

Landbouwniversiteit
Historische Verzameling
Nr. D. 4. Hordijk

brj. 2

[Handwritten signature]

Landbouwniversiteit

milieu
gemodelleerd: de
rol van
systeemanalyse
in de milieukunde

door profdr. L. Hordijk

[Handwritten signature]

**MILIEU GEMODELLEERD:
DE ROL VAN SYSTEEMANALYSE IN DE
MILIEUKUNDE**

door prof.dr L. Hordijk



**Inaugurele rede uitgesproken op 14 november 1991
bij de aanvaarding van het ambt van
bijzonder hoogleraar in de Milieusysteemanalyse
aan de Landbouwuniversiteit te Wageningen**

*"Every model is a choice of problems",
T.R. Lakshmanan, Boston University*

MILIEU GEMODELLEERD: DE ROL VAN DE SYSTEEMANALYSE IN DE MILIEUKUNDE

Mijnheer de Rector, geachte dames en heren,

Inleiding

De laatste vijf jaren kunnen worden gekenmerkt door een steeds toenemende aandacht voor de problemen die zich in het milieu voordoen. Nadat het RIVM in december 1988 de eerste Nationale Milieuverkenning onder de titel "Zorgen voor Morgen" publiceerde (RIVM, 1988), en H.M. de Koningin in haar Kersttoespraak in datzelfde jaar veel aandacht besteedde aan het milieu, bereikte de publieke aandacht een hoogtepunt. Kort daarna werd voor de eerste keer een integraal plan voor milieubeleid gepubliceerd: het Nationaal Milieubeleidsplan (VROM, 1989), na een regeringswijziging gevolgd door een NMP+ (VROM, 1990). Hoewel de verleiding daartoe groot is, zal ik mij vandaag niet wagen aan een evaluatie van de uitwerking van dat NMP+ en de vele andere beleidsnota's die over milieu-aangelegenheden verschenen zijn (ik laat dat over aan de Tweede Nationale Milieuverkenning van het RIVM; RIVM, 1991). Wel zijn aan de orde de rol van de wetenschap, in het bijzonder de modellering bij de voorbereiding, onderbouwing en evaluatie van het beleid dat o.a in het NMP wordt voorgesteld. Daarnaast vraag ik uw aandacht voor de toekomstplannen van het Centrum voor Milieustudies Wageningen (CMW), één van de recente initiatieven van de Landbouwuniversiteit.

Terugblik

Voordat ik daaraan toekom wil ik eerst een aantal jaren met u terug gaan. Het zal zo omstreeks mijn zesde jaar geweest zijn dat ik voor het eerst een

milieuprobleem meemaakte. Op een dag rende mijn moeder plotseling naar buiten en begon verwoed de was binnen te halen. Wat was het geval? In het tuinbouwgebied waar wij woonden, werd veel gebruik gemaakt van vette steenkolen. Als de branders ontregeld waren braakten de schoorstenen vette zwarte roetmoppen uit. Het gevolg voor de nabije omgeving laat zich raden: hoge schoorstenen waren nog niet in zwang en dus werd de directe omgeving van de schoorstenen zwaar belast. Zo'n 15 jaar later was dit milieuprobleem als vanzelf opgelost. De Groningse aardgasbel was ontdekt, en de Westlandse tuinders gingen massaal over op deze relatief schone brandstof.

In die tijd sprak niemand nog over het, naar het schijnt, belangrijkste milieuprobleem van de laatste vijf jaar: de klimaatverandering. De aandacht voor milieuproblemen was in de jaren vijftig nog sterk lokaal gericht. Een kenmerk van de recente politieke aandacht voor het milieu is de gerichtheid op problemen op veel grotere ruimtelijke schaal (Europees en mondiaal). Hoewel de meningen over de ernst van de klimaatverandering nog enigszins verdeeld zijn, is de politiek er al druk mee bezig (Kakebeeke, 1990).

Een ander fenomeen van de laatste tijd is het spreken over 'duurzame ontwikkeling'. Sinds de (her)introdactie van dit begrip door de World Commission on Environment and Development (1987) wordt niet alleen het milieubeleid gedomineerd door deze terminologie, maar worden ook veel onderzoeksprogramma's van naam veranderd. Ik zeg met opzet 'herintrodactie' omdat ik enige tijd geleden een citaat van Calvijn onder ogen kreeg waarin duurzaamheid al

lang geleden werd gedefinieerd, zonder dat dit begrip genoemd werd. Het NMP definieert duurzaamheid als volgt:

"Een duurzame ontwikkeling is een ontwikkeling die voorziet in de behoeften van de huidige generatie zonder daarmee voor toekomstige generaties de mogelijkheid in gevaar te brengen om ook in hun behoeften te voorzien."

In de 16e eeuw formuleerde Calvijn het bij zijn uitleg van het bijbelboek Genesis aldus:

"Die een akker bezit, moet dus de jaarlijkse vruchten trekken, en toezien dat hij de grond door zorgeloosheid niet laat uitgeput worden, maar hij moet zich er op toelekken, om hem de nakomelingen over te leveren, zoals hij hem heeft ontvangen, of nog beter bebouwd." In 1974 stelde Nijkamp in zijn openbare les dat hij weinig gelukkig was met de materialistisch getinte omschrijving van milieubeheer door de UNESCO als zijnde: "the rational use of the earth's resources to achieve the highest quality of living for mankind". Daarnaast stelde hij het bijbelse idee van rentmeesterschap dat bij een economische analyse van milieubeheer ten volle kan functioneren (Nijkamp, 1974). Ook ik kan met de definitie van duurzaamheid uit het NMP beter uit de voeten dan met de oude UNESCO definitie, zij het dat alle drie genoemde definities wel erg eenzijdig van het belang van de mens uitgaan.

