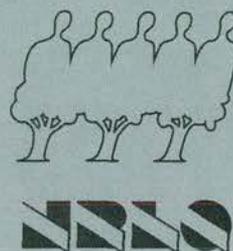


BIBLIOTHEEK
 Dienst Weg- en Waterbouwkunde
 Van der Burghweg
 Postbus 5044, 2600 GA Delft
 Tel. 015 - 609111

Hoofdlijnen

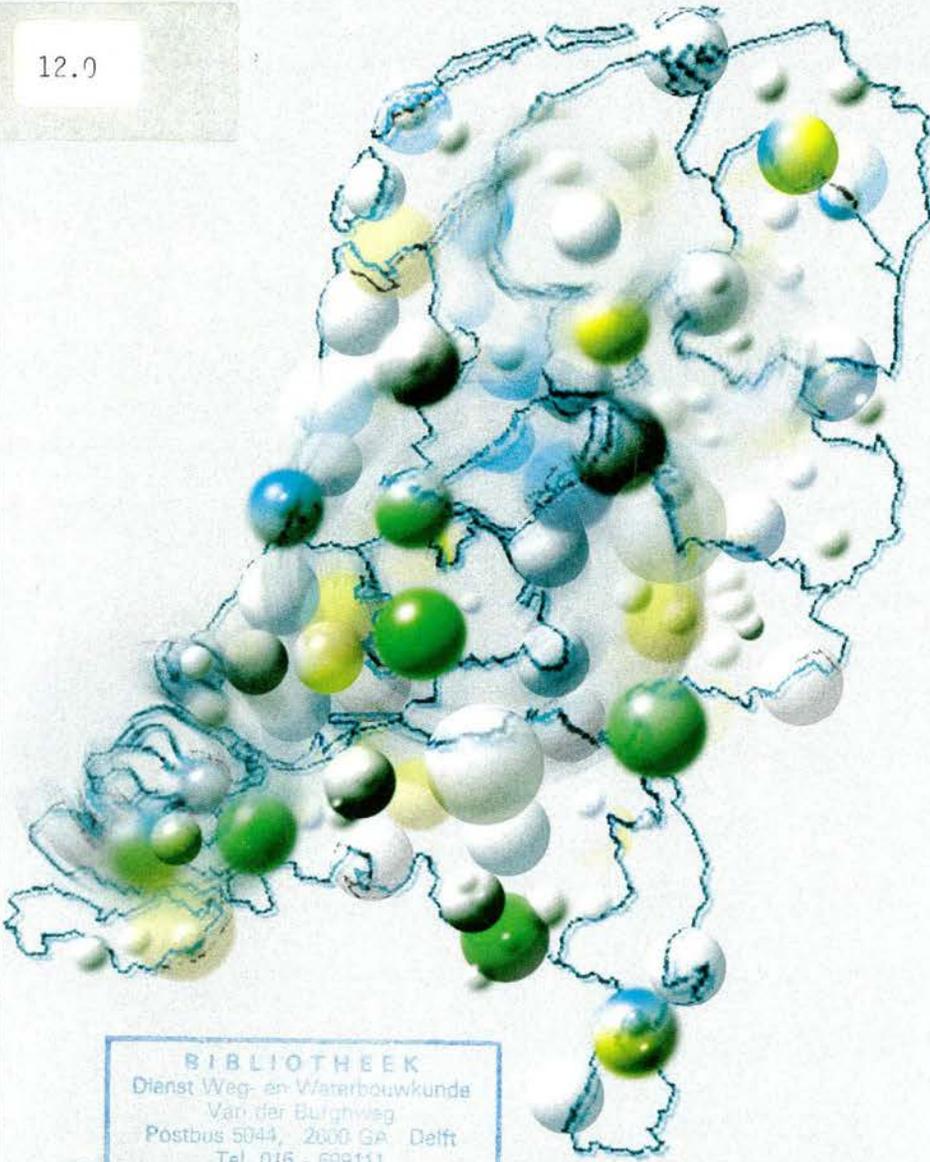
**Systeemgericht
 Ecotoxicologisch
 Onderzoek**

NRLO-Rapport 93/24
 Publikatie RMNO nr. 91
 december 1993



DI: 153146

12.0



BIBLIOTHEEK
Dienst Weg- en Waterbouwkunde
Van der Burghweg
Postbus 5044, 2600 GA Delft
Tel. 015 - 699111

Hoofdlijnen Systeemgericht Ecotoxicologisch Onderzoek

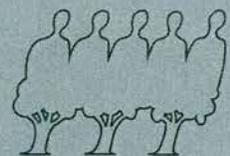
NRLO-Rapport 93/24

Publikatie RMNO nr. 91

december 1993

Raad voor het Milieu- en Natuuronderzoek
Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek

321 (1)





21 APR. 1994

HOOFDLIJNEN

SYSTEEMGERICHT ECOTOXICOLOGISCH ONDERZOEK

Programmeringsstudie van de NRLO/RMNO-Commissie
"Hoofdlijnen Systeemgericht Ecotoxicologisch Onderzoek"

NRLO-rapport nr. 93/24
Publikatie RMNO nr. 91

Het rapport kan worden besteld bij:

Nationale Raad voor
Landbouwkundig Onderzoek
Postbus 20401
2500 EK 's-Gravenhage
tel.: 070 - 3793653

Raad voor het Milieu- en
Natuuronderzoek
Postbus 5306
2280 HH Rijswijk
tel.: 070 - 3364300

December 1993

TEN GELEIDE

Het rapport "Hoofdpijnen Systeemgericht Ecotoxicologisch Onderzoek" komt voort uit een gezamenlijke activiteit van de NRLO en de RMNO.

De aanleiding tot deze programmeringsstudie was de constatering in de Meerjarenvisies van de beide Sectorraden dat de bestaande kennis voor een wetenschappelijk onderbouwde normstelling, gericht op de toelaatbare stofbelastingen in ecosystemen, te kort schiet. Deze constatering was mede gebaseerd op het "Advies over het Project Ecologische Inpasbaarheid van het omgaan met Stoffen (PEIS)", publikatie RMNO nr. 71, 1992.

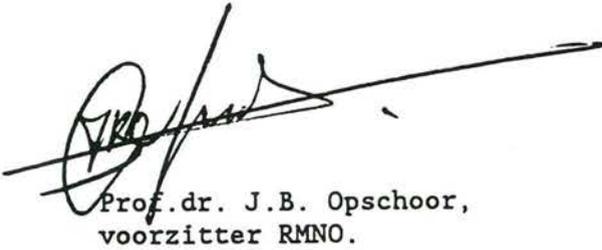
Het voorliggende rapport "Hoofdpijnen Systeemgericht Ecotoxicologisch Onderzoek" is opgesteld door de gelijknamige Commissie, onder voorzitterschap van Dr. S. Parma. De Commissie was samengesteld uit deskundigen vanuit wetenschap en beleid. Drs. W. D. Denneman (INRO-TNO) trad op als rapporteur van de Commissie. De rapportage is een goede analyse van de benodigde kennis voor een ecosysteembenadering.

De programmeringsstudie blijft beperkt tot de Nederlandse situatie van drie ecosystemen met invloed vanuit de landbouw, namelijk een kwetsbaar agrarisch ecosysteem, een natuurlijk terrestrisch ecosysteem en een zoet aquatisch ecosysteem. De studie is niet gericht op de grote wateren en de mariene ecosystemen.

Beide Raden onderschrijven de keuze van vijf prioritaire onderzoeksthema's en het accent dat daarbinnen is gelegd bij het ecosysteemgerichte ecotoxicologische laboratorium- en veldonderzoek en bij onderzoek naar de herstelbaarheid van ecosystemen. Juist een integrale ecosysteembenadering maakt het mogelijk om de gevolgen van stofbelasting te beschouwen in samenhang met andere stressfactoren, zoals verdroging en versnippering (stress op stress). De Raden ondersteunen de aanbeveling van de Commissie om in de nabije toekomst ook aandacht te besteden aan nieuwe categorieën van stofgroepen, zoals bijvoorbeeld feromonen (lokstoffen), die in zeer lage concentraties biologisch actief kunnen zijn.

De NRLO en de RMNO constateren, met de Commissie, dat het thans lopende ecosysteemgerichte ecotoxicologische onderzoek van geringe omvang is. De problematiek is beleidsrelevant, maar zeer complex en heeft vanuit onderzoeksoptiek een duidelijk lange-termijn-karakter. Redenen om de onderzoeksinspanningen te bundelen in een Strategisch Onderzoeksprogramma (SOP), zoals door de NRLO en de RMNO eerder in verschillende publikaties is voorgesteld¹⁾. De Raden zijn zich ervan bewust dat de aanbevolen versterking van het onderzoek voor een periode van vier jaar weliswaar lang niet alle vragen rondom herstelbaarheid van ecosystemen en de andere thema's zal kunnen beantwoorden, maar toch tot bruikbare resultaten ter onderbouwing van normstelling kan leiden.

Het rapport dat aan de Ministeries van Landbouw, Natuurbeheer & Visserij, Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening & Milieubeheer, Verkeer & Waterstaat en Onderwijs & Wetenschappen wordt aangeboden, zal - zo hopen de beide Raden - binnenkort tot initiatieven van die zijde leiden voor de uitwerking en uitvoering van een dergelijk Strategisch Onderzoeksprogramma. De uiteindelijke beslissing over de voorgestelde stimulering van dit wetenschapsgebied is nu dus aan hen.



Prof. dr. J.B. Opschoor,
voorzitter RMNO.



Ir. A. de Zeeuw,
voorzitter NRLO.

¹⁾ Strategische Onderzoekprogramma's, voorwaarden voor succes; verslag van een workshop. Publikatie van de Commissie van Overleg Sectorraden, februari 1993. Kennis voor Morgen, advies inzake de milieu- en natuuronderzoekinfrastructuur, publikatie RMNO nr. 80, 1993.

INHOUDSOPGAVE

| | Blz. |
|--|------|
| Samenvatting | 1 |
| 1. Inleiding | 5 |
| 1.1. Achtergrond | 5 |
| 1.2. De Commissie en haar opdracht | 6 |
| 1.3. Werkwijze | 7 |
| 2. Precisering van de opdracht | 9 |
| 2.1. Algemeen | 9 |
| 2.2. Ecosysteemtypen | 10 |
| 3. Hoofdpijnen van het beleid | 13 |
| 3.1. Natuur- en landbouwbeleid | 13 |
| 3.2. Waterbeleid | 15 |
| 3.3. Milieubeleid | 16 |
| 3.4. Samenhang | 18 |
| 4. Huidig onderzoek op ecosysteemniveau | 21 |
| 4.1. Ecosystemen en ecologische normstelling | 21 |
| 4.2. Onderzoek met een potentiële vertaalslag naar het ecosysteemniveau | 24 |
| 5. Kennislacunes in het huidige onderzoek | 27 |
| 5.1. Kennislacunes op organismeniveau | 27 |
| 5.2. Kennislacunes op populatieniveau | 29 |
| 5.3. Kennislacunes op levensgemeenschapsniveau | 30 |
| 5.4. Kennislacunes op ecosysteemniveau | 30 |
| 6. Programma op hoofdpijnen | 35 |
| 6.1. Overwegingen bij het opstellen van een overzicht van onderzoekswensen | 35 |
| 6.2. Procedure bij het opstellen van een Programma op Hoofdpijnen | 37 |
| 6.3. Het Programma op Hoofdpijnen | 38 |
| 6.4. Onderzoek in geselecteerde ecosysteemtypen | 42 |
| 7. Conclusies, wijze van aanpak en aanbevelingen | 43 |
| 7.1. Conclusies | 43 |
| 7.2. Uitwerking, uitvoering en organisatie van het Programma | 45 |
| 7.3. Aanbevelingen | 47 |
| Literatuur | 49 |
| Bijlagen | |
| 1. Samenstelling van de Commissie | 55 |
| 2. Lijst van deelnemers aan de Workshop op 21 April 1993 te Utrecht | 57 |
| 3. Overzicht van Onderzoekswensen | 59 |
| 4. Indicatie van benodigde capaciteit in mensjaren | 69 |

SAMENVATTING

In de "Meerjarenvisie voor Landbouwkundig Onderzoek 1991-1994" (NRLO, 1990) wordt ecologische normstelling als prioritair thema aangemerkt. In de RMNO-Meerjarenvisie 1992 (RMNO, 1992) wordt geconstateerd dat voor een adequate normstelling inzake de toelating van stoffen in ecosystemen de bestaande kennis nog tekortschiet.

Beide Sectorraden hebben derhalve besloten hun aanbevelingen uit de meerjarenvisies te concretiseren in een programmeringsstudie waarbij:

- a. de wisselwerking tussen landbouwkundig gebruik en behoud van ecosystemen centraal staat;
- b. waarin de overbrugging van het kennisgat tussen de ecotoxicologische en systeemecologische benadering tot doel wordt gesteld (par. 1.1.).

Een "Commissie Hoofdpijnen Systeemgericht Ecotoxicologisch Onderzoek" kreeg als opdracht onder meer het bepalen van kennislacunes op het raakvlak systeem-ecologie - ecotoxicologie en, vanuit een lange-termijn-visie, het formuleren van een onderzoeksplan op hoofdpijnen, waarmee de gesignaleerde lacunes kunnen worden opgevuld. Dit plan diende zich te richten op een drietal ecosysteemtypen met afnemende beïnvloeding door de landbouw (par. 1.2.).

De Commissie heeft haar opdracht nader ingeperkt door zich te concentreren op de Nederlandse situatie van landgebonden systemen. Mariene systemen zijn, conform de opdracht, niet in de programmering betrokken. Er is geen inperking gemaakt tot systeemeigen- of systeemvreemde stoffen (par. 2.1.). De ecosysteemtypen zijn nader gepreciseerd (par. 2.2.) tot:

- A. een kwetsbaar agrarisch ecosysteem in de vorm van een systeem met akkerbouw en intensieve vollegronds groenteteelt op een zavelgrond;
- B. een natuurlijk terrestrisch ecosysteem, dat onder invloed staat van emissies vanuit de landbouw in de vorm van een gemengd loofbos op de hogere zandgronden;
- C. een zoet aquatisch ecosysteem in een landbouwgebied in de vorm van een polderslotensysteem grenzend aan een agrarisch gebied.

In Hoofdstuk 3 zijn de hoofdlijnen geschetst van het natuur- en landbouwbeleid, het waterbeleid en het milieubeleid. Binnen het effectgerichte milieubeleid is, naast de meer algemene risicobeoordeling, een verbreding in aandacht voor een gebiedsgerichte aanpak tot stand gekomen. De ontwikkeling van milieuverkenningen, van ecosysteemvisies en zgn. verkenningen van watersystemen leidt tot een meer en meer samenhangend natuur- en milieubeleid.

In het huidige onderzoek op ecosysteemniveau zijn twee complementaire benaderingswijzen te onderscheiden. In de structuurbenadering wordt, ook in ecotoxicologisch onderzoek, de nadruk gelegd op de relaties tussen organismen, vaak schematisch weergegeven in een voedselweb. In de functionele benadering worden ecosystemen als een samenhangend geheel van functionele componenten beschouwd. Daarbij staat de bestudering van stofkringlopen en energiestromen centraal. Een benadering waarin beide onderzoekswijzen worden gecombineerd verdient, vanuit de potentiële bruikbaarheid voor normstelling op ecosysteemniveau, de voorkeur (Hoofdstuk 4).

In Hoofdstuk 5 zijn de huidige ecotoxicologische kennislacunes, bruikbaar voor de normstelling die zich richt op het ecosysteemniveau, geïnventariseerd.

Ter voorbereiding van het opstellen van een onderzoeksprogramma is een Overzicht van Onderzoekswensen opgesteld (Bijlage 3). Het Overzicht pretendeert een goed beeld te geven van wat nodig is om wetenschappelijk gefundeerde marges te kunnen aangeven van de effecten van stoffen op structuur en processen in ecosystemen. Dit dient dan de basis te zijn van de normering voor een duurzame bescherming van ecosystemen. Uitvoering van dit gehele programma is, mede om budgettaire redenen, niet realistisch en derhalve is in dit Overzicht een prioritering aangebracht. Dit resulteerde in een Programma op Hoofdlijnen (par. 6.3.). Het Programma is opgebouwd uit 5 Thema's, te weten:

1. Referentie ecosysteemonderzoek
2. Analyse en beschrijving van streefbeelden
3. Karakteristieke ecosysteemparameters
4. Op het ecosysteem gericht ecotoxicologisch laboratorium- en veldonderzoek
5. Herstelbaarheid van ecosystemen

Binnen de Thema's zijn een aantal Hoofdpijnen geformuleerd. De nadruk van het Programma ligt op de Thema's 4 en 5. Binnen iedere Hoofdpijn is aangegeven in welk ecosysteemtype, zoals vermeld in paragraaf 2.2., het onderzoek bij voorkeur zou moeten worden gesitueerd. In de prioritering is rekening gehouden met elders geformuleerde onderzoekswensen, zoals bijvoorbeeld in het Project Ecologische Inpasbaarheid van het omgaan met Stoffen (PEIS). Tevens is rekening gehouden met de beschikbaarheid van wetenschappelijke expertise en capaciteit binnen de Nederlandse onderzoekswereld.

