lucht en omgeving:

Methoden voor de bepaling van emissies naar lucht en water

nr. 44, juli 1998

1e Concept:

Methodiekb beschrijving van de berekening van de emissies door mobiele bronnen in Nederland, in het kader van het Emissie Jaar Rapport

CBS, 1998

Publicatie/Lucht en omgeving:

Herberekening van emissies naar lucht voor de periode 1990 tot en met 1996

nr. 41, december 1997

Publicatie/Tijdschrift Bodem

Themanummer: Bodemkwaliteit in maat en getal

augustus 1997

Publicatie:

Journal of hazardous materials; Mapping the potentially affected fraction (PAF) of species as a basis for comparison of ecotoxicological risks between substances and regions

O Klepper, J Bakker, ThP Traas, D van de Meent, 1998

Rapportnummer 607504001

Mapping the Potentially Affected Fraction (PAF) of species as an indicator of generic toxic stress

O Klepper, D van de Meent, juni 1997

Publicatie:

Letter on Netherlands Greenhouse Gas Emissions 1990-1997

JGJ Olivier, JC van den Berg, J Spakman, december 1998

Rapportnummer 728001008

Greenhouse gas emissions in the Netherlands 1990-1996: updated methodology

J Spakman, JGJ Olivier, MMJ van Loon, december 1997