Ik heb collega's wel eens horen klagen: Als het maar duurzaam is, is het financierbaar. Nu zij het verre van mij te suggereren dat er onder het hoofdje 'duurzaamheid' weinig serieus onderzoek verricht wordt. Toch kan de vraag gesteld worden naar de operationaliseer-

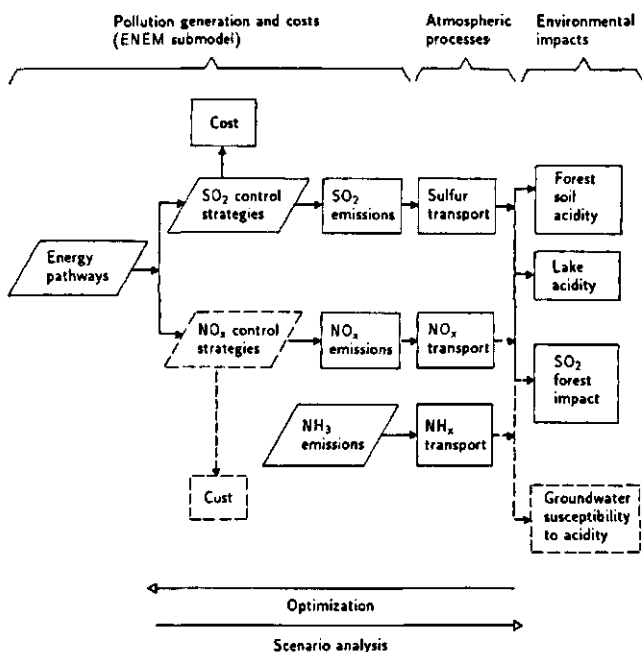
baarheid van dit begrip. In een poging tot operationalisatie stelde De Vries (1989) in zijn dissertatie o.a. voor om met behulp van strategische spelen beleidsmakers en -voorbereiders te laten zien welke consequenties er van hun handelen te verwachten zijn. In die visie worden modellen gebruikt, ook milieumodellen; en zo zou veel modelonderzoek vandaag als invulling van het begrip duurzaamheid kunnen dienen. Ik zal proberen voor die verleiding niet te bezwijken (althans voor vandaag) en U zonder verdere verwijzing naar duurzaamheid iets uiteenzetten over de rol van systeemanalyse in de milieukunde.

Milieukunde

Daartoe eerst even een uitstapje naar de milieukunde. Na vele jaren van worstelen met definities wordt tegenwoordig vaak de door Udo de Haes (1984) geïntroduceerde definitie gevolgd: "Milieukunde is de interdisciplinaire wetenschap die zich bezig houdt met de relatie tussen de mens en zijn milieu en met de potentiële en actuele problemen in deze relatie, met als doel op basis daarvan wegen aan te geven om deze problemen op te lossen of te voorkomen." Zonder deze definitie aan een uitgebreide analyse te onderwerpen en haar tot in alle details te willen onderschrijven, wil ik toch graag een paar belangrijke begrippen onderstrepen.

In de eerste plaats wil de milieukunde *interdisciplinair* zijn. Dat is een zware pretentie. Immers, het gaat daarbij niet alleen maar om het gebruiken van kennis vanuit een tak van wetenschap in een andere tak (transdisciplinariteit), of om het vanuit twee of meer

disciplines bestuderen van verschillende aspecten van een milieuprobleem (multidisciplinariteit), maar om integratie, als het ware op weg naar een nieuwe wetenschap (zie Spijker en Broekhans, 1991, voor een onderzoek naar milieukunde als interdisciplinaire probleemwetenschap). In mijn eigen ervaring lukt dat alleen maar als onderzoekers die zeer goed zijn in hun eigen vak aan een duidelijk afgebakend onderwerp geruime tijd hun aandacht kunnen geven. Ik benadruk de persoonlijke kwaliteit van de onderzoekers: als je je vak niet beheerst, is het onmogelijk om collega's uit andere disciplines het belang van dat vak duidelijk te maken. Ik benadruk ook de noodzaak om het onderzoeksgebied beperkt te houden. Maar al te gauw kan men voor de verleiding bezwijken om in interdisciplinair verband alle milieuproblemen aan te pakken. Als voorbeeld van zo'n beperkt veld wil ik u de ontwikkeling van het RAINS model noemen (zie Figuur 1). Dit model, dat de problematiek van de verzuring van Europa beschrijft, wordt sinds 1984 aan het International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) in Oostenrijk ontwikkeld (zie o.a. Alcamo *et al.*, 1990; Amann *et al.*, 1991; Hettelingh, 1990; Hordijk, 1991). Aan dit project hebben inmiddels meer dan twintig onderzoekers meegewerkt. Ze hadden als achtergrond disciplines als (in willekeurige volgorde) atmosferische chemie, meteorologie, wiskunde, economie, bodemkunde, bosbouw, limnologie, en systeemanalyse. Zoals de naam van het instituut al aangeeft, speelde de systeemanalyse een belangrijke rol bij de bouw van het RAINS model. In de praktijk van de bouw van het model functioneerde de systeemanalyse als bruggenbouwer (een functie waarover ik u later verder wil inlichten).



Figuur 1 Schema van het RAINS model.
(uit Alcamo *et al.*, 1990)

Een ander element van de milieukunde definitie waar ik u op wil wijzen is de *relatie tussen mens en milieu* die het aandachtsgebied van de milieukunde vormt. Hierbij wordt niet alleen gekeken naar de mens als blootgestelde aan milieuvervuiling, maar ook naar zijn

rol als vervuiler. Vanuit die optiek komen de economie en de sociale wetenschappen voor het voetlicht. Het is mijn stellige overtuiging dat deze wetenschappen een zeer belangrijke rol dienen te spelen in de bestudering en vooral ook in het aandragen van oplossingen voor de milieuproblemen. Uiteraard in aanvulling op de bekende basisdisciplines die van strategisch belang zijn voor het analyseren van milieuproblemen.

Tenslotte, de aangehaalde definitie van milieukunde spreekt ook over *potentiële problemen die moeten worden voorkomen of opgelost*. Hierbij is het van belang om in staat te zijn vooruitberekeningen te maken of, zo u wilt, voorspellingen te doen. Voor het doen van zulke vooruitberekeningen is het ontwikkelen van modellen noodzakelijk. In de korte tijd dat ik in uw midden verkeer heb ik ontdekt dat nagenoeg elke vakgroep zich met modelontwikkeling bezig houdt. Voor het onderwerp van vandaag wil ik me dan ook beperken tot die modellen die zich over meer dan één terrein van wetenschap uitstrekken. Dat de systeemanalyse hier een interessante rol kan spelen lijkt haast een overbodige opmerking.