Er wordt geconcludeerd (par. 7.1. en 7.2.) dat er een relatief grote kennisachterstand is inzake de draagkracht en herstelbaarheid van ecosystemen en op het gebied van de voorspelling van blootstellingsconcentraties, met daaraan gekoppeld de biologische beschikbaarheid van stoffen. Tevens is een intensivering van onderzoek nodig op het gebied van veldonderzoek en op het gebied van de vertaling van laboratorium- en mesokosmosresultaten naar de veldsituatie. Als aanvulling op de geringe lopende onderzoeksinspanningen wordt een stimulering van het systeemgerichte ecotoxicologische onderzoek met totaal ruim 100 mensjaren in vier jaar wenselijk geacht; dit vergt in totaal een bedrag van circa 15 miljoen gulden. Een indicatieve verdeling over de vijf thema's (par. 7.2.) legt het accent duidelijk bij de thema's 4 en 5 (samen 70%).

Vanwege het lange-termijn-karakter van dit onderzoek, dat nodig is om effecten van lage doseringen van toxische stoffen te traceren en vanwege de lange responstijd van ecosystemen zal een langjarige meetinspanning (10 - 20 jaar) nodig zijn.

Hoewel deze programmeringsstudie zich concentreert op de stoffenproblematiek dient er rekening mee te worden gehouden, dat bij behoud, beheer, herstel en ontwikkeling van ecosystemen veelal, of juist ook, andere sturende factoren aan de orde zijn, zoals verdroging, versnippering, slootschoning, etc. Tezamen zijn deze van ingrijpender aard dan de invloed van stoffen alleen (stress op stress).

Het wordt van veel belang geacht om bij een verdere detaillering en uitwerking (par. 7.2.) van het Programma op Hoofdpijnen systeemecologen en ecotoxicologen te betrekken en tevens nauw aan te sluiten bij de beleidsontwikkeling. Uitvoering van het Programma mag echter geen vertragende werking hebben op de

beleidsontwikkeling en de beleidskeuzen. Het Programma moet zo mogelijk worden ingebed in een Europees onderzoekskader.

De uitvoering van het gedetailleerde programma dient zich bij voorkeur te beperken tot de drie genoemde ecosysteemtypen (zie par. 2.2.). Uitvoering in de vorm van demonstratieprojecten is gewenst. Afstemming met de in ontwikkeling zijnde milieuverkenningen, ecosysteemvisies en watersysteemverkenningen is van belang.

De uitvoering van het onderzoek zal gediend zijn met een organisatiestructuur waarin zowel beleidsinstanties als onderzoeksorganisaties een rol vervullen (Stuurgroep en Programmacommissie). Samenwerking tussen de deelnemende onderzoeksinstellingen dient te worden bevorderd. Aanbevolen wordt dat de betrokken ministeries aan een te vormen voorbereidingsgroep een aantal randvoorwaarden meegeven over o.a. omvang, duur en fasering.

Voorts wordt aanbevolen (par. 7.3.):

- intensief gebruik te maken van bestaande onderzoeksgegevens;
- monitoringsprojecten te starten of te continueren in natuurontwikkelingsprojecten;
- fundamenteel systeemonderzoek te bevorderen;
- aandacht te schenken aan een categorie nieuwe stoffen, die in zeer lage concentraties actief zijn, zoals feromonen (lokstoffen);
- te bevorderen dat gegevensbestanden over lopend Nederlands ecotoxicologisch onderzoek betrouwbaar, en daardoor, bruikbaar worden.

1. INLEIDING

1.1. Achtergrond

De Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek (NRLLO) beschouwt in zijn "Meerjarenvisie Landbouwkundig Onderzoek 1991 - 1994" (NRLLO, 1990) ecologische normstelling als een prioritair thema. Er wordt geadviseerd een meerjarig onderzoeksprogramma te ontwikkelen, dat tot een verdere wetenschappelijke ondersteuning voor ecologisch gerichte normstelling kan leiden. Het bereiken van overeenstemming over de aanpak en het verkrijgen van een breed draagvlak bij overheden, maatschappelijke organisaties en onderzoeksveld wordt daarbij essentieel geacht.

In januari 1989 werd door het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) het Project Ecologische Inpasbaarheid van het omgaan met Stoffen (PEIS) geïnitieerd. Dit project, dat in 1993 met een eindrapport (Hekstra, 1993) is afgerond, kende een "stoffenlijn" (generiek stoffenbeleid) en een "ecosysteemlijn" (gebiedsgericht stoffenbeleid). De Raad voor het Milieu- en Natuuronderzoek (RMNO) heeft op verzoek van VROM een advies uitgebracht over de mogelijke structurering van het onderbouwend ecologisch onderzoek voor het stoffenbeleid (Rijken et al., 1992). Eén van de conclusies luidde, dat vooral de bestaande kennis op ecosysteemniveau nog ontoereikend is om een wetenschappelijk onderbouwd oordeel te kunnen geven over de toelaatbaarheid van stoffen in ecosystemen. Er is meer kennis nodig over enerzijds de toxische effecten van meer stoffen op meer organismen (de ecotoxicologische bottom-up benadering), anderzijds over het functioneren en ontregelen van processen in ecosystemen (de systeemecologische top-down benadering). Deze conclusie is opgenomen in de RMNO-Meerjarenvisie 1992.

In het antwoord op de RMNO-Meerjarenvisie 1992 (RMNO, 1992a) door de Minister van VROM, opgesteld mede namens de ambtsgenoten van O&W, V&W en LNV, wordt instemming betuigd: "Het advies van de RMNO, dat het onderzoek zich niet alleen moet richten op de giftige effecten van één stof op één soort maar ook op gehele levensgemeenschappen en complexe veldsituaties is alleszins terecht.... De Ministers stellen zich voor dat de nadruk zal komen te liggen op ecotoxicologische kennis op ecosysteemniveau, waarvoor bouwstenen nodig zijn vanuit - deels reeds bestaande - kennis over de gevolgen van stofbelasting op specifieke organismen en soorten. Daarnaast is het onderzoek van belang dat zich richt op het functioneren en de draagkracht van terrestrische en

aquatische ecosystemen en de effecten van mogelijke ingrepen in die systemen".

De NRLO en de RMNO constateren dat de landbouw een belangrijke invloed heeft op niet alleen agro-ecosystemen, maar ook op natuurlijke terrestrische en aquatische ecosystemen. De vigerende beleidsnota's vereisen van de landbouw een grote inspanning om vóór het jaar 2000 een aanzienlijke vermindering van de belasting op natuur en milieu tot stand te brengen. Beide Sectorraden hebben derhalve besloten hun aanbevelingen uit de Meerjarenvisies te concretiseren in een programmeringsstudie, waarbij:

- a. de wisselwerking tussen landbouwkundig gebruik en behoud van ecosystemen centraal staat en
- b. waarin de overbrugging van het kennisgat tussen de ecotoxicologische en de systeemecologische benadering tot doel wordt gesteld.

1.2. De Commissie en haar opdracht

Voor de uitvoering van de programmering werd een "Commissie Hoofdpijnen Systeemgericht Ecotoxicologisch Onderzoek" (hierna aangeduid als "de Commissie") ingesteld bestaande uit deskundigen uit de sfeer van de ecotoxicologie, de systeemecologie en de landbouw, en uit beleidsvertegenwoordigers van de ministeries van LNV, VROM en V&W (zie voor de samenstelling van de Commissie Bijlage 1).

De opdracht van de Commissie luidde:

- a. het in kaart brengen van de aanwezige kennis op het relatieveld ecotoxicologie en systeemecologie;
- b. het bepalen van de lacunes in dit kennisveld;
- c. het formuleren van een onderzoeksplan op hoofdpijnen, waarmee deze lacunes kunnen worden opgevuld voor een drietal typen van ecosystemen, met name:
 - * een kwetsbaar agro-ecosysteem;
 - * een natuurlijk terrestrisch ecosysteem, dat onder invloed staat van emissies o.a. vanuit de landbouw;
 - * een zoet, aquatisch ecosysteem in een landbouwgebied.
- d. het nagaan van de mogelijkheden van en behoeften aan veldtoxicologisch onderzoek;
- e. het rapporteren aan de NRLO en de RMNO, die het rapport na hun instemming aan de relevante Departementen voor verdere actie zullen aanbieden.

1.3. Werkwijze

De Commissie is bij haar werkzaamheden bijgestaan door Drs. W.D. Denneman van het TNO Instituut voor Ruimtelijke Organisatie (INRO), afdeling Planning, te Delft. Deze voerde het dagelijkse werk uit, bereidde de bijeenkomsten van de Commissie voor en werkte de resultaten uit. De coördinatie en de organisatorische aspecten van de studie waren in handen van een subcommissie bestaande uit twee secretarissen van het NRLO- resp. RMNO-bureau, de voorzitter van de Commissie en de heer Denneman.

De Commissie is vier keer bijeengewees. Concept-versies van het rapport werden op grond van de discussies in deze vergaderingen en op grond van persoonlijke interviews met de Commissieleden door de heer Denneman opgesteld. Een concept van een Overzicht van Onderzoekswensen is getoetst tijdens een workshop met een min of meer representatieve vertegenwoordiging van onderzoekers en beleidsambtenaren uit het veld van de ecologische normstelling en het landbouw-, landschaps- en ecosysteembeleid en -onderzoek (zie voor een lijst van deelnemers Bijlage 2). Resultaten van deze workshop zijn door de Commissie verwerkt in haar conclusies en in de prioritering van de thema's en de daarbinnen geformuleerde onderzoekslijnen (Programma op Hoofdpijnen).

De Commissie heeft er naar gestreefd zoveel mogelijk aan te sluiten bij en gebruik te maken van recent verschenen studies en rapporten van Gezondheidsraad, NRLO, RMNO, Speerpuntprogramma Bodemonderzoek, PEIS, e.a.

2. PRECISERING VAN DE OPDRACHT

2.1. Algemeen

De Commissie heeft de opdracht om het relatiegebied tussen de systeemecologie en de ecotoxicologie te beschrijven en de onderzoekslacunes in dit gebied aan te geven, ingeperkt tot het terrein van het ecosysteemgerichte ecotoxicologische onderzoek en met een visie op de lange termijn (zie Hoofdstuk 5). Dit betekent dat de aandacht is gericht op de **ecosysteemlijn**, zoals omschreven in de Eindrapportage PEIS (Hekstra, 1993). De Commissie wil daarmee de **stoffenlijn** niet diskwalificeren. Zij onderschrijft de stelling uit de Eindrapportage PEIS dat beide lijnen complementair zijn. Maar zij constateert dat beide lijnen zich in verschillende stadia van ontwikkeling bevinden en dat kennisleemten en daardoor de behoeften aan onderzoek in het ecosysteemgerichte probleemveld groter zijn dan ten aanzien van de stoffen. Ook de toenemende aandacht voor een gebiedsgerichte aanpak (zie ook De Haas et al., 1994) onderstreept de wenselijkheid tot een grotere onderzoeksinspanning in die richting.

De Commissie heeft zich geconcentreerd op het Nederlandse onderzoek en noch de kennis noch het onderzoekspotentieel buiten Nederland diepgaand in de beschouwingen betrokken.

De Commissie heeft in haar advisering geen inperking gemaakt tot òf de invloed van de zg. **steemeigen stoffen** (bv. nutriënten, sommige metalen, e.d.) òf de **steemvreemde (toxische) stoffen**. Wél kunnen in de gebiedsgerichte benadering de accenten voor onderzoek verschillend liggen, al naar gelang de twee groepen van stoffen een verschillende mate van invloed uitoefenen.

De Commissie is van mening dat het kader voor haar programmeringsactiviteit wordt aangereikt door in overheidsnota's geformuleerde hoofdlijnen van beleid en door recente beleidsontwikkelingen en -discussies. Derhalve is een overzicht toegevoegd met een aantal relevante hoofdpunten van het landbouw-, het natuur-, het milieu- en het waterbeleid.

De Commissie heeft het nuttig geoordeeld te trachten een overzicht te krijgen in het momenteel in uitvoering zijnde **ecosysteemgericht ecotoxicologisch onderzoek** in land- en binnenwatersystemen (zie par. 4.3.). Een dergelijk

overzicht zou immers inzicht kunnen geven in hoeverre er onderzoeksexpertise en -capaciteit aanwezig is om een door de Commissie voor te stellen programma op hoofdlijnen binnen betrekkelijk korte tijd tot uitvoering te brengen.

2.2. Ecosysteemtypen

Bij een benadering volgens de "ecosysteemlijn" past de aandacht voor specifieke ecosysteemtypen, zoals in de opdracht (zie par. 1.2.) is aangegeven. Uit oogpunt van uitvoerbaarheid is de aandacht voorlopig beperkt tot een drietal hoofdtypen. Deze hoofdtypen betreffen landgebonden systemen, zodat mariene systemen niet in de beschouwingen zijn betrokken.

De Commissie heeft gemeend deze opdracht te moeten preciseren tot een meer concreet type binnen ieder aangewezen hoofdtype. Bij deze keuze dient de relevantie voor het milieu- en natuurbeleid mede bepalend te zijn en wel speciaal terzake van de in de landbouw toegepaste en uit de landbouw afkomstige stoffen (vermestende en verzurende stoffen, zware metalen als Cu en Cd, gewasbeschermingsmiddelen) in het kort aan te duiden als "landbouwstoffen". De volgende overwegingen spelen daarbij een rol:

- * er moet inzicht bestaan in de mate waarin het gekozen type bedreigd wordt of in de rol die het type kan spelen in de realisatie van de doelstellingen van de Ecologische Hoofdstructuur;
- * er moet een goed beeld zijn van de belangrijkste onbedoelde invloeden van landbouwstoffen op zowel het agrarisch ecosysteem als op de vanuit dat agrarisch ecosysteem beïnvloede semi-natuurlijke ecosystemen;
- * er moet een inschatting te maken zijn van de grenzen waarbinnen die invloeden op een termijn van maximaal 10 jaar kunnen worden ingeperkt door een uitvoerbaar en te handhaven overheidsbeleid.

Als belangrijkste onbedoelde invloeden van landbouwstoffen kunnen worden genoemd:

- * de invloed van verzurende stoffen op natuurgebieden, met name bossen;
- * de (mogelijke) invloed van gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen op de multifunctionaliteit van de bodem met op dit moment een agrarische gebruiksfunctie en op (semi-) natuurlijke ecosystemen.

Op grond van voorgaande overwegingen en met inachtnaam van de door de opdrachtgever gekozen hoofdtypen, meent de Commissie dat het door haar geformuleerde Programma op Hoofdlijnen in eerste instantie uitgevoerd zou moeten worden in:

- A. een kwetsbaar agrarisch ecosysteem in de vorm van een systeem met akkerbouw en intensieve vollegronds groenteteelt op een zavelgrond, gericht op de herstelbaarheid van stofgerelateerde effecten, die veroorzaakt worden door de huidige landbouwpraktijk. Er dient daarbij te worden nagegaan of er op ecosysteemniveau sprake is van onomkeerbare effecten die herstel van multifunctioneel gebruik belemmeren en zo ja, of er een mate van stofbelasting kan worden vastgesteld die het herstelvermogen niet aantast;
- B. een natuurlijk terrestrisch ecosysteem, dat onder invloed staat van emissies vanuit de landbouw in de vorm van een gemengd loofbos op de hogere zandgronden met een interactie met omliggend agrarisch gebied. Het onderzoek zou zich moeten richten op vaststelling en onderbouwing van MTR- en VR-niveaus voor verzurende stoffen;
- C. een zoet aquatisch ecosysteem in een landbouwgebied in de vorm van een polderslootstelsel, grenzend aan een agrarisch gebied gericht op, mutatis mutandis, dezelfde doelstelling als genoemd voor het systeem onder A.

Bij de keuze van de genoemde concrete ecosysteemtypen heeft tevens de uitvoeringsmogelijkheid binnen het Nederlandse onderzoekspotentieel een rol gespeeld. Op de langere termijn zou het onderzoek zich kunnen richten op andere ecosysteemtypen, afhankelijk van de evaluatie van de resultaten in de hiervoor genoemde ecosystemen.

De Commissie heeft zich bij haar keuze laten leiden door de overweging, dat zich in de ecosysteemtypen A, B en C grote problemen voordoen. Voor de oplossing daarvan is nog een grote onderzoeksinspanning vereist. Zij meent, dat de concretisering in de hiervoor aangegeven herkenbare typen de uitvoering van een onderzoeksprogramma ten goede zal komen.

3. HOOFDLIJNEN VAN HET BELEID

Hoofdlijnen van beleid, die mede betrekking hebben op de bescherming van ecosystemen, worden hierna in het kort weergegeven.