Na deze aanloop wordt het nu tijd wat nader in te gaan op het onderwerp van deze rede. Ik wil dat doen aan de hand van een aantal aspecten maar zal eerst uw aandacht vragen voor een potentiële bedreiging voor de systeemanalyse.

Pseudo-science

In een belangwekkend artikel in de Scientific European werpen Funtowicz en Ravetz (1990) de interessante vraag op of de huidige milieuproblemen

die zich op wereldschaal voordoen een nieuwe tak van wetenschap noodzakelijk maken. Hun belangrijkste reden voor het stellen van deze vraag is de conclusie dat tegenwoordig de wetenschap te hulp wordt geroepen voor het geven van adviezen lang voordat alle gegevens voorhanden zijn. Als voorbeeld gebruiken Funtowicz en Ravetz de klimaatverandering. Volgens hen zijn de gegevens over het effect van de klimaatverandering, en zelfs de fundamentele data over een "ongestoord" klimaat in ernstige mate ontoereikend. De verschijnselen rond de verandering van het klimaat zijn nieuw, complex en sterk variabel. In zulke omstandigheden kan de wetenschap niet altijd goed gefundeerde theorieën aandragen voor de verklaring en voorspelling die gebaseerd zijn op experimenten en metingen (zie Asubel, 1991, voor een interessante beschouwing over een achttal quasi-harde stellingen over de klimaatverandering). Op zijn best zijn wiskundige modellen aanwezig die voor simulatie gebruikt kunnen worden. Deze modellen zijn niet te testen op de schaal waarop ze gebruikt worden. Slechts de mate waarin metingen uit het verleden gereproduceerd kunnen worden is een toets voor de waarde van deze modellen (Rotmans, 1990). Het probleem van het beleid is dan dat op basis van onzekere modeluitkomsten beslissingen moeten worden genomen, vaak onder druk van de urgentie van de problematiek.

In zulke omstandigheden kan de wetenschap het beleid niet bijstaan op basis van harde metingen, en voorspellingen op basis daarvan, maar moet worden volstaan met berekeningen die gemakkelijk kunnen worden beïnvloed door persoonlijke waarden en de politiek. In die omstandigheden dient "zachte" weten-

schappelijke informatie als basis voor "harde" beleidsbeslissingen. Het gevaar is groot dat een soort pseudo-wetenschap ontstaat gebaseerd op computer-modellen. Voor deze modellen geldt dan het bekende GIGO-principe: Garbage In, Garbage Out. Vaak zijn het ook nog GIGA modellen: door hun omvang is niet meer na te gaan hoe ze werken en waarom de resultaten eruit zien zoals ze eruit zien.

De kans is groot dat onder druk van inderdaad zeer urgente beleidsvragen een pseudo-wetenschap ontstaat zoals die hiervoor is geschetst. Deze dreiging wordt nog groter als men bedenkt dat de tegenwoordige grafische presentatie mogelijkheden van computer-modellen de droevige modelwerkelijkheid gemakkelijk kunnen verpakken in prachtige kleurenkaarten.

Wat moet er gebeuren om aan deze dreiging van pseudo-wetenschap te ontkomen? En welke rol speelt de systeemanalyse daarbij, in het bijzonder bij grootschalige milieuproblemen? Ik wil u nu een aantal aspecten noemen zonder daarbij naar volledigheid te streven.

Rol van de systeemanalyse

De systeemanalyse wil een methodische uitwerking geven aan de analogische toepassing van begrippen, wetten en modellen in de verschillende vakwetenschappen. Men heeft daarbij speciaal op het oog het formuleren van wiskundige uitdrukkingen voor bepaalde relaties tussen onderdelen van een systeem. De systeemanalyse lijkt daarom bij uitstek geschikt om te dienen als instrument om bruggen te slaan tussen verschillende disciplines die gezamenlijk een

probleem analyseren.

Eén van de grootste uitdagingen voor modelbouwers is om de *band met het veld- en laboratoriumonderzoek* te behouden en te onderhouden. Maar al te gemakkelijk leiden wiskundigen en systeemanalisten wiskundige relaties af uit gegeneraliseerd data-materiaal dat niet voor het doel van modellering werd verzameld. Vooral voor milieuproblemen op wereldschaal is de verleiding hier groot. Er valt immers zo weinig te meten, laat staan te experimenteren en te verifiëren. Om voldoende inzicht te krijgen voor het modelleren van bijv. "global change", is kennis nodig van processen die op nagenoeg alle ruimtelijke en tijdsschalen spelen. Het gaat dan om bodemprocessen die een tijdshorizon hebben van uren of dagen en zich op een paar vierkante meter afspelen. Maar ook om processen in ecosystemen waar we spreken in termen van jaren en decaden en tientallen tot honderden vierkante kilometers en om processen op wereldschaal waar het de zwavel- en koolstofcyclus betreft. Al deze processen zijn belangrijk als het erom gaat een goed wereldmodel voor "global change" te maken. Maar ze worden bestudeerd door een veelheid van afzonderlijke disciplines die hun succes mede hebben bereikt door binnen hun eigen ruimtelijke en tijdsdimensie te blijven. Het is dus logisch dat in veel disciplines de ervaring ontbreekt als het erom gaat die dimensies te overschrijden. Ik zie een belangrijke rol voor de systeemanalyse om een katalysator te zijn voor het overbruggen van die schaalverschillen.

Er kan zich ook een andere spanning opbouwen tussen modelbouwer en wetenschappelijk onderzoeker en wel wat betreft de toepasbaarheid en de actuele toepassing

van modellen. Zonder al te veel te willen generaliseren wil ik u drie bronnen van spanning noemen. De eerste betreft wat men zou kunnen noemen de grondhouding. De wetenschapsbeoefenaar is van nature grondig; alle uitspraken moeten goed onderbouwd, na te rekenen en gedegen zijn. De modelbouwer daarentegen is meer op snelheid gericht: de klant wacht en wil grafieken en tabellen zien waar hij wat aan heeft. In het verlengde van deze bron van spanning ligt het verschil in categorie van onderzoek waarin men zich thuis voelt. De modelbouwer is veeleer gericht op toegepast onderzoek terwijl zijn leverancier van proceskennis vaak getraind is het verrichten van fundamenteel wetenschappelijk onderzoek. Tenslotte uit zich nog een verschil tussen beiden als het gaat om de waardering van modellen. Door zijn kennis van de verschillende soorten onzekerheden in het systeem (waarop ik straks nog terugkom) is de fundamenteel onderzoeker eerder geneigd tot een pessimistische houding over de bruikbaarheid van modellen, vooral als het om grootschalige modellen gaat. De modelbouwer is vaak optimistischer van aard: hij ziet de gevaren wel maar denkt door de manier van modelleren een oplossing te kunnen creëren.