3.1. Natuur- en landbouwbeleid

Ten aanzien van het natuur- en landschapsbeleid van de rijksoverheid geldt als hoofddoelstelling: "Duurzame instandhouding, herstel en ontwikkeling van natuurlijke en landschappelijke waarden". Er wordt in het Natuurbeleidsplan (NBP) (Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 1990a) prioriteit gegeven aan het veiligstellen van bijzondere natuur- en landschapswaarden van (inter)nationale betekenis. Daarbij staat het bevorderen van de duurzaamheid van natuur en landschap en een duurzame ontwikkeling van de betrokken maatschappelijke sectoren, waaronder dus de landbouw, voorop.

Het natuurbeleid zal vooral gestalte krijgen door een ecosysteemgerichte aanpak, maar daarnaast zullen voor bepaalde plante- en diersoorten aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn, het zg. soortenbeleid.

Het versterken van de duurzame instandhouding van ecosystemen zal in de komende jaren één van de voornaamste beleidsopgaven zijn. De duurzaamheid kan het beste worden verzekerd door het beleid voor een aantal prioritaire systemen te concentreren "op een ruimtelijk stabiele en samenhangende ecologische hoofdstructuur" (EHS). Verscheidenheid, afgemeten aan de (inter)nationale zeldzaamheid van soorten en ecosystemen, wordt als belangrijkste criterium voor beleidskeuzen beschouwd (NBP, p.39). Daarbij wordt prioriteit gegeven aan voor Nederland kenmerkende ecosystemen.

Uitgaande van de interactie tussen ecosystemen en milieukwaliteit wordt in het NBP rekening gehouden met de kansrijkdom voor een ecosysteem onder invloed van bepaalde abiotische omstandigheden. Daarbij is een verdere uitwerking van ecologische normstelling van groot belang. In het NBP (p. 255) is dit aange-merkt als een speerpunt in het onderzoeksprogramma natuurbeleid.

In een realistische benadering wordt ernaar gestreefd moeilijk vervangbare ecosystemen van (inter)nationale betekenis in stand te houden, ook al is een duurzaam behoud op dit moment niet volledig verzekerd. Mede daartoe is de EHS ontworpen, bestaande uit kerngebieden, verbindingszones en natuurontwikkelingsgebieden. De duurzame instandhouding wordt ondersteund door een

bufferbeleid, gericht op het wegnemen of minimaliseren van negatieve externe invloeden op de kerngebieden.

De overheid zal binnen de EHS en gebieden met specifiek landschappelijke waarden bij voorrang die instrumenten inzetten die kunnen bijdragen aan veiligstelling en beheer van natuur- en landschapswaarden. Het gaat daarbij vooral om de verantwoordelijkheid die het rijk heeft voor de instandhouding van de biodiversiteit.

In dit verband dient te worden vermeld dat de aansluiting van een EHS aan een (West)europese structuur van ecologisch waardevolle gebieden (EECONET, Natura 2000) van essentieel belang is voor het behoud van de Nederlandse ecosystemen

Binnen de EHS worden gebieden als kerngebied aangeduid wanneer zij van (inter)nationale betekenis zijn en een voldoende omvang hebben. Het beleid is er op gericht voor deze kerngebieden een basisbescherming te garanderen. Dit betekent, dat ongewenste (onomkeerbare) veranderingen in de abiotische situatie en de ruimtelijke structuur voorkomen moeten worden. Afhankelijk van de specifieke situatie in een kerngebied dienen een aantal concrete omstandigheden te worden gehandhaafd dan wel gerealiseerd, zoals de bestaande bodemopbouw en -structuur, de bestaande waterhuishouding met als onderdelen de grondwaterstand, grondwaterstroming, kwel en infiltratie, e.d.

Het NBP geeft weliswaar een globale aanduiding van de EHS, maar er is nog geen detaillering gegeven wèlk type ecosysteem met wèlke kwaliteit wààr gesitueerd moet worden. Hierin wordt voorzien door middel van natuurverkenningen, de zogenaamde "ecosysteemvisies", waarbij gebruik wordt gemaakt van "natuurdoeltypen". "Aan de hand daarvan worden uitspraken gedaan over internationale betekenis, over ecologische randvoorwaarden en wordt nagegaan waar goede kansen zijn voor de onderscheiden typen" (Van Zadelhoff et al., 1992). Er zijn inmiddels verscheidene ecosysteemvisies verschenen, zoals die over moerassen, beken en beekdalen, bossen, e.a.

In de StructuurNota Landbouw (Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 1990b) wordt als algemene doelstelling van het landbouwbeleid geformuleerd: "het bevorderen van een concurrerende, veilige en duurzame landbouw". Als één van de uitgangspunten bij het realiseren van dit beleid geldt dat de productieprocessen, waarbij grond- en hulpstoffen worden gebruikt (o.a. meststoffen, gewasbeschermingsmiddelen, veevoeders) water, bodem en

lucht niet onomkeerbaar mogen worden aangetast. In het Nationaal Milieubeleidsplan (Ministerie van VROM, 1990a) heeft dit uitgangspunt zijn vertaling gekregen in het begrip "Algemene Milieukwaliteit" (AMK). Voor de landbouw is de instandhouding van de bodemvruchtbaarheid essentieel om de bedrijfsvoering, ook op zeer lange termijn, te kunnen voortzetten. Aantasting van het fysieke milieu is schadelijk voor de landbouw zelf. Daarbij zal zij ook zelf moeten zorgdragen voor een vermindering van emissies.

Het bereiken van een duurzame landbouw wordt, zoals de Structuurnota Landbouw aangeeft, bevorderd door het markt- en prijsbeleid, het structuurbeleid en door het realiseren van de AMK. Samenhangend met dat laatste worden concrete maatregelen ter beperking van de emissies doorgevoerd en worden de bedrijfs-systemen in land- en tuinbouw aangepast. De AMK-eisen zijn daarvan een geïntegreerd onderdeel.

3.2. Waterbeleid

In de Memorie van Toelichting bij de Wet Verontreiniging Oppervlaktewater (WVO-1970) worden voor het eerst eisen gesteld met betrekking tot de kwaliteit van het oppervlaktewater. De doelstellingen van het waterkwaliteitsbeheer zijn echter uitsluitend gericht op de menselijke gezondheid en op enkele vormen van menselijk watergebruik.

In 1973 verscheen het "EG-Actieprogramma inzake het milieu" met doelstellingen die zich ook richten op de bescherming van het natuurlijk milieu. De natuur doet als zelfstandig te beschermen waarde zijn intrede in de beleidsprogramma's voor oppervlaktewateren.

In het Tweede Indicatief Meerjarenprogramma Water 1980-1984 (IMP - Water, 1981) wordt het begrip "basiskwaliteit" geïntroduceerd, i.c. "een zodanige kwaliteit van het oppervlaktewater, dat het geen overlast (stank) voor de omgeving veroorzaakt, er niet vervuild uitziet en goede levenskansen biedt voor een aquatische levensgemeenschap waarvan ook de hogere organismen zoals diverse vissoorten deel uit kunnen maken". Tevens dienen "ecologische belangen buiten het water (bijvoorbeeld terrestrische predatoren) (te) worden beschermd". Hier wordt dus het streven naar het behouden van soorten in hun samenhang met andere onderdelen van het systeem voor het eerst duidelijk als beleidsuitgangspunt genomen. In het Derde IMP Water 1985-1989 (IMP-Water, 1985) wordt verder gewerkt aan een samenhangend systeem van water, waterbodem,

oevers en biotische componenten, in totaal gerangschikt onder het begrip "oppervlaktewater". De basiskwaliteit wordt in getalsnormen uitgedrukt, die echter nog uitsluitend betrekking hebben op het water en niet op de andere compartimenten van het watersysteem (land, waterbodems, biota). Wel worden er, gedifferentieerd naar ecosysteemtype, ecologische doelstellingen geformuleerd waarbij de systeemgrenzen ruimer zijn genomen dan alleen het aquatische compartiment (zie ook CUWVO, 1988). Bovendien wordt het systeem als uitgangspunt genomen bij het formuleren van normen. Er is sprake van een expliciete waardering van de natuurwaarden van watersystemen als geheel.

De integrale benadering van watersystemen is verder uitgewerkt in de nota "Omgaan met Water. Naar een integraal waterbeleid" (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1985). Ten eerste werd het functioneren benadrukt van het geheel van oppervlaktewater, grondwater, waterbodems, oevers en technische infrastructuur met inbegrip van alle bijbehorende fysische, chemische en biologische kenmerken en processen. Ten tweede werd bepleit dat er in watersystemen rekening wordt gehouden met de diversiteit aan belangen, die met het water gemoeid zijn, zoals sectorale belangen (scheepvaart, landbouw, e.d.) maar ook facetmatige belangen (veiligheid, milieu, e.d.) Deze brede benadering is uitgewerkt in de Derde Nota Waterhuishouding "Water voor nu en later" (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1989) en het "Supplement" op deze Nota (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1990). Hierin zijn per type (waterhuishoudkundig) systeem streefbeelden opgenomen, waarvoor zowel ecologische als functiegebonden maatregelen zijn omschreven. Het ecologisch streefbeeld is gevisualiseerd in de AMOEBE, een Algemene Methode voor OEcologische BESchrijving. In het rapport "Kansen voor waterorganismen" wordt een uitvoerige onderbouwing van kwaliteitsdoelstellingen voor water en waterbodems gegeven (Stortelder et al., 1989).

Momenteel wordt, door middel van het project "Watersysteemverkenningen", gepoogd de relatief kwalitatieve beschrijvingen van de watersystemen en de beoogde streefbeelden uit te werken tot toetsbare kwantitatieve grootheden. Dit betekent, dat in Amoeben ook functiegebonden variabelen zullen worden opgenomen.

3.3. Milieubeleid

Het beleidsmatig denken in het algemene milieubeleid vanuit een ecosysteemconcept heeft voorlopers in het waterbeheer (CUWVO, 1988) en het natuurbeheer. Zo is een landsdekkende ecotopenclassificatie voor het milieubeleid ontwikkeld

(Klijn, 1988). De ecotopen zijn daarin herkenbare ecosystemen, waarvoor de stofinteracties en de risico's te analyseren zijn. De integratie van het huidige stofgerichte beleid en de daaruit resulterende stofgerichte normen zal daarbij op termijn kunnen aansluiten.

Het huidige normstellingsbeleid van VROM heeft vooralsnog grote moeite met de wetenschappelijke onderbouwing van een integrale bescherming van ecosystemen tegen toxische milieuvreemde of milieu-eigen stoffen. Immers voor het aangeven van toelaatbare marges aan effecten zijn nog nauwelijks adequate gegevens uit onderzoek beschikbaar (zie ook Hoofdstuk 4).

De nota "Milieukwaliteitsdoelstellingen voor Bodem en Water" (MILBOWA, 1991) heeft een duidelijke relatie met de ecosysteembescherming, daar hierin gepleit wordt voor een betere afstemming van milieukwaliteitsdoelstellingen voor bodem en water. Zowel in de MILBOWA-nota als in de nota "Omgaan met risico's" (Ministerie van VROM, 1988) wordt aandacht gevraagd voor de bescherming van soorten hoog in de voedselketen, zoals visetende vogels en zoogdieren. Dit zal in samenhang met de normstelling voor abiotische milieuparameters leiden tot een meer integrale ecosysteembenadering.

De nota "Omgaan met risico's" heeft als uitgangspunt voor het milieubeleid het streven naar een duurzame ontwikkeling, waarbij mensen, dieren, planten en goederen worden beschermd. Voor de concretisering van het milieubeleid worden twee sporen gevolgd en wel het brongerichte beleid en het effectgerichte beleid. Uitgangspunt voor het brongerichte beleid is, dat onnodige milieuverontreiniging voorkomen moet worden. Het effectgerichte beleid sluit het meest aan bij de ecosysteembenadering. Uitgangspunt daarbij is, dat de kans op nadelige effecten voor afzonderlijke soorten planten en dieren verwaarloosbaar is. Daarbij wordt impliciet verondersteld, dat op deze wijze ook ecosystemen worden beschermd.

De grondslag voor het effectgerichte beleid is de risicobenadering. Daarbij worden een tweetal risicogrenzen gehanteerd nl. het niveau waarboven het risico onaanvaardbaar is (Maximaal Toelaatbare Risico (MTR)) en een niveau waaronder het risico verwaarloosbaar is (Verwaarloosbaar Risico (VR)).

In "Omgaan met risico's" wordt ingegaan op de risico's van stoffen voor ecosystemen. Uitgangspunt daarbij is de bescherming van zowel de structuur i.c. de soorten als het functioneren van de ecosystemen. Het beleid richt zich daarbij op de bescherming van populaties, niet op individuen, bij het

voorkómen van effecten van toxische stoffen. Voor het beschermen van ecosystemen wordt uitgegaan van de risicobenadering zoals omschreven in "Omgaan met risico's". De beleidsdoelstelling is adaequate bescherming van alle soorten in ecosystemen. Voor de berekening van MTR-niveaus wordt gebruik gemaakt van extrapolatiemodellen (zie Van Straalen & Denneman, 1989; Aldenberg & Slob, 1993). Validatieonderzoek (Emants et al., 1993) heeft aangetoond, dat aldus berekende MTR's niet significant verschillen van No Observed Effect Concentrations (NOEC's) verkregen uit veldonderzoek.

Voor een verdere uitwerking van de geformuleerde beleidslijnen heeft het RIVM een project Milieuverkenningen in uitvoering.

3.4. Samenhang

Om een samenhangend landbouw, natuur- en milieubeleid te kunnen realiseren zijn goede condities van milieu, water en ruimtelijke ordening essentieel. Die condities zullen primair tot stand worden gebracht in het kader van het milieubeleid via het Nationaal Milieubeleidsplan (NMP) en het NMP-plus (Ministerie van VROM, 1990b en 1991) in het kader van het waterbeleid via de Derde Nota Waterhuishouding (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1989 en 1990), in het kader van het natuurbeleid via het Natuurbeleidsplan (Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 1990a) en in het kader van het ruimtelijk beleid via de Vierde Nota over de Ruimtelijke Ordening en de VINEX (Ministerie van VROM, 1988 en 1990a) en de Structuurnota Groene Ruimte (Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 1990b). In het verlengde van de verantwoordelijkheid van de drie ministeries worden momenteel verkenningen uitgevoerd. Het RIVM is bezig met Milieuverkenningen waarbij de nadruk ligt op de effecten van stofbelastingen in de drie milieucompartimenten water, bodem en lucht. Het IKC-NBLF voert Natuurverkenningen uit waarbij de toestand van de natuur in Nederland wordt beschreven. RIZA en DGW zijn doende met Watersysteemverkenningen waarbij diverse aspecten van het compartiment water, waaronder het gebruik, in samenhang worden gezien. Hierdoor worden verbanden gelegd tussen overeenkomstige beleidsterreinen van de betrokken Ministeries, hetgeen past in een draagvlakvergroting voor de zorg voor natuur en landschap en duurzame ontwikkeling van landbouw in het landelijk gebied. Het aanzienlijke raakvlak van het milieubeleid met de integrale bescherming van ecosystemen zal een flinke impuls krijgen uit het onlangs afgesloten "Project Ecologische Inpasbaarheid van het omgaan met Stoffen" (Hekstra,

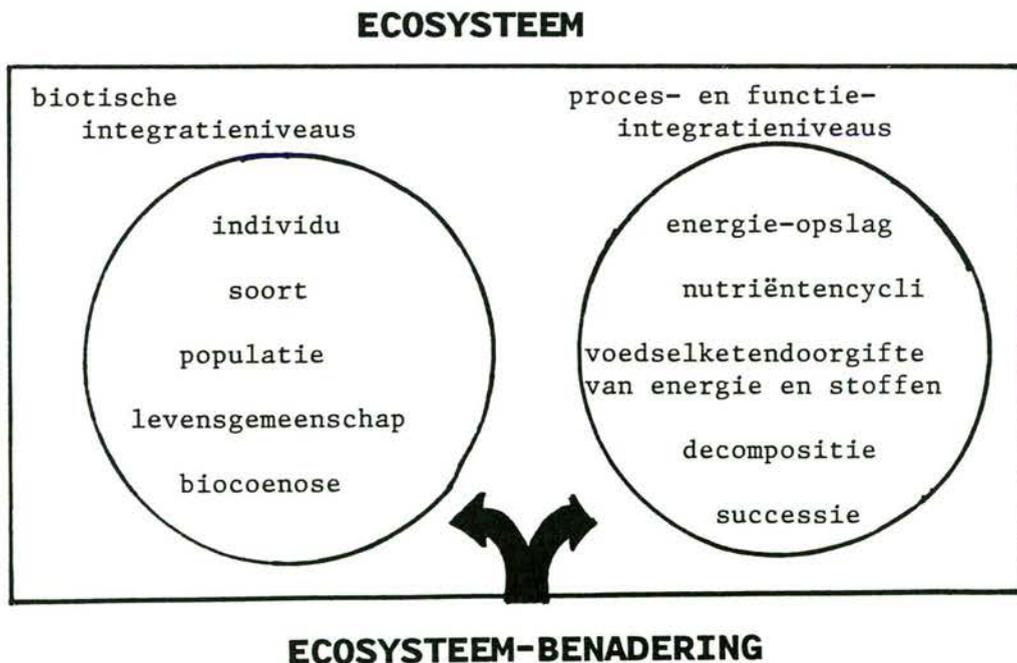
1993). Dit project was gericht op de bevordering van de interdepartementale samenwerking op het gebied van de ecologische risicobeoordeling van stoffen. Het project omvatte drie hoofdlijnen en wel een stoffenlijn (generiek stoffenbeleid), een ecosysteemlijn (gebiedsgericht stoffenbeleid) en een lijn evaluatie en voortgang (monitoring, beleidsgericht onderzoek en voortgangsplanning). In de stoffenlijn werden schattingsmethoden ontwikkeld, waarvan de resultaten zullen worden toegepast voor de integrale normstelling van stoffen. Tevens is een "Uniform Beoordelingssysteem Stoffen" in verregaande staat van ontwikkeling.

De ecosysteemlijn is complementair aan de stoffenlijn, waarbij uitgegaan wordt van aangrijpingspunten van stoffen in het ecosysteem. Specifiek gevoelige soorten, voedselwebben of soortinteracties kunnen daarbij als aangrijpingspunt dienen. Geselecteerde indicatororganismen of AMOEBE-soorten kunnen dienst doen om veranderingen in het ecosysteem te karakteriseren ten opzicht van referentie- of streefbeeld. De activiteiten in de ecosysteemlijn zijn geclusterd binnen mariene resp. landgebonden ecosystemen.

4. HUIDIG ONDERZOEK OP ECOSYSTEEMNIVEAU

4.1. Ecosystemen en ecologische normstelling

Bij het inventariseren van de beschikbare kennis en het signaleren van de lacunes in het relatieveld ecotoxicologie en systeemecologie zal rekening gehouden dienen te worden met de verschillende ecosysteemconcepten zoals die vanuit de diverse werkvelden gehanteerd worden. Binnen de ecologie kunnen twee complementaire benaderingswijzen worden onderscheiden waarbij óf de structuuraspecten óf de functieaspecten van het systeem worden bestudeerd. In de structuurbenadering ligt de nadruk op de beschrijving van de toestand van een ecosysteem met behulp van structurelementen waarbij vaak de populatie of de levensgemeenschap het aangrijpingspunt is. Bij de functiebenadering worden processen bestudeerd, waarvan de belangrijkste de stofkringloop en het energietransport zijn (zie Ringelberg, 1976). Beide benaderingen zijn in ecosysteemonderzoek complementair en essentieel voor de verdieping van het inzicht in de samenhang in en de werking van ecosystemen. In Figuur 1 is de doorwerking van de gehanteerde ecosysteembenadering bij ecotoxicologisch onderzoek nader weergegeven.



Figuur 1. Schematische weergave van de doorwerking van de gehanteerde ecosysteembenadering bij (ecotoxicologisch) systeemonderzoek. Ten aanzien van de proces- en functie-integratieniveaus is de opsomming niet volledig.

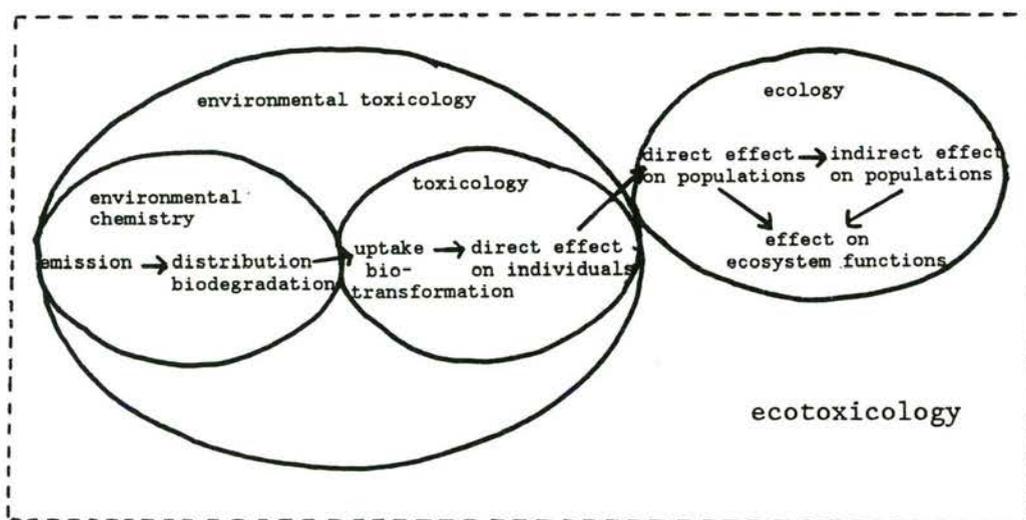
In de **structuurbenadering** wordt een ecosysteem beschouwd als een samenhangend geheel van soorten. Daarbij ligt de nadruk op de relaties tussen organismen zoals predatie en concurrentie, schematisch weer te geven in de vorm van een voedselweb. Ecotoxicologische studies, die structuurveranderingen in de levensgemeenschap signaleren onder invloed van toxische stoffen, hanteren dit ecosysteemconcept als uitgangssituatie. Beleidsvertalingen van onderzoek zoals de Risico Analyse Bodemverontreiniging (RAB, Van Straalen & Denneman, 1989), waarbij 95% van de soorten bescherming wordt geboden, gaan van een structuurbenadering uit. De Gezondheidsraad (1988a) beveelt variabelen aan voor de beschrijving van aquatische ecosystemen en de daarbij aan de orde zijnde normstelling. Ook daarbij valt op dat de meerderheid van de variabelen een (fysisch, chemisch of biologisch) structuurkarakter hebben. Bij de **functionele benadering** van de systeemeecologie worden ecosystemen als een samenhangend geheel van functionele componenten beschouwd. Zoals eerder opgemerkt staan stofkringlopen en energiestromen in deze benadering centraal. Hierbij past de koppeling van het transport van toxische stoffen door de verschillende ecosysteemcompartimenten aan de stromen van systeemeigen stoffen. Abiotische kenmerken van ecosystemen, zoals de concentratie van toxische stoffen in abiotische compartimenten van het systeem, passen in deze benadering. In de structuurbenadering worden de abiotische aspecten veelal buiten beschouwing gelaten. Echter, in het recente aquatisch ecotoxicologisch onderzoek vindt koppeling met abiotische variabelen meer en meer plaats.

Bij een vergelijkbare probleemstelling kunnen de twee verschillende ecosystemebenaderingen tot zeer uiteenlopende conclusies leiden. Derhalve zal bij de evaluatie van de beschikbare kennis (zie Hoofdstuk 5) rekening worden gehouden met de twee verschillende invalshoeken.

De Commissie is van mening dat het waardevol zou zijn te onderzoeken hoe bij een synthese van beide benaderingen extra informatie beschikbaar kan komen zonder dat daarvoor aanvullend empirisch onderzoek nodig is. Deze mening sluit aan bij het door de RMNO geconstateerde geringe integratieniveau van ecosystemonderzoek (RMNO, 1992a). Ook in een recente nota van de Gezondheidsraad (Van den Berg & Bodar, 1991) wordt opgemerkt dat het huidige ecotoxicologische onderzoek zich meer zou moeten richten op de temporele en ruimtelijke aspecten van het ecosysteem. De waardering voor ecosystemekwaliteit vond tot op heden vooral plaats door het gebruik van structurelementen en niet op basis van, veelal essentiële, procesgrootheden. De waardering is momenteel dus

vooral gebaseerd op responsvariabelen, terwijl in een integrale structuur- én procesbenadering de conditionerende variabelen meer aandacht zouden dienen te krijgen.

De Commissie wijst met instemming op het overzichtelijke schema (zie Figuur 2) uit een nieuwsbrief van het "Centre for Environmental and Wildlife Toxicology" (CEWT, 1992). Daarin is de bestudering van ecosysteemonderdelen gerelateerd aan de in de ecotoxicologie betrokken onderzoeksdisciplines. De in Figuur 1 gesignaleerde hogere biotische integratieniveaus (populatie, levensgemeenschap, ecosysteefuncties) bevinden zich in het CEWT-schema alle in de ecologische cluster, maar staan daarbij binnen het veld van de ecotoxicologie nog relatief los van de chemische en toxicologische disciplines.



Figuur 2. Onderzoeksdisciplines binnen het veld van de ecotoxicologie en de relatie met de bestudeerde ecosysteemonderdelen (uit: CEWT, 1992).

Recent zijn voor een aantal stoffen milieukwaliteitsdoelstellingen voor water en bodem opgesteld (Anonymus, 1992). Hierbij wordt er vanuit gegaan dat een beschermingsniveau voor 95% van de aanwezige soorten (een niveau, dat gehanteerd wordt bij de aanname van het maximaal toelaatbare risico - MTR) tevens voldoende bescherming biedt aan de structuur van het ecosysteem. De Commissie vraagt zich echter af of de op deze wijze afgeleide stofnormen de beoogde bescherming bieden aan essentiële proceskenmerken van het ecosysteem en aan

de waardevolle soorten, zoals de prioritaire soorten uit het NBP (zie ook CRMH, 1992).

4.2. Onderzoek met een potentiële vertaalslag naar het ecosysteemniveau

Zoals aangegeven in Hoofdstuk 2 is getracht een overzicht samen te stellen van het huidige ecosysteemgerichte ecotoxicologische onderzoek in de Nederlandse binnenwateren en terrestrische gebieden. Marien onderzoek werd niet in de inventarisatie betrokken.

Bij de opstelling van de projectenlijst zijn een aantal criteria gehanteerd. De selectie vond plaats tussen December 1992 en Maart 1993 en was gebaseerd op vier bestanden te weten:

- * het bestand van lopend ecotoxicologisch onderzoek (periode 1985 - 1992) zoals bijgehouden bij de NRLLO te Den Haag. Dit bestand bestaat uit het onderzoek van de in de NRLLO participerende instellingen (zie NRLLO, 1993) en was ten tijde van de selectie vrijwel volledig en geactualiseerd;
- * de registratie van de Nederlandse Onderzoek Databank. Dit bestand was niet geactualiseerd en kan niet als volledig worden beschouwd;
- * het bestand van het Speerpuntprogramma Bodemonderzoek te Wageningen voor de periode 1989 - 1993;
- * het bestand van het Stimuleringsprogramma Toxicologie te Wageningen tot en met februari 1993.

Tevens werd het TNO-CID literatuurbestand, waarin de onderdelen "VROMDOC" en "SIGLE" zijn opgenomen, gescreend op relevante beleidsstukken waarmee de studie van de Commissie in verband kan worden gebracht.

De Commissie moest tot de teleurstellende conclusie komen, dat het aldus verkregen overzicht een deels onvolledig en deels onjuist beeld geeft van het thans lopende of geplande relevante onderzoek. Deze mening stoelt op de kennis van de individuele Commissieleden betreffende onderdelen van het verkregen overzicht. Blijkbaar worden de gegevensregistraties niet of niet voldoende voorzien van de actuele projectbeschrijvingen. Het verstrekken van dergelijke informatie heeft kennelijk bij onderzoekers en instituten een lage prioriteit. De Commissie heeft er van af gezien de door haar opgestelde projectenlijst als Bijlage in dit rapport op te nemen. Om toch een inzicht te geven in de in Nederland aanwezige onderzoeksexpertise wordt volstaan met het vermelden van

de instituten, waar thans ecosysteemgericht ecotoxicologisch onderzoek plaatsvindt. Er is echter geen garantie voor volledigheid te geven.

Het aantal instellingen is niet onbetekenend. Maar uit dit overzicht kan niet de conclusie worden getrokken dat de inspanning op het terrein van ecosysteemgericht ecotoxicologisch onderzoek voldoende is. Bij het merendeel van de genoemde instellingen is dit type van onderzoek maar een zeer bescheiden onderdeel van het programma.

Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek (NIOO)

- * Centrum voor Terrestrisch Oecologie (CTO)-Heteren
- * Centrum voor Estuariene en Mariene Oecologie (CEMO)-Yerseke
- * Centrum voor Limnologie (CL)-Nieuwersluis

Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO)

- * Instituut voor Milieuwetenschappen (IMW)-Delft
- * Instituut voor Ruimtelijke Organisatie (INRO)-Delft

Universiteit van Amsterdam

- * Vakgroep Fundamentele en Toegepaste Oecologie
- * Vakgroep Milieu- en Toxicologische Chemie

Vrije Universiteit Amsterdam

- * Vakgroep Oecologie en Oecotoxicologie

Rijksuniversiteit Utrecht

- * Researchinstituut Toxicologie (RITOX)

Rijksuniversiteit Groningen

- * Laboratorium voor Plantenoecologie

Landbouwuniversiteit Wageningen

- * Vakgroep Bodemkunde en Geologie
- * Vakgroep Toxicologie
- * Vakgroep Natuurbeheer

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne (RIVM)-Bilthoven

Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA)-
Lelystad

Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO)-Wageningen

- * Staring Centrum voor onderzoek van het landelijk gebied (SC-DLO)-
Wageningen
- * Instituut voor Bodemvruchtbaarheid (IB-DLO)-Haren
- * Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO)

5. KENNISLACUNES IN HET HUIDIGE ONDERZOEK

In recente beleidsstudies (o.a. Van den Berg & Bodar, 1991) wordt geconcludeerd, dat er sprake is van een gebrek aan gegevens om een adequate beoordeling van de effecten van stoffen op ecosystemen mogelijk te maken. In het nu volgende overzicht zullen de kennislacunes in het overgangsgebied tussen de ecotoxicologie en de systeemecologie in het kort worden aangegeven. Die lacunes worden om reden van overzichtelijkheid gegroepeerd naar ecologisch hiërarchisch niveau, te weten het organisme, de populatie, de levensgemeenschap en het ecosysteem. Hierbij is soms de paragraaf waar de lacune wordt behandeld arbitrair.

In de tekst zijn die gebieden waar van een kennisachterstand sprake is met een vette letter aangegeven.

5.1. Kennislacunes op organismeniveau

Er is een groot gebrek aan gegevens over de toxiciteit van stoffen. Voor bestaande stoffen ontbreekt in 95% van de gevallen informatie over de kortdurende (acute) toxiciteit (Van Leeuwen, 1993). Dit geldt in versterkte mate voor het **chronisch-toxiciteitsonderzoek**. Met name voor organismen van de hogere trofische niveaus in de veldsituatie bestaat een groot gebrek aan gegevens. Dit manco vormt een groot knelpunt bij de vertaling van de gesignaleerde effectgrenzen voor soorten naar advieswaarden voor de bescherming van ecosystemen (zie ook de volgende paragrafen). Tot nu toe is het niet mogelijk gebleken procedures te ontwikkelen die op een realistische wijze rekening houden met de verscheidenheid in structuur en functioneren van (onderdelen van) ecosystemen boven het soortsniveau en waarbij de risico's voor meer gespecificeerde ecosystemen, vanuit de soort als uitgangspunt, kunnen worden ingeschat. Er wordt volstaan met het gebruik van enkele statistische methoden voor de extrapolatie van gegevens van een enkele soort naar een advieswaarde voor ecosystemen. Voor een evaluatie van deze methode kan verwezen worden naar Van den Berg & Bodar (1991). De conclusie van de Gezondheidsraad inzake de ecotoxicologische risico-evaluatie van stoffen (1988b), dat geen van deze extrapolatiemethoden de pretentie kan hebben ecosystemen te vrijwaren van nadelige effecten is, mede gezien het gebrek aan chronisch toxiciteitsonderzoek, nog steeds geldig. Ook de kanttekening van de Gezondheidsraad bij het onderzoek naar een uniform beoordelingssysteem (Gezondheidsraad, 1991a), dat de tijdsduur van standaard-toxiciteitstoetsen veelal korter is dan de

tijdsduur waarin de stoffen een lethale concentratie in het organisme bereiken, pleit voor uitbreiding van chronisch toxiciteitsonderzoek.

Sublethale effecten zijn met name in het terrestrische milieu nog maar weinig op soorts- of populatieniveau onderzocht. De kennis hieromtrent in het aquatische milieu is, vooral wat betreft laboratoriumgegevens, wat uitgebreider. Het onderzoek naar sublethale effecten zou meer nadruk verdienen zeker gezien de, in het laatste decennium, sterke toename in ecotoxicologische meetgegevens. Vaak zijn in publikaties slechts de gemeten gehalten vermeld, terwijl er vooral op het terrestrische vlak weinig of geen aandacht wordt geschonken aan de ecologische betekenis van deze gehalten (Denneman et al., 1985; Eijsackers, 1990). Het vaststellen van sublethale effecten is een goede methode om inzicht te krijgen in de relatie tussen toxische stoffen en het functioneren van ecosystemen. Het geeft door middel van effecten op populaties en levensgemeenschappen een indicatie in welke mate blootstelling aan een toxische stof leidt tot aantasting van ecosystemen. Een dergelijk effectenonderzoek zou bovendien goed te koppelen zijn aan onderzoek naar de invloed van chemische speciatie op de biologische beschikbaarheid van de toxische stof en de daarop volgende respons van een organisme.