Dit alles overziende kan de rol van de systeemanalyse bestempeld worden als *bruggenbouwer tussen de natuurwetenschappen*.

Voorts bestaat er het gevaar dat een model veel te *complex* wordt. Het "onderhandelingsproces" tussen de modelbouwers/systeemanalisten en de onderzoekers met kennis van zaken op het specifieke schaal- en procesniveau kan als resultaat een zeer complex model

opleveren. Immers, ieder wil zo veel mogelijk van zijn eigen inbreng terug zien. Generalisaties worden vaak beschouwd als onwetenschappelijk en de modelbouwer komt in de verleiding zo veel mogelijk mee te nemen. Het is de rol van de systeemanalyse er op toe te zien dat het evenwicht bewaard blijft; het evenwicht tussen enerzijds de wetenschappelijke waarde en anderzijds de hanteerbaarheid van het model (zie Kakebeeke (1990) over de complexiteit van het RAINS model). *De systeemanalist als evenwichtskunstenaar.*

Voor de potentiële gebruiker van een model is het van belang dat er *sturingsvariabelen* aanwezig zijn. Als het om een model gaat dat in het beleid gebruikt moet worden, zullen die sturingsvariabelen op het beleid moeten aansluiten. In veel gevallen moeten dan de sociale wetenschappen te hulp worden geroepen. Hier dreigen de complexiteit en de spraakverwarring nog groter te worden. De complexiteit kan stijgen doordat het model moet worden uitgebreid met bijvoorbeeld een economisch deelmodel. Daarin worden de oorzaken van de milieuproblemen geanalyseerd aan de hand van een beschrijving van de maatschappelijke activiteiten, berekening van emissies en de potentie van technologische oplossingen voor de vermindering van de emissies. De uitkomst van dit model moet dan weer naadloos kunnen aansluiten bij modellen die het transport en de chemische omzetting van de emissies beschrijven. De spraakverwarring kan groter worden doordat (in ons voorbeeld) economen en biologen vanuit verschillende concepten werken en verschillende betekenis hechten aan een bepaalde vakterm. In het proces van modelbouw kan de syteemanalyse ook hier een bijdrage leveren. Doordat

de deelnemers uit de verschillende disciplines als het ware gedwongen worden hun ideeën te formuleren binnen de kaders die hen door de systeemanalist worden aangegeven, kan convergentie relatief gemakkelijk ontstaan. Ik wil dit samenvatten als: *De systeemanalist als bruggenbouwer tussen sociale wetenschappen en natuurwetenschappen.*

Zoals reeds eerder werd opgemerkt is vaak moeilijk zo niet onmogelijk om grootschalige modellen te toetsen. Toch worden zulke modellen relatief veelvuldig in het beleid gebruikt (Holling, 1990; Rotmans, 1990; Hordijk, 1991). Het is dan op zijn minst gewenst één of ander vorm van *onzekerheidsanalyse* toe te passen. In principe kan men drie soorten onzekerheid onderscheiden die zowel in de sociale als in de natuurwetenschappen gevonden kunnen worden. De eerste soort wordt wel de triviale onzekerheid genoemd en ontstaat door een gebrek aan specifieke informatie over processen en hun variabiliteit. Deze onzekerheid is te verminderen door gericht onderzoek. De tweede soort onzekerheid wil ik systeemonzekerheid noemen. Ze ontstaat doordat er onvoldoende begrip is van de werking van het systeem die met meer specifieke informatie niet is op te lossen. Men kan proberen deze onzekerheid te verminderen door grensverleggend onderzoek aan te vatten. In veel gevallen zal een multidisciplinaire benadering hier noodzakelijk zijn. Een derde soort onzekerheid wordt wel structurele onzekerheid genoemd. In tegenstelling tot de twee voorafgaande soorten is deze onzekerheid niet te elimineren. Ze wordt zichtbaar in niet-lineaire dynamiek, verrassing en chaos. Een geschikte reactie vanuit het onderzoek is het inbouwen van uitgebreide kritische en onaf-

hankelijke beoordelingen voor zowel de gebruikte concepten als de methodologie. Structurele onzekerheid kan men zowel bij de sociale wetenschappen als bij de natuurwetenschappen aantreffen en dus is het gewenst om door middel van gezamenlijke workshops ideeën en praktijken uit te wisselen.