Histopathologische en fysiologische effecten op vooral evertebraten van verschillende trofische niveaus zijn slechts zelden onderwerp van onderzoek. Dergelijke effecten op individuen kunnen resulteren in een veranderd functioneren, dat van belang is voor de fitness van de populaties als geheel. Livingstone et al. (1988) hebben er op gewezen, dat het reproducerend vermogen van een populatie bepalend is voor de vraag of er van een (sublethaal) langetermijn-effect van een stof sprake is. Verminderde reproductie kan immers tenslotte resulteren in het uitsterven van de populatie of van een verminderd functioneren binnen het ecosysteem. Een verminderde energetische efficiëntie zal de populatie kwetsbaarder maken voor andere, ook natuurlijke, stressfactoren.

Het voorspellen van blootstellingsconcentraties in water en bodem, vooral in "niet-evenwicht situaties", is onvoldoende nauwkeurig mogelijk. Dit blijkt een groot probleem evenals de inschatting van het eventueel resulterende primaire effect. Daarbij komt, dat voor sommige stoffen de biologische beschikbaarheid ten gevolge van dissociatie, complexvorming of speciatie beperkt is, hetgeen tot lagere blootstelling leidt dan verondersteld wordt op basis van berekende

of gemeten concentraties. Een voorbeeld vormt het onderzoek naar de biologische beschikbaarheid van PCB's, waarbij bleek dat, gemeten onder vergelijkbare laboratoriumcondities de opneembaarheid sterk wordt bepaald door het bodemvochtgehalte.

Bij het onderzoek naar de biologische beschikbaarheid van toxische stoffen is vooral in aquatische milieus met succes gebruik gemaakt van bioassays. Deze werden onder meer gebruikt om de potentiële effecten van contaminanten in grond en sediment te kunnen vaststellen. Onderzoek met sommige soorten (zoetwatermilieu, de plant *Cyperus spec.*; terrestrisch milieu, de worm *Eisenia foetid*) heeft aangetoond, dat de resultaten van de laboratoriumtoetsen zeer reproduceerbaar zijn en een grote vergelijkbaarheid vertonen met veldgegevens. Recent zijn de extrapolatiemethoden gevalideerd (zie Emans et al., 1993).

Uit diverse onderzoeken is gebleken dat de interne concentratie ofwel de interne dosis een rol zou kunnen spelen in de beoordeling van de risico's van geselecteerde stoffen voor organismen en de doorwerking op het ecosysteem. Onderzoek naar de accumulatie van lipofiele stoffen (chloorbenzenen) in vissen heeft aangetoond dat de inwendige concentratie waarbij sterfte optreedt onafhankelijk is van de uitwendige blootstellingsconcentratie en de tijdsduur van de blootstelling.

5.2. Kennislacunes op populatieniveau

Er is slechts een beperkte kennis van de effecten van een belasting met xenobiotica op populatieparameters, zoals reproductie, groeisnelheid, fitness, e.d. (zie o.a. Van de Hoeven, 1991; Kooyman, 1986). Ook de gevolgen op het functioneren van een populatie in een ecosysteem (bv. de bijdrage aan het decompositieproces) zijn slecht bekend. Doordat diverse stoffen via vergelijkbare mechanismen werken zou meer inzicht in de werkingsmechanismen van xenobiotica tot een normstelling kunnen leiden die tot op populatieniveau bescherming biedt.

De Ruyter van Steveninck et al. (1989) concluderen, dat voor het vaststellen van populatiereacties op een chronische belasting en voor inzicht in de interacties binnen de levensgemeenschap een grondige kennis van de levenscycli (life histories) van de relevante soorten noodzakelijk is. In de praktijk blijkt echter dat voor geschikte indicatororganismen in vele gevallen te weinig lifehistory gegevens beschikbaar zijn.

5.3. Kennislacune op levensgemeenschapsniveau

De grootste lacune in dit veld van onderzoek betreft de vertaling van de single species toxiciteit naar de levensgemeenschap. De laboratoriumexperimenten worden meestal uitgevoerd onder optimale condities van voeding, populatiedichtheid, medium, temperatuur e.d., terwijl in de veldsituatie de organismen in het algemeen blootgesteld zijn aan een veelheid van stressfactoren. Dit maakt de interpretatie en de vertaling van de laboratoriumexperimenten naar het niveau van de levensgemeenschap tot een zeer riskante bezigheid (zie ook Emans et al., 1993).

5.4. Kennislacunes op ecosysteemniveau

Systeemeigenschappen, zoals stabiliteit, persistentie en veerkracht zijn in het verleden als centraal thema bij de bestudering van ongestoorde systemen gehanteerd. Daarbij is echter de ecotoxicologische invalshoek nog maar weinig aan bod gekomen. Het analyseren van deze eigenschappen zou het inzicht in structuur en functioneren van ecosystemen vergroten (zie Gezondheidsraad, 1989). De mogelijkheden voor dergelijk onderzoek worden helder uiteengezet in Kwa & Ringelberg (1984). Deze auteurs vroegen vooral aandacht voor een operationaliseren van het begrip connectiviteit, dat aangeeft in welke mate ecosysteemcomponenten met elkaar verbonden zijn en van elkaar afhangen.

Voedselketenonderzoek vooral ten aanzien van de minder algemene metalen, organische microverontreinigingen en bestrijdingsmiddelen is, zeker in de veldsituatie, tot nu toe slechts spaarzaam uitgevoerd. Het onderzoek heeft zich vooral gericht op de effecten van cadmium, zink en PCB's op de hogere trofische niveaus. De aandacht gaat daarbij uit naar zoogdieren en vogels en tevens naar enkele soorten evertebraten in verband met de decompositie van organisch materiaal. Uitbreiding van dit type onderzoek naar het ecosysteemniveau, waarbij een meer integraal beeld van route, doorgifte en effecten op het gehele systeem kan worden verkregen, is zeer noodzakelijk. Daarbij moet worden opgemerkt dat de vaak gehanteerde voorstelling van lineaire voedselketens te simplistisch is. Zelfs de meer ingewikkelde weergave van een voedselweb geeft in het algemeen een te statisch beeld van de voortdurend aan variatie onderhevige situatie in dynamische systemen. Pas wanneer beoordeeld kan worden wat de cruciale aspecten van het systeemfunctioneren zijn, zal een adequate systeemgerichte normering mogelijk zijn.

Er is nog een groot gebrek aan **monitoring van de effecten** op en doorwerking naar diverse trofische niveaus. Dit zal de bouwstenen moeten bieden voor ecosysteemgerichte normstelling.

Er is een gebrek aan kennis omtrent het **gedrag van bestrijdingsmiddelen en hun metabolieten** door de verschillende ecosysteemcompartimenten. Met name is er nog weinig onderzoek gedaan naar de biotransformatie van persistente "non-pesticides" (feromonen, groeihormonen, e.d.). Dit type van stoffen is vooral in verband met de in het veld optredende biotransformatie en de effecten op het bodemleven een probleem (Anonymus, 1990).

De moeilijkheden bij de extrapolatie van laboratoriumtoetsen naar de veldsituatie (zie par. 5.3.) hangen vooral samen met het onvoldoende kunnen schatten van de blootstellingsconcentratie. Dit heeft onder andere te maken met gebrek aan kwantitatieve kennis en met problemen bij het beschrijven van de dynamiek van de onderliggende processen, zoals **verdeling, omzetting en transport**. Onbekendheid met de mate van biologische beschikbaarheid van sommige stoffen vergroot de onnauwkeurigheid in de schatting van blootstelling. Een juiste kwantitatieve bepaling dient de basis te zijn voor het interpreteren van laboratorium-toxiciteitsgegevens.

In het toelatingsbeleid voor bestrijdingsmiddelen is destijds de eis gesteld dat relevant ecotoxicologisch onderzoek gericht dient te zijn op onder meer het evalueren van de mogelijke invloeden van abiotische en biotische factoren die van invloed zijn op het gedrag en daarmee op de toxiciteit van de betrokken stof. Deze gegevens, aangeduid met de term **base-line parameters**, dienen volledig en toereikend te zijn.

In het algemeen is wel bekend dat de relaties tussen de concentraties van contaminanten in organismen die aan de basis van de voedselketens staan en de concentraties van deze contaminanten in abiotische milieucompartimenten, zoals water en bodem, door een veelheid van factoren worden bepaald. Maar hoe deze factoren in onderlinge samenhang in het ecosysteem functioneren of welke de voor de beschikbaarheid doorslaggevende factoren en hun kritische waarden zijn, is echter veelal slecht bekend. Er lijkt in dit opzicht het laatste decennium op ecosysteemniveau nog weinig voortgang te zijn geboekt (zie o.a. Blaauboer-Wiercx et al., 1982; Murk, 1987).

De uiteindelijke respons van het ecosysteem op xenobiotica in termen van successie is een nog vrijwel onontgonnen terrein van onderzoek. Daarbij is een onopgelost discussiepunt de vraag of de respons van ecosystemen op verontreinigende stoffen al dan niet essentieel verschilt van reacties op andere verstoringen (Bourdeau & Threshow, 1978). Problemen bij de interpretatie van gegevens ontstaan vanwege het verschil in gevoeligheid tussen de verschillende soorten uit een levensgemeenschap c.q. de verschillen in gevoeligheid tussen verschillende typen van ecosystemen. Dit heeft consequenties voor de gebiedsgerichte differentiatie in normstelling.

Bij het beoogde responsonderzoek dienen indirecte effecten de aandacht te hebben. Dergelijke indirecte effecten kunnen essentiële veranderingen in de structuur of het functioneren van het ecosysteem betreffen. Zo veranderen herbiciden een vegetatie soms op een dusdanig ingrijpende wijze, dat dit gevolgen heeft voor de vogelpopulaties die immers aan deze structurele elementen de basis voor hun functioneren in het betreffende ecosysteem ontleen (Morrison & Meslow, 1983). Eén van de weinige, redelijk gedocumenteerde onderzoeken omtrent structurele veranderingen in habitats door verontreinigingen is de remming van het decompositieproces in terrestrische ecosystemen onder invloed van zware metalen.

In het huidige ecotoxicologische onderzoek bestaat een sterke tendens te kiezen voor óf een laboratorium- óf een veldgerichte benadering. Slechts een marginaal deel van het tot op heden uitgevoerde onderzoek is erop gericht de laboratoriumresultaten te verifiëren in een veldsituatie of door middel van laboratoriumexperimenten de invloed van, in de veldsituatie niet te scheiden, variabelen te ontrafelen. Deze constatering geldt overigens ook voor onderzoek op lagere hiërarchische niveaus, zoals behandeld in de voorgaande paragrafen. De koppeling van laboratorium- en veldexperimenten is een voorwaarde voor het verkrijgen van bruikbare resultaten die nodig zijn voor het formuleren van ecologische normen op systeemniveau.

Over de invloed van verzurende en vermestende stoffen op stofbalansen en stofkringlopen van ecosystemen is relatief veel bekend. Echter, naar de relatie van toxische stoffen met stofbalansen is weinig onderzoek gedaan, met name in het terrestrische milieu. Daarbij moet worden bedacht dat bij een integrale systeembenadering de aquatische en terrestrische onderdelen van een

gebied niet los van elkaar kunnen worden gezien. Bij het opstellen van stofbalansen is veelal sprake van een arbitraire ecosysteembegrenzing.

Combinatie-toxiciteit en de interacties (synergisme, antagonisme, e.d.) tussen essentiële en niet-essentiële toxische spore-elementen zijn eerder regel dan uitzondering. Het optreden van synergismen en antagonismen is echter slechts voor maar een geringe hoeveelheid metalen en zeer weinig organische stoffen onderzocht. Voorts zijn er met betrekking tot de interactie van zware metalen en organische verontreinigingen praktisch geen gegevens beschikbaar.

In de veldsituatie is veel vaker sprake van een verontreiniging met verscheidene stoffen dan met één stof. Dat betekent dat voor een stoffenbeoordeling op ecosysteemniveau en de ontwikkeling van ecologische normen informatie over combinatietoxiciteit onontbeerlijk is.

Bij het ontwerpen en evalueren van ecologische modellen zijn onder andere de niet-lineaire modelstructuur, de gevoeligheid en de betrouwbaarheid barrières voor een vertaling naar ecologische normstelling. Theoretische ecosysteemmodellen met betrekking tot stoftransport en stofaspecten zullen aan realiteitswaarde winnen wanneer terugkoppeling naar een concrete landschappelijke eenheid of ecosysteem heeft plaats gevonden. Validatie van modelleringsonderzoek zal moeten bijdragen aan een precisering van de veiligheidsfactor bij de normstelling, waarbij de onzekerheid over de in werkelijkheid geboden bescherming voor het ecosysteem aanzienlijk kan afnemen. In de modelontwikkeling is er tevens een gebrek aan gegevens met betrekking de "life history" van de betrokken organismen onder veldomstandigheden. Voor een recent overzicht over het belang en de beperkingen van ecologische modellen wordt verwezen naar Van Linden & Van Straalen (1993).

6. PROGRAMMA OP HOOFDLIJNEN

6.1. Overwegingen bij het opstellen van een overzicht van onderzoekswensen

De Commissie heeft bij het opstellen van een overzicht van onderzoekswensen een aantal overwegingen gehanteerd.

1. Het is de doelstelling van de overheid te komen tot een wetenschappelijk gefundeerde ecologische normstelling voor ecosystemen. Daarbij wordt tevens geconstateerd, dat deze normstelling één van de overheidsacties is waarbij een koppeling optreedt met de differentiatie in ecosystemen, zowel wat betreft de specificiteit van het type alsook betreffende de verschillen in functie. De Commissie merkt op dat, gezien het gebrek aan adequate kennis omtrent de toelaatbare stofbelastingen in relatie tot de effecten op ecosysteemniveau, een dergelijke normstelling nog een lange weg heeft te gaan. Maar tegelijkertijd realiseert zij zich, dat de overheid binnen afzienbare tijd over een instrumentarium moet kunnen beschikken, dat normstelling voor ecosystemen mogelijk maakt.

Dit betekent, dat het wenselijk is een fasering aan te brengen in het uit te voeren onderzoek.

2. In Bijlage 3 is om redenen van overzichtelijkheid een indeling in Thema's gemaakt. In deze indeling zijn een aantal beleidsterreinen van de overheid herkenbaar en zijn de volgende overwegingen gehanteerd.

De overheid hecht een steeds groter gewicht aan ecologische normstelling op het niveau van de algemene milieukwaliteit. Tevens wordt meer aandacht besteed aan een gebiedsgerichte uitwerking. Hiervoor is het noodzakelijk, vooral ook daar waar sprake is van natuurgerichte normstelling, kennis te hebben van referentiebeelden van de onderscheiden ecosysteemtypen. Hierop kunnen streefbeelden worden gebaseerd, waarbij de aan het gebied of ecosysteemtype toe te kennen functies worden geïncorporeerd. Stappen om tot de formulering van referentie- en streefbeelden te komen zijn reeds in gang gezet (AMOEBEN, Watersysteemverkenningen, ecosysteemvisies en natuurdoeltypen).

Wil men de referenties en de streefbeelden kunnen beschrijven, maar ook controleren alsmede veranderingen kunnen signaleren, dan heeft men handvaten nodig in de vorm van ecologische grootheden.

Uit het overzicht omtrent de kennislacunes op het grensvlak systeemecologie - ecotoxicologie (zie Hoofdstuk 5) blijkt er nog veel kennis nodig te zijn om de ecotoxicologische invloed van stoffen op ecosystemen te kunnen voorspellen en te begrijpen. Daarvoor is nog veel op het systeem gericht ecotoxicologisch laboratorium- en veldonderzoek nodig.

Tenslotte is er een groot gebrek aan kennis over de vraag hoe een ecosysteem is te sturen naar het geformuleerde streefbeeld. Dit betekent dat er een grote behoefte is aan studies over de herstelbaarheid van ecosystemen.

3. De Commissie acht het een voorwaarde voor daadwerkelijke bescherming van ecosystemen, dat in de normstelling kennis omtrent zowel structurele alsook functionele ecosysteemkenmerken wordt verwerkt. Bij de programmering is met dit aspect rekening gehouden.

4. De Commissie heeft geconstateerd, dat er zowel vanuit de overheid alsook binnen adviesraden een toenemende belangstelling is gaan bestaan voor de effecten van (systeemvreemde) stoffen op ecosysteemniveau. Dit betekent, dat er binnen diverse circuits ideeën- en kennisgeneratie is opgetreden en nog steeds optreedt. Te noemen zijn de activiteiten in PEIS-verband, onderdelen van het Speerpuntprogramma Bodemonderzoek, enkele ad-hoc commissies van de Gezondheidsraad op het gebied van ecologische normstelling, de Commissie Ecotoxicologische Vraagstukken van de Gezondheidsraad en de relevante passages uit de meerjarenvisies van de NRLO en RMNO.
De Commissie zal aan de opmerkingen omtrent gewenst onderzoek, zoals die elders zijn geuit, in haar programmering aandacht schenken.

Op grond van discussies in de Commissievergaderingen, persoonlijke interviews met de Commissieleden (zie par. 1.3.) en de resultaten van Hoofdstuk 5, waar de kennislacunes zijn opgesomd, werden onderzoekswensen geïnventariseerd. De structurering in een vijftal thema's is hiervoor onder 2 toegelicht. Het **Overzicht van Onderzoekswensen** (zie Bijlage 3) pretendeert een terreindekkend beeld te geven wat naar de mening van de Commissie nodig is om wetenschappelijk gefundeerd te kunnen oordelen over:

- ** de effecten van stoffen op structuur en processen in ecosystemen;
- ** de gewenste ecologische normering ter bescherming van ecosystemen.

De Commissie is zich ervan bewust dat voor sommige geformuleerde wensen al onderzoek in uitvoering is. Een continuering of verdere intensivering is dan echter gewenst.

Uitvoering van dit programma als geheel zou in hoge mate tegemoet komen aan de wens het kennisgat tussen systeemecologie en ecotoxicologie op te vullen.

6.2. Procedure bij het opstellen van een programma op hoofdlijnen

De Commissie is zich ervan bewust dat de wens tot uitvoering van het Overzicht van Onderzoekswensen uit Bijlage 3 op korte termijn om een veelheid van redenen niet realistisch is. Zij heeft dus in dit Overzicht een fasering aangebracht hetgeen heeft geleid tot een **Programma op Hoofdlijnen**.

Bij de opstelling van dit Programma op Hoofdlijnen hebben de volgende criteria een rol gespeeld:

1. In het Overzicht van Bijlage 3 is per thema een fasering in de onderzoekswensen aangebracht. Gezien de urgentie om zo snel mogelijk tot een adequate ecosysteembescherming te komen gaat de voorkeur van de Commissie uit naar wensen vermeld onder Fase 1.
2. Tijdens een workshop (zie Bijlage 2), waarin het Overzicht van Onderzoekswensen ter discussie werd gesteld, is gesondeerd welke wensen de voorkeur van de deelnemers genieten. Globale conclusies zijn, dat:
 - a. op het raakvlak van de systeemecologie en de ecotoxicologie behoefte is aan een verdieping van fundamentele kennis omtrent structuur en functioneren van ecosystemen;
 - b. op het niveau van thema's vooral de thema's 1, 4 en 5 een brede belangstelling hadden;
 - c. onderzoek naar de biologische beschikbaarheid van stoffen een hoge prioriteit kreeg;
 - d. het belang van de vertaling van laboratoriumgegevens naar de veldsituatie, en daarbij ook daadwerkelijk veldonderzoek, werd benadrukt;
 - e. modelontwikkeling op het niveau van de systeemecologie en de ecotoxicologie met de daaraan gekoppelde validaties van belang werd geacht.Deze conclusies hebben mede de samenstelling van het Programma op Hoofdlijnen door de Commissie beïnvloed.
3. De Commissie heeft rekening gehouden met de urgentie die het betreffende onderzoek heeft voor de drie geselecteerde ecosysteemtypen (zie par. 2.2.).

4. In de prioritering door de Commissie hebben onderzoekswensen, die recent elders zijn geformuleerd (b.v. SPBO, 1992; Van Linden & Van Straalen, 1993) een rol gespeeld.
5. De Commissie heeft rekening gehouden met de beschikbaarheid van wetenschappelijke expertise en capaciteit binnen de Nederlandse onderzoekswereld.

6.3. Het Programma op Hoofdlijnen

THEMA 1. REFERENTIE ECOSYSTEEMONDERZOEK

Hoofdlijn 1a.

Evaluatie en operationalisering van systeemecologisch onderzoek van specifieke Nederlandse regio's of systemen gericht op de toepassing in en bruikbaarheid bij ecotoxicologisch veld- en mesocosmosonderzoek.

Toelichting:

Het systeemtheoretisch onderzoek dient binnen dit programma strikt gekoppeld te worden aan ecotoxicologische problemen. Als specifieke te bestuderen systemen beveelt de Commissie de door haar aanbevolen typen B (gemengd loofbos) en C (polderslootsysteem) aan (zie par. 2.2.), mede gezien de in Nederland beschikbare onderzoekscapaciteit.

Hoewel de urgentie op korte termijn speelt, zal de uitvoering van onderzoek binnen dit thema een lange termijn-karakter hebben.

Hoofdlijn 1e.

Het analyseren van totale stofstromen (gedrag, lot en transport) in specifieke ecosystemen van systeem-eigen stoffen, waaronder essentiële metalen zoals Zn, Cu, e.a. Het onderzoek dient gericht te zijn op een vergroting van het inzicht inzake effecten van externe input van deze stoffen in het ecosysteem.

Toelichting:

De Commissie wijst op de aanbeveling van het "Ad-hoc Beraad Systeemecologie voor het Stoffenbeleid" (Van Linden & Van Straalen, 1993): "Geadviseerd wordt om de brug tussen systeemecologie en ecotoxicologie tot stand te brengen door ontwikkeling van twee typen modellen namelijk voor verspreiding van contaminanten (type 1), en voor stofstromen in ecosystemen (type 2)". Deze Hoofdlijn van onderzoek is voorwaarde voor verdere modelmatige uitwerking en dus in harmonie met de aanbeveling van het Ad-hoc Beraad. Wel dient daarbij grote aandacht te zijn voor de validatie van de opgestelde modellen.

Als te bestuderen ecosysteem wijst de Commissie op het door haar aanbevolen type A (akkerbouw op zavelgrond) (zie par. 2.2.).

THEMA 2. ANALYSE EN BESCHRIJVING VAN STREEFBEELDEN

Hoofdlijn 2b.

Analyse van de huidige ecosysteemkwaliteit in specifieke systemen ten opzichte van de systeemkwaliteit in de geformuleerde streefbeelden.

Daaraan gekoppeld scenario studies voor het ontwikkelen van diverse streefbeelden als handvat voor te maken keuzen in het beleid ten aanzien van de bescherming van ecosystemen en de te bereiken natuurdoelen.

Toelichting:

De Commissie ondersteunt het in gang gezette onderzoek naar ecosysteemvisies en de daarvan afgeleide natuurdoeltypen en op het gebied van Watersysteemverkenningen. Deze Hoofdlijn biedt daarbij de mogelijkheid om de effecten van stoffen bij verschillende gebruiksvormen (bv. geïntegreerde en biologische-dynamische teeltwijzen bij agrarisch gebruik) te toetsen aan gestelde natuurdoelen.

THEMA 3. KARAKTERISTIEKE ECOSYSTEEMPARAMETERS

Hoofdlijn 3a.

Operationalisering van de onder andere door de Gezondheidsraad (1988a, 1989 en 1991b) geselecteerde parameters voor specifieke systeemtypen.

Toelichting:

De Commissie beveelt aan het onderzoek te starten met de door haar geselecteerde systeemtypen (zie par. 2.2.). Omdat in dit Programma op Hoofdlijnen de aandacht gericht is op het effect van stoffen is het zaak bij de keuze van de ecologische grootheden te letten op de gevoeligheid voor stoffen. Er dient daarbij aandacht te zijn voor parameters, die zowel voor prognose als voor diagnose bruikbaar zijn. Tevens beveelt de Commissie onderzoek aan naar parameters binnen de groepen van bodemvertebraten en terrestrische vertebraten, die een essentiële rol spelen bij het functioneren van het systeem, alsmede naar microbiële parameters voor diagnostisch gebruik.

THEMA 4. OP HET SYSTEEM GERICHT ECOTOXICOLOGISCH LABORATORIUM- EN VELDONDERZOEK

Hoofdlijn 4a.

Het vertalen van bestaande kennis op het gebied van veldwaarnemingen, chemische metingen en laboratorium-toxiciteitsonderzoek naar de bruikbaarheid voor normstelling voor ecosystemen.

Toelichting:

De Commissie is van mening dat er vooral op het gebied van de ecotoxicologie zeer veel wetenschappelijke gegevens en aannamen nog onvoldoende zijn beoordeeld op bruikbaarheid voor normstelling. Dit geldt onder andere voor de analyse van de betekenis van toxicologische effecten op soorten voor het functioneren van ecosystemen. Een dergelijke bureaustudie dient de basis te zijn voor nadere specificatie van de in dit rapport aanbevolen ecotoxicologische onderzoeksvoorstellen. Ook tijdens de Workshop (zie Bijlage 2) werd deze onderzoekslijn sterk ondersteund.

Hoofdlijn 4b.

Het opstellen en analyseren van totale stofstromen (gedrag, lot en transport) van systeemvreemde (landbouw)stoffen in specifieke ecosystemtypen.

Toelichting:

In hoofdlijn 1e ligt de nadruk op het verkrijgen van fundamenteel ecologisch inzicht in het functioneren van ongestoorde systemen. In deze lijn echter dient een brug te worden geslagen naar met ongewenste (concentraties van) stoffen belaste systemen. Voor agro-ecosystemen kan de koppeling van onderzoek aan de stikstofkringloop met dat van kringlopen van toxische stoffen een aanknopingspunt voor normstelling bieden.

Tevens vraagt de Commissie aandacht voor grensvlak-interacties zoals die bij de relaties tussen water en lucht, water en land, water en grondwater en water en waterbodems.

De Commissie meent, dat alle drie door haar aanbevolen systeemtypen (A: akkerbouw op zavelgrond; B: gemengd loofbos; C: polderslotensysteem) (zie par. 2.2) voor dit onderzoek in aanmerking komen.

Hoofdlijn 4c.

Onderzoek naar de invloed van meervoudige stress-situaties, bijvoorbeeld de combinatie van toxische stoffen en verzuring cq. vermisting in de veldsituatie op de structuren en het functioneren van ecosystemen.

Toelichting:

Normstelling voor stoffen gericht op ecosystemen wordt ernstig bemoeilijkt door het optreden van een combinatie van stofinvloeden. Afhankelijk van het systeemtype zal in het ene geval eutrofiëring of verzuring, in het andere geval vergiftiging met systeemvreemde stoffen als voornaamste verstoringsbron worden beschouwd. De Commissie acht stimulering van onderzoek op dit gebied, ook op mesokosmosschaal, een grote prioriteit.

Naar de mening van de Commissie dient dit onderzoek gestimuleerd te worden in alle drie door haar onderscheiden systeemtypen (A: akkerbouw op zavelgrond; B: gemengd loofbos; C: polderslotensysteem) (par. 2.2.). Vanuit het oogpunt van natuurbeleid is vooral kennisvermeerdering in het systeemtype B, i.c. gemengd loofbos uiterst gewenst.

Hoofdlijn 4d.

Dosis-effect relaties met betrekking tot chronische effecten van stoffen niet alleen op soorten, maar vooral op functionele groepen in het ecosysteem.

Hoofdlijn 4e.

Effect van combinatietoxiciteit in de veldsituatie bij chronische belasting met lage stofconcentraties.

Toelichting:

De Commissie beveelt ten aanzien van de hoofdlijnen 4d en 4e aan zich bij dit type van onderzoek vooral te richten op het beschikbaar zijn of het beschikbaar komen van gegevens omtrent de levenscycli van de te onderzoeken soorten (bij voorkeur sleutelsoorten) en op de functionele rol die de te onderzoeken soorten in het ecosysteem spelen. Het biedt de mogelijkheid ook sublethale effecten te analyseren en het belang voor het functioneren van het ecosysteem in te schatten.

Dit type van onderzoek moet van groot belang worden geacht voor een beter onderbouwde vaststelling van advieswaarden ter bescherming van ecosystemen. Om pragmatische redenen is een beperking tot soorten uit de drie geselecteerde ecosysteemtypen te prefereren, maar de noodzaak van uitbreiding naar andere systeemtypen is evident.

De Commissie meent, dat alle drie door haar aanbevolen systeemtypen (A: akkerbouw op zavelgrond; B: gemengd loofbos; C: polderslotensysteem) (zie par. 2.2.) voor de uitvoering van deze onderzoekslijnen in aanmerking komen.

Hoofdlijn 4g.

Analyse van de relatie tussen abiotische milieu-omstandigheden, chemische speciatie, biologische beschikbaarheid en de interne blootstelling van stoffen.

Hoofdlijn 4h.

Onderzoek van de persistentie en biodegradatie van bestrijdingsmiddelen in een specifieke veldsituatie, met daaraan gekoppeld een analyse van de resulterende blootstellingsniveaus.

Toelichting:

Kennis omtrent biologische beschikbaarheid vormt een voorwaarde voor een wetenschappelijk verantwoorde normstelling. Ten behoeve van de evaluatie van biologische beschikbaarheid is inzicht nodig in de chemische speciatie van toxische stoffen en van de abiotische omstandigheden die bij speciatie een rol spelen

De geprioriteerde hoofdlijnen 4g en 4h door de Commissie sluiten aan bij het advies van de Programmacommissies van het Speerpuntprogramma Bodemonderzoek nader onderzoek te stimuleren naar "een precieze karakterisering van het voorkomen van verontreinigingen in de bodem. In welke vorm komt de verontreiniging zelf voor, welke eigenschappen van de stof en de bodem zijn relevant voor het verdere gedrag en de aanpak van de stof" (SPBO, 1992).

De Commissie meent dat alle drie door haar aanbevolen systeemtypen (A: akkerbouw op zavelgrond; B: gemengd loofbos; C: polderslotensysteem) (zie par.2.2.) voor de uitvoering van deze onderzoekslijnen in aanmerking komen.

THEMA 5. HERSTELBAARHEID VAN ECOSYSTEMEN

Hoofdlijn 5a.

Onderzoek naar de intrinsieke en ruimtelijke buffering van ecosystemen tegen toxische en verzurende stoffen.

Hoofdlijn 5b.

Onderzoek naar beheersingrepen, die mogelijkheden tot sturing bieden van de ecologische ontwikkeling in specifieke ecosystemen en regio's.

Hoofdlijn 5c.

Onderzoek naar de potenties voor en risico's van natuurontwikkeling in verontreinigde ecosystemen.

Hoofdlijn 5d.

Onderzoek naar herstel ("remediation") technieken die gebruikt kunnen worden voor het bevorderen van de sanering van ecosystemen.

Hoofdlijn 5e.

Analyse van de mogelijkheden voor herstel van ecosystemen die verstoord zijn door een combinatie van een stofbelasting met andere stressfactoren, zoals verdroging, versnippering, etc.

Toelichting:

De Commissie acht de urgentie van dit thema dermate groot, dat het in zijn geheel als een prioriteit moet worden aangemerkt. Wil men daadwerkelijk inhoud kunnen geven aan het beginsel van multifunctionaliteit en duurzaamheid dan zal bij de normstelling inzicht moeten bestaan in de mate waarin ecosystemen zich van (verschillende vormen van) milieubelasting kunnen herstellen.

De Commissie wijst op het grote belang van een koppeling van dit thema aan fundamenteel ecosystemonderzoek zoals voorgesteld in thema 1, temeer omdat de mechanismen, die moeten leiden tot herstel van systemen, nog volstrekt onvoldoende bekend zijn.

Vanwege de grote kennisachterstand in dit veld van onderzoek is juist hier een concentrering van de inspanning op enkele specifieke ecosysteemtypen, bij voorkeur in de vorm van enkele concrete proefprojecten, zeer gewenst. De Commissie beveelt uitvoering aan van:

- * onderzoekslijnen 5b, 5d en 5e in het systeem A (akkerbouw op zavelgrond);
- * onderzoekslijnen 5a, 5c 5d en 5e in het systeem B (gemengd loofbos);
- * onderzoekslijnen 5a, 5b en 5d in het systeem C (polderslotensysteem).

6.4. Onderzoek in geselecteerde ecosysteemtypen

In de voorgaande beschrijving van thema's en hoofdlijnen is steeds een voorstel opgenomen bij welke van de drie ecosysteemtypen het onderzoek zal plaatsvinden. In de hiernavolgende tabel zijn deze voorstellen samengevat.

| Hoofddlijn | Beknopte titel | Type | | |
|------------|---|------|---|---|
| | | A | B | C |
| 1a | evaluatie en operationalisering van systeemtheoretisch onderzoek | | X | X |
| 1e | stofstroom-effectonderzoek (referentieonderzoek) | X | X | X |
| 2b | ontwikkelen streefbeelden in relatie tot huidige ecosysteemkwaliteit | | X | X |
| 3a | operationalisering geselecteerde parameters | X | X | X |
| 4a | vertaling soortgerichte kennis naar ecosysteemniveau | X | X | X |
| 4b | gedrag systeemvreemde stoffen | X | X | X |
| 4c | invloed combinatiestress in veldsituatie | | | X |
| 4d | chronische dosis-effectrelaties | X | X | X |
| 4e | effect combinatietoxiciteit bij chronische lage stofbelasting | X | X | X |
| 4g | relatie biotisch milieu-biologische beschikbaarheid | X | X | |
| 4h | persistentie en biodegradatie bestrijdingsmiddelen in veldsituatie | X | X | X |
| 5a | intrinsieke en ruimtelijke buffering ecosystemen tegen toxische en verzurende stoffen | | X | X |
| 5b | beheersingrepen ter sturing ecologische ontwikkeling | X | | X |
| 5c | potenties en risico's van natuurontwikkeling in verontreinigde ecosystemen | | X | |
| 5d | hersteltechnieken voor sanering van ecosystemen | X | X | X |
| 5e | herstel mogelijkheden ecosystemen bij stofbelasting en andere stressfactoren | X | X | |

A = akkerbouw op zavelgrond
 B = gemengd loofbos
 C = polderslotensysteem

7. CONCLUSIES, WIJZE VAN AANPAK EN AANBEVELINGEN

7.1. Conclusies

- a. Met inachtneming van de pragmatische uitgangspunten bij de prioritering van de hoofdlijnen ziet de Commissie het zwaartepunt van haar programmeringsadvies (Hoofdstuk 6) liggen in de thema's

4. **Systeemgebonden ecotoxicologisch laboratorium- en veldonderzoek**
en

5. **Herstelbaarheid van ecosystemen.**

Wil er op termijn echter een wetenschappelijk gefundeerde normstelling voor de bescherming van ecosystemen tot stand komen, dan is een grondige aanpak van alle genoemde thema's onvermijdelijk.