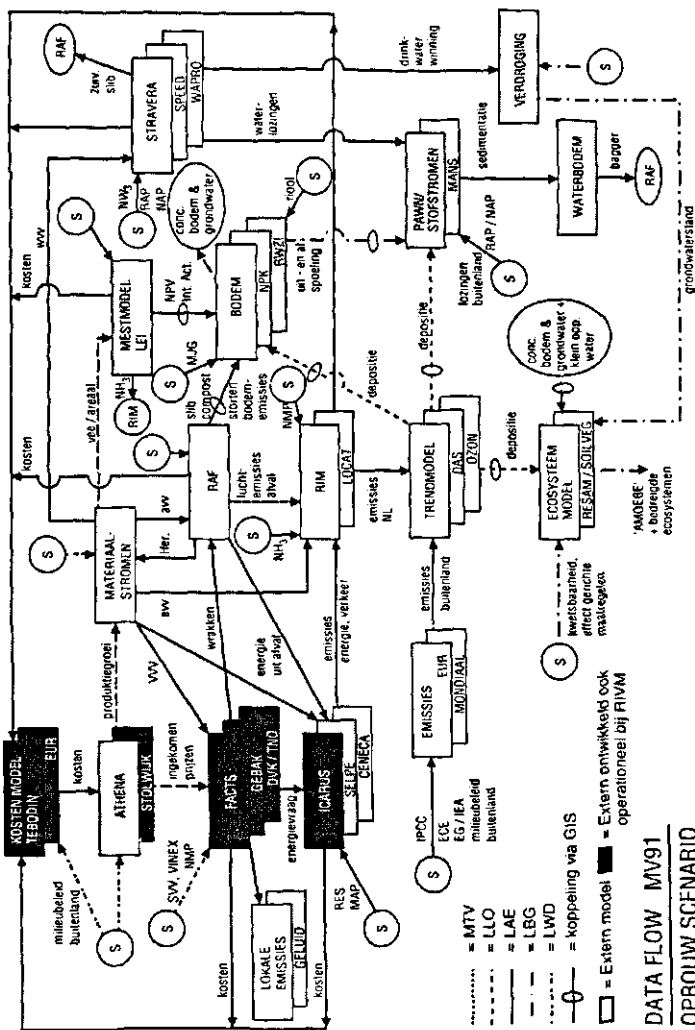
In zijn oratie 'Tussen utopie en dystopie' besteedde Schoonenboom (1990) vorig jaar op deze plaats nogal wat aandacht aan het begrip onzekerheid en vooral ook aan het omgaan met onzekerheden. Hij zei: "... eerder dan zekerheid is (...) onzekerheid de kern van het begrip toekomst, en dit in elk geval temeer naarmate de termijn waarover wordt nagedacht, toeneemt. Des te opvallender is het hoe weinig enthousiasme deze onzekerheid vaak ontmoet. Veel toekomstverkenningen zijn eerder te karakteriseren als zekerheid-zoekend." Ik wil mij daarbij aansluiten en aanvullend opmerken dat ik het streven naar absolute zekerheid zeker niet bedoeld heb bij mijn opmerkingen hierboven. Wel voer ik een pleidooi voor het adequaat hanteren van methoden en technieken die ons vanuit verschillende takken van wetenschap worden aangereikt om onzekerheden op het spoor te komen en waar mogelijk te verminderen. Dat er dan nog onzekerheden overblijven is inherent aan het beperkte menselijk kunnen. Het houdt tegelijkertijd de onderzoeker op zijn qui-vive.

Vanuit de systemanalyse kunnen zo methoden en technieken worden aangereikt om de verschillende soorten onzekerheid zo goed mogelijk te kwantificeren en in de presentatie van modeluitkomsten op te nemen. Uit zo'n analyse kan ook vaak worden afgeleid welke onzekerheid de grootste invloed heeft

op het eindresultaat van het model. Het lijkt verstandig onderzoek ten behoeve van modelbouw althans ten dele te laten sturen door de uitkomsten van een onzekerheidsanalyse op systeemniveau. We zien hier *de systeemanalist als leverancier van technieken*.

Vatten we dit alles nog eens kort samen, dan kan gezegd worden dat de systeemanalyse bij de modelbouw in de milieukunde een belangrijke taak kan hebben. Een taak als bruggenbouwer, evenwichtskunstenaar en technicus. Dat dat geen gemakkelijke taak is kan uit Figuur 2 blijken (overgenomen uit Bakkes *et al.*, 1991). Hierin is weergegeven hoe bij het RIVM de stroom van gegevens van model naar model verloopt. Het gaat hier om een complex van modellen die worden gebruikt bij het vervaardigen van de milieu toekomstverkenningen (RIVM, 1991). Deze figuur is niet bedoeld om nu uitgebreid te analyseren, maar om de graad van complexiteit aan te geven.

Niet alleen is in deze figuur een groot aantal modellen opgenomen die binnen het RIVM zijn ontwikkeld, maar ook gaat het om een haast even groot aantal modellen van andere instituten. U kunt zich voorstellen dat een gedegen analyse van het hele systeem noodzakelijk was en blijft. Voor de Landbouwniversiteit is de rechterbovenhoek van de figuur interessant. Daar gaat het over de mestproblematiek in den brede: modellen voor bronnen, verspreiding, uit- en afspoeling, effecten en mogelijkheden voor vermindering van de milieubelasting. Deze rij lijkt mij een kolfje naar de hand voor de Landbouwniversiteit die immers op elk van deze terreinen veel expertise in huis heeft. Ik stel mij dan



Figuur 2 Modellen voor scenario-analyse bij het RIVM
(uit Bakkes et al., 1991)

ook voor vanuit het Centrum voor Milieustudies te pogen dit onderdeel van de RIVM-modellenketen aan te pakken. Voor u als vakgroepen een uitdaging om uw kennis te combineren, voor het Centrum een aanzienlijke taak om het overzicht te behouden en in overleg met het RIVM een stap voorwaarts te maken. Ik hoop aan het vervullen van deze taak mijn bescheiden bijdrage te mogen leveren.

Het Centrum voor Milieustudies Wageningen

Zo ben ik dan toegekomen aan de taken waarvoor het Centrum voor Milieustudies (CMW) geplaatst is. Het CMW is een samenwerkingsverband tussen dertien vakgroepen van de Landbouwuniversiteit. Vanuit die achtergrond wordt het brede terrein van de milieuproblematiek bestudeerd vanuit diverse natuurwetenschappelijke en sociaalwetenschappelijke disciplines. Ook de relatie tussen landbouwactiviteiten en de daardoor veroorzaakte milieuproblemen vormt onderwerp van studie van het Centrum. De meerwaarde van het Centrum ligt in de multidisciplinaire aanpak van de milieuproblemen, waarbij gestreefd wordt naar een zichtbare combinatie van de natuurwetenschappen en de sociale wetenschappen. Bij de beschrijving van het taakveld van het Centrum is het van belang de werkzaamheden van de participerende vakgroepen enerzijds en het werk van het Centrum anderzijds op elkaar aan te laten sluiten. Het taakveld wil ik als volgt omschrijven: "Het CMW richt zich op de bestudering van ketens van veranderingen in de biosfeer als gevolg van maatschappelijke activiteiten. Vanuit de natuurwetenschappelijke vakgroepen wordt hiervoor de inhoudelijke kennis van processen en effecten (inclusief de effecten op de mens) ingezet,

terwijl de maatschappijwetenschappelijke en technologische vakgroepen de oorzaken en de oplossingen van de milieuproblemen analyseren. De integratie van de kennis van beide groepen wordt aan de hand van concrete projecten tot stand gebracht."

Taken van het CMW

De belangrijkste werkzaamheden van het Centrum zijn:

- het coördineren van milieu-onderzoek en -onderwijs binnen de Landbouwniversiteit gericht op de integratie van de sociale, economische en technische wetenschappen;
- het uitvoeren van vakgroepoverstijgende onderwijs- en onderzoekactiviteiten op het milieuterrein, in het bijzonder de milieusysteemanalyse, de milieumodellering en de multidisciplinaire milieustudies;
- het coördineren en uitvoeren van post-doctoraal onderwijs in het kader van de Universitaire Beroepsopleiding Milieukunde (UBM) in samenwerking met de Rijksuniversiteit Leiden (Centrum voor Milieukunde Leiden), de Vrije Universiteit (Instituut voor Milieuvraagstukken), en de Universiteit van Amsterdam (Interfacultaire Vakgroep Milieukunde);
- het coördineren van het AIO-netwerk Milieukunde en het ontwikkelen van een Onderzoekschool Milieuwetenschappen;
- het ontwikkelen, stimuleren en coördineren van nieuwe onderzoek- en onderwijslijnen op het terrein van de milieuwetenschappen waarbij de integratie van de onderscheiden takken van wetenschap voorop staat;

- het vertegenwoordigen van de Landbouwniversiteit op het terrein van de milieuwetenschappen;
- het bevorderen van internationaal milieu-onderzoek, gericht op zowel Europa als de Derde Wereld.

Een aantal van deze taken is ter hand genomen door kerngroepen, waarin wordt deelgenomen door de in het Centrum participerende vakgroepen.

Het is ondoenlijk om in dit kort bestek al deze taken verder uit te werken; ik zal daarom volstaan met een (subjectieve) selectie.

Onderwijs

Ik begin met de onderwijstaken die binnen het Centrum vooral worden behartigd door dr H. de Jager. Reeds in 1972, in de aanloop tot de tweede milieugolf, begon de Landbouwniversiteit met een volledige studierichting milieuhygiëne. Deze studierichting kent thans zes specialisaties: waterkwaliteit; bodemkwaliteit; luchthygiëne; milieutechnologie; milieu, arbeid en gezondheid; en milieubeheer. De studierichting verheugt zich in een voortdurend grote belangstelling met een instroom in dit studiejaar van ca. 130 studenten. Zij telt op dit moment ongeveer 600 studenten. Jaarlijks levert de studierichting 100 afgestudeerden af die ingezet kunnen worden in uiteenlopende functies bij de overheid, in het bedrijfsleven en in het wetenschappelijk onderzoek. Momenteel zijn 700 afgestudeerde milieuhygiënisten werkzaam in Nederland en daarbuiten. Ook binnen andere studierichtingen bestaat een breed scala van milieuspecialisaties; van milieubiologie, duurzame

landbouw, biologische gewasbescherming, milieueconomie tot milieu en ruimtelijke organisatie.

Het CMW heeft de verantwoordelijkheid voor het vakgroepoverstijgend onderwijs in de studierichting zoals de milieuhygiënevakken in de propaedeuse en het doctoraal, de Inleiding Milieubeheer, Milieu en Derde Wereld, praktijkstages en afstudeervakken Milieustudies en Milieusysteemanalyse.

Een andere belangrijke onderwijstaak vindt het Centrum in het participeren in de Universitaire Beroepsopleiding Milieukunde. Deze opleiding duurt één jaar en is bedoeld voor afgestudeerden van een universiteit of hogeschool die zich verder willen bekwamen in kennis en vaardigheden die nodig zijn om milieuproblemen aan te pakken. De voltijdsopleiding bevat onder andere een multidisciplinair project. In het afgelopen studiejaar trok de UBM-studie 'Doelgroepbeleid Glastuinbouw' (UBM, 1991), die vanuit de LUW werd begeleid, veel aandacht en werd een aanbeveling van deze studie inmiddels in het beleid in de provincie Zuid-Holland overgenomen.

Onderzoek

Zoals hiervoor reeds werd aangeduid is het onderzoekveld van het Centrum zeer breed. Er is daarom gekozen voor een aantal concrete onderwerpen die in projectvorm zullen worden uitgevoerd. Het gaat om de volgende brede onderwerpen:

- Regionale milieustudies en gebiedsgericht beleid;
- Milieu-effecten van de Nederlandse landbouw;
- Europees verzuringsbeleid;

- **Integraal ketenbeheer.**

Verder is het CMW voornemens om deel te nemen aan studies waarin de operationalisering van het begrip Duurzame Ontwikkeling aan de orde komt. Een eerste project is reeds gefinancierd door de Raad voor het Milieu- en Natuuronderzoek en wordt uitgevoerd door de vakgroep Staathuishoudkunde en het Centrum.

Het eerste onderwerp, de regionale milieustudies, is inmiddels in een stadium waarin externe financiering wordt gezocht. Zowel in de tweede (NWO) als in de derde (RIVM) geldstroom zijn de eerste projectvoorstellen ingediend. In de kerngroep participeren leden van vijf verschillende vakgroepen.

Over het onderwerp 'Milieu-effecten van de Nederlandse landbouw' sprak ik hiervoor al in het kader van de systeemanalyse van de mestproblematiek. Uiteraard is verdere uitwerking van dit brede onderwerp nodig. Aan het onderwerp 'Europees verzuringsbeleid' wordt gewerkt vanuit vier vakgroepen en het Centrum.

Het Centrum is nauw betrokken bij het formuleren van een voorstel voor een Onderzoeksschool Milieuwetenschappen. In samenwerking met de instellingen die ook in de UBM participeren, wordt er naar gestreefd een breed georiënteerde onderzoeksschool op te richten. Binnen de Landbouwuniversiteit wordt hieraan ook deelgenomen door een aantal vakgroepen die (nog) niet in het Centrum deelnemen.