- b. De Commissie acht het voor een voortgaande beleidsontwikkeling en besluitvorming ten aanzien van normstelling voor ecosystemen van het grootste belang dat thans **bestaande kennis** op het gebied van veldwaarnemingen, chemische metingen en toxiciteitsonderzoek op bruikbaarheid wordt getoetst (zie Hoofdlijn 4a, par. 6.3.).

- c. De Commissie acht het van belang dat het Programma op Hoofdlijnen zich concentreert op de door haar aanbevolen drie ecosysteemtypen. Na uitvoering dient de bruikbaarheid van de verkregen **resultaten** ook voor andere ecosysteemtypen te worden **geëvalueerd**.

- d. De Commissie concludeert een grote kennisachterstand inzake:

- **draagkracht en herstelbaarheid** van ecosystemen. Dit knelt temeer omdat begrippen als multifunctionaliteit en duurzaamheid een grote beleidsrelevantie hebben gekregen.

In dit verband wijst de Commissie op het grote belang van de aanwezigheid van buffergebieden van waaruit rekolonisatie kan plaatsvinden.

- **de voorspelling van blootstellingsconcentraties** in water en bodem. Daardoor zijn er onvoldoende gegevens omtrent de biologische beschikbaarheid van stoffen, hetgeen weer leidt tot knelpunten bij de normstelling.

- e. Voor normstelling op ecosysteemniveau is het van cruciaal belang de respons van het ecosysteem op ingrepen in de veldsituatie te kennen. De Commissie concludeert derhalve, dat voor het ontwikkelen van een realistische normstelling voor ecosystemen er een **vergroete inspanning** moet komen op het gebied van veldonderzoek en op het gebied van de vertaling van laboratorium- en mesokosmosresultaten naar de veldsituatie. Een hulpmiddel om dit te bevorderen is het aansturen van laboratorium- en mesokosmosonderzoek vanuit de veldsituatie. Die "top-down" koppeling dient een voorwaarde te zijn voor het formuleren en prioriteren van onderzoeksprojecten.
- f. Onderzoeksresultaten, die de knelpunten op het terrein van normstelling op ecosysteemniveau goeddeels oplossen, zullen een **langjarige meetinspanning** vergen. Dit heeft te maken met het lange-termijn karakter (10 - 20 jaar) van veldonderzoek, dat nodig is om de effecten van lage doseringen van toxische stoffen te traceren. Voorts hangt het samen met de vaak lange responstijd van ecosystemen op versturende en restaurerende ingrepen. En tenslotte speelt de relatief grote kennisachterstand in dit onderzoeksgebied een rol.
- Gezien de reeds opgebouwde kennis en infrastructuur (SPBO, STIMTOX, PEIS) verwacht de Commissie, dat uitvoering van het door haar voorgestelde Programma op Hoofdlijnen binnen vier jaar tot **eerste resultaten** zal leiden die voor normstelling gericht op ecosystemen bruikbaar zullen zijn.
- g. Hoewel deze studie zich concentreert op de stoffenproblematiek concludeert de Commissie, dat bij behoud, beheer, herstel en ontwikkeling van ecosystemen **veelal ook andere sturende factoren** aan de orde zijn. Zo spelen voor sommige agro-ecosystemen factoren, zoals de regulering van het grond- en oppervlaktewater, aangepast graslandbeheer bij meervoudige functie, inrichtings- en beheersaspecten onderhoud van waterlopen, etc., een belangrijke rol. Bij natuurbeheer kan, naast de invloed van stoffen, sprake zijn van factoren als verdroging, versnippering, de introductie van exoten, etc. In een integrale ecosysteembenadering, binnen de context van het principe van duurzaamheid, dienen deze sturende (stress op stress) factoren in samenhang te worden gezien.
- Dit betekent naar de mening van de Commissie dat er een goede afstemming moet zijn tussen de diverse beleidslijnen inzake behoud, herstel, inrich-

ting en beheer van ecosystemen zowel op het niveau van de departementen als ook op het niveau van de lagere overheden.

7.2. Uitwerking, uitvoering en organisatie van het Programma

Het ligt niet in de opdracht van de Commissie het door haar voorgestelde Programma op Hoofdpijnen te detailleren. Toch wenst zij een aantal voorwaarden te schetsen cq. suggesties te doen, voor de uitwerking, organisatie en uitvoering van het Programma. De Commissie acht het volgende van belang:

- * Ten aanzien van de **uitwerking en detaillering** van het thans voorliggende Programma op Hoofdpijnen is het van belang dat dit gebeurt in een intensieve samenspraak tussen systeemecologen en ecotoxicologen.
- * In de detaillering zal er nadrukkelijk rekening moeten worden gehouden met de beleidsontwikkeling op het probleemveld. Met name doelt de Commissie daarbij op de thans in gang zijnde verbreding van de brongerichte aandacht en normstelling naar de gebiedsgerichte risicobeoordeling, restauratie en inrichting.
- * Bij de detaillering dient inbedding in Europese onderzoekskaders te worden nagestreefd.
- * Ten aanzien van de **uitvoering** is de Commissie van mening, dat de onderzoekscapaciteit moet worden ingezet binnen de drie ecosysteemtypen, die de Commissie heeft omschreven in paragraaf 2.2.
- * Beleid en onderzoek zullen erbij gebaat zijn, wanneer de uitvoering van het programma zich concentreert op enkele concrete ruimtelijk aangegeven demonstratieprojecten. De aan het veld gebonden projecten moeten bij voorkeur in deze geografisch omschreven locaties worden uitgevoerd (één akkerbouwgebied, één bos, één slotensysteem).
- * Het behoeft geen (nader) betoog dat bij de uitvoering, binnen de demonstratieprojecten gespecificeerde te beschermen doelen worden geformuleerd en dat deze doelen operationeel worden gemaakt door het kwantificeren van de doelstellingen.
- * Het is van essentieel belang dat afstemming plaatsvindt met lopend onderzoek aan agro-ecosystemen (o.a. in het kader van het Speerpuntprogramma Bodemonderzoek-SPBO) en met de momenteel in gang zijnde gebiedsgerichte activiteiten betreffende de ontwikkeling van "Ecosysteemvisies" en "Watersysteemverkenningen" mede in verband met andere verstorende factoren dan stoffen.

- * Ten aanzien van de benodigde capaciteit als aanvulling op lopende onderzoeksinspanningen ziet de Commissie de volgende indicatieve verdeling over de thema's in het voorgestelde Programma op Hoofddijnen (zie voor specificatie Bijlage 4):

| | | |
|---------|---|------|
| Thema 1 | Referentie ecosysteemonderzoek | 20 % |
| Thema 2 | Analyse en beschrijving van streefbeelden | 5 % |
| Thema 3 | Karakteristieke ecosysteemparameters | 5 % |
| Thema 4 | Op het ecosysteem gericht ecotoxicologisch laboratorium- en veldonderzoek | 40 % |
| Thema 5 | Herstelbaarheid van ecosystemen | 30 % |

De Commissie acht een stimulering van het systeemgerichte ecotoxicologische onderzoek met totaal ruim 100 mensjaren in vier jaar gewenst. Hiermee is een extra bedrag van circa 15 miljoen gulden gemoeid ofwel gemiddeld circa 3,75 miljoen gulden per jaar.

De schatting gaat uit van een inbreng van reeds bestaande capaciteit door de onderzoeksinstellingen. De Commissie is zich ervan bewust dat het in de eerste jaren een moeilijke opgave zal zijn die inbreng op eenzelfde niveau als die van de extra stimulering te laten zijn. Lopende projecten hebben immers in het algemeen een looptijd van verscheidene jaren en de eigen, op het ecosysteemgerichte deskundigheid, is in het algemeen nog beperkt. Derhalve zal na de stimuleringsperiode van vier jaar moeten worden bezien of eventuele voortzetting van dit type onderzoek geheel binnen reguliere programma's zonder aanvullende financiering kan worden ondergebracht.

- * De Commissie beveelt aan het voorgestelde Programma op Hoofddijnen, na eventuele nadere selectie en na uitwerking tot op projectniveau, uit te voeren binnen de **organisatiestructuur** van een onderzoeksprogramma.
- * De uitvoering van het onderzoek zal ermee gediend zijn, wanneer in deze organisatiestructuur het beleid en het onderzoek, elk vanuit hun eigen taken en verantwoordelijkheden, een rol vervullen.
- * De Commissie stelt voor dat, nadat de randvoorwaarden ten aanzien van financiële omvang, duur en eventuele nader fasering zijn bepaald, door de betrokken departementen een voorbereidingsgroep wordt gevormd, waarin zowel wetenschap als beleid zijn vertegenwoordigd. Deze groep krijgt als

taak om binnen de aangegeven kaders (Hoofdlijnen-advies en voornoemde randvoorwaarden) een concreet programmavoorstel met demonstratieprojecten voor de drie ecosysteemtypen uit te werken. De werkwijze (bijvoorbeeld met subgroepen per ecosysteemtype) dient door deze groep te worden aangegeven.

- * Vervolgens dient een Stuurgroep vanuit de financierende overheid en een Programmacommissie, waarin zowel onderzoeksveld als beleidsdirecties deelnemen, het Programma uit te voeren. Zij hebben de verantwoordelijkheid voor de sturing op hoofdlijnen resp. de voortgang van de uitvoering en de kennisoverdracht van de resultaten. De Commissie wijst daarbij op de aanbeveling -in het peerreview over het Speerpuntprogramma Bodemonderzoek-SPBO (KNAW, 1993)- om een sterke rol ten aanzien van te nemen beslissingen toe te kennen aan onderzoekscoördinatoren.
- * De Commissie beveelt aan om bij de organisatie van de onderzoeksuitvoering bijzondere aandacht te besteden aan de samenwerking tussen onderzoeksinstellingen.

7.3. Aanbevelingen

- a. Om het inzicht te vergroten in de herstelmogelijkheden van gecontamineerde ecosystemen beveelt de Commissie aan, naast het Programma op Hoofdlijnen, **monitoringsprojecten** op te zetten c.q. te continueren in thans in uitvoering zijnde **natuurontwikkelingsprojecten**. Juist deze projecten bieden een goede gelegenheid het herstel van een ecosysteem, met inbegrip van aantasting door stofbelasting, te volgen. Daar waar sprake is van projecten die worden uitgevoerd door particuliere, terreinbeherende organisaties dient de overheid aandacht te schenken aan de financiële voorwaarden voor de uitvoering.
- b. De Commissie constateert nog een groot gebrek aan kennis omtrent de structurele en functionele aspecten van ecosystemen. Voor een overbrugging van de kennislacune op het raakvlak systeemecologie - ecotoxicologie vraagt de Commissie bijzondere aandacht voor de rol van processen en van functionele groepen in het ecosysteem. Voor het verdiepen van het inzicht in deze aspecten speelt het **fundamenteel systeemonderzoek** een belangrijke rol. Onderzoek dient het inzicht te vergroten in de begrippen draagkracht en herstel van ecosystemen. Stimulering zou kunnen plaatsvinden via NWO en via de daarvoor in aanmerking komende ecologisch georiënteerde onderzoeksscholen.

- c. Naast de in deze studie genoemde stofgroepen wijst de Commissie op een **nieuwe categorie van stofgroepen**, die in de toekomst de vraag naar normen zal beïnvloeden. Het gaat hier om stoffen, die ook in zeer lage concentraties biologisch zeer actief zijn, zoals feromonen (lokstoffen), natuuridentieke hormonen, groeiregulatoren en eiwitachtige verbindingen. Voor deze categorie stoffen bestaat veel belangstelling. De biotechnologie brengt de mogelijkheden van productie en opschaling snel dichterbij en dit kan tot twee problemen leiden. Ten eerste zullen deze stoffen in korte tijd in relatief grote concentraties kunnen worden geproduceerd, hetgeen consequenties heeft voor de manier van opslag, verwerking en beheer ten opzichte van aangrijpingspunten in het milieu en de natuur. Ten tweede zal regelmatige toepassing van deze stoffen, ook in lage concentraties, kunnen leiden tot grootschalige verstoringen van bijvoorbeeld voedings- en paringsrelaties. Deze categorie van stoffen is in lage concentraties in het veld uiterst moeilijk traceerbaar. Hun invloed op ecosysteemrelaties is echter groot. Niet uit te sluiten is, dat de productie en aanwending van deze natuuridentieke verbindingen op langere termijn tot verstoringen leidt van ecosysteemrelaties op grote schaal.
- Voorts bepleit de Commissie intensivering van de aandacht voor bulkchemicaliën, zoals benzenen en fenolen, vanwege hun opvallend vertraagd tot stand komende effecten.
- d. De Commissie acht het van belang dat er een gestructureerd en geregeld geactualiseerd landsdekkend bestand wordt opgezet met **ecotoxicologische veldgegevens** uit de diverse milieucompartimenten. Een dergelijk bestand zal zijn nut bewijzen bij retrospectieve analyses van de toestand van het milieu. De Commissie beveelt in dit opzicht de opzet van Watersysteemverkenningen voor andere milieucompartimenten in de aandacht aan.
- e. De Commissie onderkent het belang van **goede projectbestanden** omtrent lopend onderzoek voor het beleid. Gezien echter haar teleurstellende ervaringen bij het raadplegen van deze bestanden heeft de Commissie moeten constateren dat weliswaar een goed systeem bestaat, maar dat het onvoldoende geactualiseerd is door vertraagde en onvolledige toelevering van gegevens vanuit onderzoeksorganisaties. De Commissie beveelt aan condities te creëren, waardoor de bruikbaarheid, van gegevensbestanden is gegarandeerd. Integratie van bestaande bestandssystemen zal daarbij een belangrijke voorwaarde zijn.

LITERATUUR

Anonymus, 1990. Ecotoxicologische risico's. Onderzoeksprogramma met betrekking tot de lotgevallen, verspreiding en ecotoxicologische risico's bij het gebruik van bestrijdingsmiddelen in land- en tuinbouw. Staring Centrum DLO.

Anonymus, 1992. Jaarprogramma Milieuonderzoek 1992. Ministerie Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer. DGM.

Berg, M.M.H.E. van den & C.W.M. Bodar, 1991. Ecotoxicologische extrapolatiemethoden. Gezondheidsraad, Den Haag. Publikatienummer A91/3, 1991/11.

Blaauboer-Wiercx, M.A.C.I., C.J. Nagelkerke & S. Parma, 1982. Ecosysteemonderzoek in Nederland; een verkenning. Limnologisch Instituut, Nieuwersluis. Nota nr. 1982-7.

Bourdeau, P. & M. Treshow, 1978. Ecosystem response to pollution. In: G.C. Butler (Ed.). Principles of ecotoxicology. J. Wiley and Sons. Chichester, New York.

CEWT, 1992. Centre for Environmental and Wildlife Toxicology. Newsletter. Number 1, September 1992.

CRMH, 1992. Omgaan met risico's. Centrale Raad voor de Milieuhygiëne. Advies 92/4.

CUWVO, 1988. Ecologische normdoelstellingen voor Nederlandse oppervlaktewateren. Coördinatiecommissie Uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren, Werkgroep V-1. Den Haag

Denneman, W.D., H.E. van Capelleveen & N.M. van Straalen, 1985. Bijdrage aan de ecologische normstelling van bodembescherming. Rapport Voorlopige Technische Commissie Bodembescherming. Leidschendam. VCTB-rapport A86/02-II.

Eijsackers, H.J.P., 1990. Bodemecosysteemparemeters. In: A.A.A. van der Schraaf. Strategien voor ecologische normstelling waterbeheer. Het spel en de knikers. Den Haag. SDU-uitgeverij.

Emans, H.J.B., P.C. Okkerman, E.J. van de Plassche, P.M. Sparenburg & J.H. Canton, 1993. Validation of some extrapolation methods used for effects assessment. Toxicol. Chem. (in press).

Gezondheidsraad, 1984. Advies inzake een begrippenlijst ten behoeve van Ecologische Normen Waterbeheer. Den Haag. Publikatienummer 1984/37.