Ter afsluiting van dit korte overzicht van de onderzoekactiviteiten van het CMW wil ik wijzen op een interessant interview met de directeur van NWO, drs. W. Hutter (Hommes, 1990). Hij wijst daarin op

de noodzaak voor meer multidisciplinair onderzoek en stelt dat ook NWO hieraan een bijdrage moet geven. Ik vind dit een zeer positieve ontwikkeling en hoop dat vanuit de Landbouwniversiteit o.a. aan het komende NWO prioriteitsprogramma "Duurzaamheid en Milieukwaliteit" een grote bijdrage zal worden geleverd. Dat daarbij ook samenwerking met instituten buiten de LUW noodzakelijk is, zal duidelijk zijn. Ik hoop dat deze samenwerking met o.a. DLO-instituten en het RIVM ook door het Centrum kan worden bevorderd.

Geachte toehoorders,

Ik heb getracht u een beeld te schetsen van de rol van de systeemanalyse in de milieukunde en van de taken van een nieuw Centrum in de Landbouwniversiteit. Ik beseft dat ik in dit korte bestek niet alles naar voren kon brengen dat relevant zou kunnen zijn. Toch hoop ik dat u nu een beter inzicht heeft in beide onderwerpen en ook in de relatie daartussen. Tevens hoop ik dat ik voor de vakgroepen voldoende aanknopingspunten heb gegeven om de samenwerking met het Centrum voor Milieustudies verder gestalte te geven.

Geachte leden van het College van Bestuur, geachte leden van het Bestuur van het Wageningenfonds,

In juni 1990 werd het Centrum voor Milieustudies Wageningen opgericht. U, College van Bestuur, voldeed daarmee aan de wens die uit de werkgroep Milieuhygiëne naar voren was gekomen. In tegenstelling tot veel van onze zusterinstituten aan de andere Nederlandse universiteiten kwam de wens naar een milieu-instituut uit de faculteit naar voren. Dat

maakt het voor mij gemakkelijker dan collega's die in het begin van de jaren zeventig een milieukunde-instituut moesten leiden. Anderzijds rust op mij de moeilijke taak om zo'n instituut in Wageningen vorm te geven. In Wageningen, waar al zo ontzettend veel milieu-onderzoek plaats vindt en waar zich de enige volledige opleiding in de milieuhygiëne bevindt. U heeft mij, toch wel een beetje tot mijn verrassing, op die plaats benoemd. Ik zal mijn uiterste best doen om aan de hooggespannen verwachtingen van uw college te voldoen.

U, Bestuur van het Wageningenfonds, hebt mij benoemd als bijzonder hoogleraar in de Milieu-systeemanalyse. Enerzijds een nieuw vak aan deze universiteit, anderzijds trof ik een aantal collega's aan met elementen van de systeemanalyse en de systeemkunde in hun leeropdracht. Als eerste een leerstoel te bekleden heeft de charme van het nieuwe en de mogelijkheden er iets van te maken. Vooral de combinatie met mijn functie van directeur van het CMW geeft mij niet het gevoel "bijzonder" te zijn. Ik dank u voor uw vertrouwen.

Lieve ouders,

Zonder jullie inspanning en opofferingen was ik nooit naar het middelbaar onderwijs gegaan en aan een academische studie begonnen en zou ik hier niet staan.

Lieve Eljoke, Leonard, Theodoor en Marius,

Jullie begrip voor mijn passie voor het werk in deze functie maar ook in de vorige is niet in woorden uit te drukken. Ik hoop dat jullie mij blijven corrigeren als

de balans tussen werk en gezin al te zeer verstoord dreigt te worden.

Hooggeleerde Nijkamp, beste Peter,

Reeds in 1968 kruisten zich onze wegen toen ik bij je kwam om te praten over een studie econometrie. Ik ben nog steeds blij dat je toen je enthousiasme zo overtuigend wist over te brengen dat ik spoorlags aan de studie ben gegaan. Deze studie heeft mij een zodanige wiskundig-statistische basis gegeven dat het begrijpen en soms opzetten van modellen in andere takken van wetenschap niet al te moeilijk is. Jouw manier om mensen te stimuleren is bekend bij ieder die met en bij je gewerkt heeft. Evenals jij grijp ik ook nog regelmatig terug naar het werk van Willem Somermeijer, ons beider leermeester in de Wiskundige Economie in Rotterdam (Somermeijer, 1967), die reeds geruime tijd geleden is overleden. Ook ben ik je dankbaar voor je niet geringe invloed op ons besluit een aantal jaren bij IIASA in Oostenrijk te gaan werken. Deze periode heeft uiteindelijk geleid tot een proefschrift, al was het niet op het onderwerp waar we eerder aan gewerkt hadden. Hartelijk dank voor je accurate begeleiding bij het schrijven van mijn dissertatie. Zou het al lang geduurd hebben, dan had dat zeker niet aan jou gelegen.

Hooggeleerde Opschoor, beste Hans,

Zoals je bij mijn promotie al opmerkte, hebben we elkaar verschillende malen wederzijds opgevolgd, al heb ik het niet gebracht tot voorzitter van de Raad voor Milieu- en Natuur Onderzoek. Ik zal de wervelende inwerkperiode bij het Instituut voor

Milieuvraagstukken eind 1978 niet gemakkelijk vergeten. Het was aan dit instituut dat ik de basis heb kunnen leggen voor mijn kennis van de milieuproblematiek.

Oud-collega's van het RIVM,

Vanaf eind 1987 heb ik bij jullie op verschillende plaatsen leiding aan onderzoek mogen geven. Op die manier kwam ik met veel aspecten van het milieuonderzoek in aanraking. Ik wil jullie bedanken voor de souplesse waarmee jullie een nieuweling in een zo groot bedrijf als het RIVM hebt opgevangen. In 1989 en daarna heb ik het Bureau Milieutoekomstverkenningen op poten kunnen zetten. Jullie eerste grote produkt, de Tweede Nationale Milieuverkenning is nu gereed. Ik ben er trots op dat ik het grootste deel van de produktie van dit belangrijke werk heb kunnen meemaken, al had ik liever ook de laatste ronde meegemaakt. Ik ben ervan overtuigd dat jullie in Rob Maas een uitstekende opvolger voor mij hebt gekregen. Een speciaal woord van dank aan RIVM-directeuren Van Egmond en Langeweg met wie ik zeer intensief heb samengewerkt. Klaas, jouw inzet bij het tot stand brengen van een zo gecompliceerd produkt als de Milieuverkenningen is enorm en is door mij altijd zeer gewaardeerd. Fred, bij jou heb ik zeer veel managementervaring opgedaan. Dit, en je altijd optimistische kijk op het leven, zal mij lang bijblijven. Zoals hierboven al eerder bleek, de banden met het RIVM zijn niet verbroken en ik zie uit naar een vruchtbare samenwerking tussen RIVM en Landbouwniversiteit.

Collega's van het Centrum voor Milieustudies,

In de zeer korte tijd dat ik bij jullie ben hebben jullie mij uitstekend bijgestaan in de taak om het Centrum op te bouwen en de zo noodzakelijke relaties binnen de universiteit te verstevigen.

Leden van de vakgroepen,

In de eerste maanden van mijn verblijf aan de Landbouwwuniversiteit heb ik alle bij het Centrum aangesloten vakgroepen bezocht. Ik ben daarbij aangenaam verrast door de grote mate van openheid die jullie in die gesprekken hebt getoond. Voeg daarbij jullie vergaande bereidheid tot samenwerking, en het zal duidelijk zijn dat ik vol vertrouwen uitkijk naar een intensivering van de contacten en een substantiële bijdrage van jullie aan het werk van het Centrum. De intensieve samenwerking bij het formuleren van een voorstel voor een onderzoekschool milieuwetenschappen is voor mij een bewijs dat die substantiële bijdrage er ook zal komen. Een speciaal woord van dank aan de leden van de vakgroep Wiskunde is op zijn plaats. Hoewel ik nog niet elk lid van deze grote vakgroep heb ontmoet, wil ik jullie bedanken voor de wijze waarop ik in jullie midden ben opgenomen.

Dames en heren studenten,

Hoewel mijn contacten met u voorlopig nog zeer beperkt zijn geweest, hoop ik dat deze oratie ook voor u een bijdrage kan zijn in uw vorming tot milieuhygiënist. In uw toekomstige beroepspraktijk zult u regelmatig geconfronteerd worden met

ingewikkelde en multidisciplinaire milieuproblemen.
Ik hoop een aantal van u als afstudeerder mede te
mogen voorbereiden op die beroepspraktijk.

Ik dank u voor uw aandacht.

LITERATUUR

Alcamo, J., R.W. Shaw, L. Hordijk (eds) (1990) *The RAINS Model of Acidification: Science and Strategies in Europe*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Amann, M., L. Hordijk, G. Klaassen, W. Schöpp, L. Sorensen (1991) Economic restructuring in eastern Europe and acid rain abatement strategies, Working Paper WP-91-026, International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg.

Asubel, J. (1991) A second look at the impacts of climate change, *American Scientist* 79, 210-221.

Bakkes, J.A., R.J.M. Maas, A.J. Schaap (1991) Informatiemanagement Milieuverkenning, Rapportnr. 481502001, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Bilthoven.

Calvijn, J. (1900) *Genesis* Deel 1, Middelburg, p. 68.

Funtowicz, S., J. Ravetz (1990) Post-normal science: a new science for new times, *Scientific European*, October 1990, 20-22.

Hettelingh, J.-P. (1989) *Uncertainty in Modeling Regional Environmental Systems*, Dissertatie, Vrije Universiteit, Amsterdam.

Holling, C.S. (1990) Integrating science for sustainable development, in: *Sustainable Development, Science and Policy*, Norwegian Research Council for Science and the Humanities, Oslo, pp. 359-370.

Hommel, I. (1990) Multidisciplinair onderzoek vraagt om erkenning, *Wetenschapsbeleid* 12 (4), 14-16.

Hordijk, L. (1991) Use of the RAINS model in acid rain negotiations in Europe, *Environmental Science and Technology* 25, 596-603.

Kakebeeke, W.J. (1990) *Lucht voor Europa ...*, Inaugurele Oratie, Landbouwuniversiteit, Wageningen.

Nijkamp, P. (1974) *Regionale Economie en Milieu-Economie. Een Poging tot Integratie*, Openbare Les, Vrije Universiteit, Amsterdam.

RIVM (1988) *Zorgen voor Morgen. Nationale Milieuverkenning 1985-2010*, Samsom H.D. Tjeenk Willink, Alphen aan den Rijn.

RIVM (1991) *Tweede Nationale Milieuverkenning 1990-2010. Gevolgen van het voorgenomen beleid*, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Bilthoven. (in druk)

Rotmans, J. (1990) *IMAGE - An Integrated Model to Assess the Greenhouse Effect*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Schoonenboom, I.J. (1990) *Tussen utopie en dystopie*, Inaugurele Oratie, Landbouwuniversiteit, Wageningen.

Somermeijer, W.H. (1967) *Specificatie van economische relaties*, Oratie, Nederlandse Economische Hogeschool, Rotterdam.

Spijker, J., B. Broekhans (1991) *Interdisciplinair onderzoek: het geval milieukunde*, Rapport CMW 91.02, Centrum voor Milieustudies en Vakgroep Toegepaste Filosofie, Landbouwniversiteit, Wageningen.

UBM (1991) *Doelgroepbeleid Glastuinbouw*, Studierapport UBM 1991/5, Centrum voor Milieustudies, Wageningen.

Udo de Haes, H.A. (1984) *Milieukunde, begripsbepaling en afbakening*, in: J.J. Boersema, J.W. Copius Peereboom, W.T. de Groot (red.), *Basisboek Milieukunde*, Boom, Meppel, pp. 17-30.

De Vries, H.J.M. (1989) *Sustainable Resource Use. An Enquiry into Modelling and Planning*, Dissertatie, Rijksuniversiteit Groningen.

VROM (1989) *Nationaal Milieubeleidsplan*, Kamerstuk 21137 nr. 1-2, SDU Uitgeverij, Den Haag.

VROM (1990) *Nationaal Milieubeleidsplan-plus*, Kamerstuk 21137 nr. 20-21, SDU Uitgeverij, Den Haag.

WCED (1987) *Our Common Future*, Oxford University Press, Oxford.