Gezondheidsraad, 1988a. Ecologische Normen Waterbeheer. Keuze van de parameters. Tweede deeladvies. Den Haag. Publikatienummer 1988/06.

Gezondheidsraad, 1988b. Ecotoxicologische risico-evaluatie van stoffen. Den Haag. Publikatienummer 1988/28.

Gezondheidsraad, 1989. Ecologische Normen Waterbeheer. Beschrijving van de parameters. Derde deeladvies. Den Haag. Publikatienummer 1989/21.

Gezondheidsraad, 1991a. Stoffen uniform beoordelen? Advies over het prototype uniform beoordelingssysteem. Den Haag. Publikatienummer 1991/08.

Gezondheidsraad, 1991b. Kwaliteitsparameters voor terrestrische en aquatische bodemecosystemen. Een selectie van hanteerbare ecotoxicologische toetsen. Den Haag. Publikatienummer 1991/17.

Haas, W. de, A. Breeuwsma, J.A. Klijn & J.H.A.M. Steenvoorden, 1994. Programmeringsstudie gebiedsgericht milieubeleid. Aanbevelingen voor milieuonderzoek en ecologisch onderzoek. Publikatie RMNO (in druk).

Hekstra, G.P. (Red.), 1993. Ecologische inpasbaarheid van het omgaan met stoffen. Beoordelingssystemen voor stoffen in ecosystemen - het ecologisch geweten achter de normstelling. Eindrapportage PEIS. Publicatiereeks Stoffen, Veiligheid en Straling. Ministerie van VROM.

Hoeven, N. van de, 1991. Final summary report of the *Daphnia* project "The effects of pollution on *Daphnia* populations". Delft. TNO Environment and Energy Research. Report 91/159.

IMP - Water, 1981. Indicatief Meerjaren Programma Water 1980 - 1984. Den Haag. Staatsuitgeverij.

IMP - Water, 1985. Indicatief Meerjaren Programma Water 1985 - 1989. Den Haag. Staatsuitgeverij.

Klijn, F., 1988. Milieubeheergebieden Deel A. Indeling van Nederland in ecoregio's en ecodistricten. Deel B. Gevoeligheid van ecodistricten voor verzuring, vermisting, verontreiniging en verdroging. Leiden. CML-Mededeling 37. Bilthoven. RIVM-rapport 758702001.

KNAW, 1993. Peer review of the Netherlands Integrated Soil Research Programme. Amsterdam. Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen. Nota Juni 1993, 17 p.

Kooyman, S.A.L.M., 1986. Population dynamics on basis of budgets. In: The dynamics of physiologically structured populations. Berlin. Springer Lecture Notes in Biomathematics. (Metz & Diekman, Eds).

Kwa, C.L. & J. Ringelberg, 1984. Algemene ecologische begrippen en hun relatie met ecologisch beheer van oppervlaktewater. (Een literatuurverkenning in opdracht van het Ministerie van VROM ten behoeve van de Commissie Ecologische Normen Waterbeheer), Rapport. Universiteit van Amsterdam, Vakgroep Aquatische Oecologie.

Leeuwen, C.J. van, 1993. Over ecologische grenzen. Utrecht. Inaugurele Rede. Zie ook: H₂O 26, 282 - 292

Linden, F.J.M. van & N.M. van Straalen, 1993 Ad-hoc Beraad Systemecologie voor het Stoffenbeleid. Advies. Nota in het kader van het Project Ecologische Inpasbaarheid Stoffen (PEIS).

Livingstone, D.R., M.N. Moore & J. Widdows, 1988. Ecotoxicology: Biological effects measurements on molluscs and their use in impact assessment. In: W. Salomons et al. (Eds). Pollution of the North sea, an assessment. Springer Verlag, Berlin/Heidelberg.

MILBOWA, 1991. Milieukwaliteitsdoelstellingen bodem en water. Den Haag, Staatsuitgeverij.

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 1990a. Natuurbeleidsplan. Regeringsbeslissing. Den Haag, Staatsuitgeverij.

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 1990b. StructuurNota Landbouw. Den Haag, Staatsuitgeverij.

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 1993. Landinrichting in de jaren negentig. Regeringsbeslissing. Den Haag, Staatsuitgeverij.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1985. Omgaan met Water: naar een integraal waterbeleid. Den Haag, Ministerie van Verkeer en Waterstaat.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1989. Derde Nota Waterhuishouding. Water voor nu en later. Den Haag, Staatsuitgeverij.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1990. Supplement op de Derde Nota Waterhuishouding. Regeringsbeslissing. Den Haag, Staatsuitgeverij.

Ministerie van VROM, 1988. Vierde Nota over de Ruimtelijke Ordening. Den Haag, Staatsuitgeverij.

Ministerie van VROM, 1990a. Vierde Nota over de Ruimtelijke Ordening Extra. VINEX. Den Haag, Staatsuitgeverij.

Ministerie van VROM, 1990b. Nationaal Milieubeleidsplan. Kiezen of verliezen. Den Haag, Staatsuitgeverij

Ministerie van VROM, 1991. Nationaal Milieubeleidsplan Plus. Den Haag, Staatsuitgeverij.

Morrison, M.L. & E. Ch. Meslow, 1983. Impacts of forest herbicides on wildlife: toxicity and habitat alteration. Trans. North. Amer. Wildl. Natur. Resour. Conf. 48: 175 - 185.

Murk, A.J., 1987. Ecotoxicologie. Visies van 31 betrokkenen. Gezondheidsraad, Den Haag. Publikatienummer 1987/07.

NRLO, 1990. Meerjarenvisie Landbouwkundig Onderzoek 1991 - 1994. Den Haag, Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek.

NRLO, 1993. Jaarverslag 1992. Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek. Den Haag.

Rijken, A.K.M., J.T. de Schmidt & A.W.M. Verkroost, 1992. Advies over het project ecologische inpasbaarheid van het omgaan met stoffen (PEIS). Publikatie RMNO nr. 71.

RMNO, 1992a. Meerjarenvisie 1992. Programma van Milieu- en Natuuronderzoek ten behoeve van een duurzame ontwikkeling. Publikatie RMNO nr. 70.

RMNO, 1992b. Achtergronddocument Meerjarenvisie 1992. Publikatie RMNO nr. 73.

Ringelberg, J. 1976. Inleiding tot de aquatische oecologie in het bijzonder van het zoete water. Utrecht, Bohn, Scheltema & Holkema.

Ruyter van Steveninck, E.D. de (ed.), 1989. Project Ecologische Inpasbaarheid Stoffen 5. Ecosysteemkennis voor nationaal stoffenbeleid: Literatuurstudie en voorstel voor een programma van onderzoek. RIVM-rapport nr.718921001.

SPBO, 1992. Speerpuntprogramma Bodemonderzoek 1994 - 2000. Noodzaak en mogelijkheden voor verdere verankering van het bodemonderzoek in Nederland. Wageningen. Rapport SPBO, Juni 1992.

Stortelder, P.B.M., M.A. van der Gaag & L.A. van der Kooij, 1989. Kansen voor waterorganismen. DBW/RIZA nota nr. 89.016.

Straalen, N.M. van & C.A.J. Denneman, 1989. Ecotoxicological evaluation of soil quality criteria. Ecotox. and Environ. Safety. 18, 241 - 251.

Zadelhoff, F.J. van, 1992. Werkdocument van de Nota Ecosysteemvisies EHS. Deel 1. Rapport van het Projectteam Afstemming Ecosysteemvisies EHS (projectleider

F.J. van Zadelhoff). Informatie en Kenniscentrum Natuur, Bos, Landschap en Fauna (IKC-NBLF) van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. December 1992.

BIJLAGE 1. SAMENSTELLING VAN DE COMMISSIE

LEDEN VAN DE COMMISSIE

| | |
|----------------------------|---------------------------------|
| Dr.Ir. R.J. Dortland | - IMW-TNO, Delft |
| Dr. H.J.P. Eijsackers | - SPBO, Wageningen |
| Prof.Dr.Ir. E.A. Goewie | - LU, Wageningen |
| Mevr.Drs. M. Klein | - IKC-NBLF, Wageningen |
| Prof.Dr. J.H. Koeman | - LU, Wageningen |
| Prof.Dr. H.A.M. de Kruijf | - RIVM, Bilthoven / RUU |
| Dr. P. Leeuwangh | - SC-DLO, Wageningen |
| Prof.Dr. C. J. van Leeuwen | - VROM-DGM, 's-Gravenhage / RUU |
| Dr. S. Parma, voorzitter | - Hilversum |
| Dr. P.B.M. Stortelder | - RIZA, Lelystad |
| Prof.Dr. W. van Vierssen | - NIOO, Nieuwersluis |
| Dr. G. Vos | - LNV-MKV, 's-Gravenhage |

SECRETARIAAT VAN DE COMMISSIE

| | |
|---------------------------------|-----------------------|
| Mw.Ir. E.C. Gleichman-Verheijen | - RMNO, Rijswijk |
| Ir. F.C. Zuidema | - NRLO, 's-Gravenhage |

RAPPORTEUR VAN DE COMMISSIE

| | |
|--------------------|-------------------|
| Drs. W.D. Denneman | - INRO-TNO, Delft |
|--------------------|-------------------|

BIJLAGE 2. LIJST VAN DEELNEMERS AAN DE WORKSHOP OP 21 APRIL 1993 TE UTRECHT

| | |
|-----------------------------------|----------------------|
| Prof.Dr. W. Admiraal | - UvA |
| Drs. F. Baerselman | - LNV-GB |
| P. Bedingius | - IKC-MKT |
| Ir. H.M. Beije | - IKC-NBLF |
| Dr. Ch. Bodar | - GR |
| Dr. J.H. de Bruijn | - VROM-DGM-SVS |
| Drs. W.D. Denneman | - INRO-TNO |
| Dr.Ir. R.J. Dortland | - IMW-TNO |
| Dr. H.P.J. Eijsackers | - SPBO |
| Prof.Dr. W.H.O. Ernst | - VUA |
| Drs. F. Fennema | - LNV-MKV |
| Drs. M.A. van der Gaag | - VROM-DGM-DWL |
| Dr. R. Gast | - IBN-DLO |
| Mevr.Ir. E.C. Gleichman-Verheijen | - RMNO |
| Drs. C. van der Guchte | - RIZA |
| Dr. G.P. Hekstra | - VROM-DGM-SVS |
| Mevr.Dr. N. van der Hoeven | - IMW-TNO |
| Mevr.Drs. M. Klein | - IKC-NBLF |
| Prof.Dr. H.A.M. de Kruijf | - RIVM / RUU |
| Dr. P. Leeuwangh | - SC-DLO |
| Dr. B.H. van Leeuwen | - NBR |
| Prof.Dr. C.J. van Leeuwen | - VROM-DGM-SVS / RUU |
| Dr. S. Parma | - NIOO |
| Dr. D.M. Pegtel | - RUG |
| Dr. E.D. de Ruyter van Steveninck | - IHE |
| Dr. J.T. de Smidt | - RUU |
| Ir. H.P. Smit | - IKC-MKV |
| Ir. P.B.M. Stortelder | - RIZA |
| Prof.Dr. N.M. van Straalen | - VUA |
| Ing. T. de Vries | - LNV-NBLF |
| Dr.Ir. G. Weststeijn | - LNV-DWT / NRLO |
| Ir. F.C. Zuidema | - NRLO |

BIJLAGE 3. OVERZICHT VAN ONDERZOEKSWENSEN

Het hiernavolgende overzicht is tot stand gekomen op grond van discussies in de Commissievergaderingen, persoonlijke interviews met Commissieleden en de resultaten van Hoofdstuk 5 waar kennislacunes zijn opgesomd.

Het pakket aan onderzoekswensen pretendeert een goed beeld te geven van het onderzoek, dat naar de mening van de Commissie nodig is om een wetenschappelijk gefundeerd oordeel te kunnen geven over de

** effecten van stoffen op structuur en processen in ecosystemen;

** gewenste ecologische normering ter bescherming van ecosystemen.

De Commissie is zich ervan bewust, dat voor sommige geformuleerde wensen al onderzoek in uitvoering is. Een continuering of verdere intensivering is dan echter gewenst.

Het overzicht beperkt zich niet tot onderzoek, dat alleen in de drie geselecteerde ecosysteemtypen, zoals omschreven in paragraaf 2.2., nodig zou zijn, maar dekt het hele terrein op het grensgebied van de systeemecologie en de ecotoxicologie.

De Commissie heeft uit dit overzicht een **Programma op Hoofdpijnen** samengesteld door prioritering van een aantal onderzoekswensen. Bij deze prioritering zijn wél indicaties gegeven over het ecosysteemtype, waarin het onderzoek bij voorkeur zou moeten worden uitgevoerd. Zie voor de procedure bij de opstelling hiervan hoofdstuk 6 van dit rapport.

De indeling in thema's wordt nader toegelicht in paragraaf 6.1. Binnen de thema's is onderscheid gemaakt tussen onderzoekslijnen, die naar de mening van de Commissie op korte termijn, d.w.z. binnen 5 jaar, tot resultaten zouden moeten leiden om bij te dragen tot een minimale bescherming van ecosystemen (fase 1) en onderzoekslijnen, die in een latere fase aan de beurt van onderzoek zouden mogen komen (fase 2).

Na de opsomming van de onderzoekslijnen binnen een thema wordt een korte omschrijving van het onderzoekstype gegeven. Daarna volgt een indicatie van de stoffen waar het onderzoek binnen één thema zich bij voorkeur op zou moeten richten.

THEMA 1. REFERENTIE ECOSYSTEEMONDERZOEK

Achtergrond

Voor de beoordeling van de ecotoxicologische beïnvloeding van een natuurlijk ecosysteem is het noodzakelijk gedetailleerd inzicht te hebben in de structuur en het functioneren van een overeenkomstig ongestoord systeem. Voor de Nederlandse situatie is de kennis omtrent de referentie van de geselecteerde natuurdoeltypen echter nog slechts spaarzaam aanwezig.

In ons land zijn momenteel geen universitaire of para-universitaire onderzoeksgroepen die zich richten op systeemecologische theorievorming. Er zijn hiertoe wel aanzetten bij groepen op beleidsgerichte instituten. Theoretisch-biologisch onderzoek naar lagere ecologische integratieniveaus, vooral dat van de populatie, mag zich in een veel grotere belangstelling verheugen.

Hoofdpijnen van onderzoek

FASE 1

- 1a. Evaluatie en operationalisering van systeemecologisch onderzoek van specifieke Nederlandse regio's of systemen gericht op de toepassing in en bruikbaarheid bij ecotoxicologisch veld- en mesocosmosonderzoek.
- 1b. Analyse van de conditionerende variabelen in referentie-ecosystemen.
- 1c. Identificatie en beschrijving van karakteristieke combinaties van soorten in ecosystemen met een toetsing aan het soortenbeschermingsbeleid uit het NBP.
- 1d. Analyse van de relatie van, door het beleid geprioriteerde, soorten met andere voor een systeem kenmerkende niet-geprioriteerde soorten.
- 1e. Het analyseren van totale stofstromen in de veldsituatie (gedrag, lot en transport) in specifieke ecosystemen van systeem-eigen stoffen waaronder essentiële metalen, zoals Zn, Cu, e.a. Het onderzoek dient gericht te zijn op een vergroting van het inzicht inzake effecten van externe input van deze stoffen in het systeem.

FASE 2

- 1f. Onderzoek naar het functioneren van processen die bijdragen aan de homeostase van (nog min of meer) ongestoorde systemen in de veldsituatie.
- 1g. Onderzoek naar de doorwerking van veranderingen binnen één trofisch niveau naar andere trofische niveaus van een ecosysteem.

Onderzoekstype

Theoretisch systeemgericht onderzoek en systeemecologisch veldonderzoek.

Specifieke stofgroepen

Nutriënten, essentiële zware metalen (Zn, Cu), bestrijdingsmiddelen.

THEMA 2. ANALYSE EN BESCHRIJVING VAN STREEFBEELDEN

Achtergrond

Onduidelijkheid en een zeker gebrek aan overeenkomst in het te bereiken of te behouden ecosysteemtype leiden ertoe dat binnen eenzelfde terminologie verschillende doelen worden nagestreefd. Concretisering van specifieke doelstellingen met als achtergrond een kwalitatief en kwantitatief beschreven systeemtypologie dient de basis te zijn voor streefbeelden ten aanzien van natuur, milieu en landschap.

In geval van natuurdoelstellingen dient er een kwalitatieve en kwantitatieve beschrijving te zijn inclusief specifieke soorten en processen en met de aanduiding van de niveaus waarop deze kenmerken zich in het verleden in de Nederlandse situatie bevonden. Dit sluit nauw aan bij de in de Meerjarenvisie 1992 van de RMNO geformuleerde aanbeveling (RMNO, 1992a) tot ontwikkeling van een visie voor natuur- en landschapsbeheer die meer nadruk legt op de "oorspronkelijkheid en kenmerkendheid" in natuur en landschapswaarden.

In geval van multifunctionele doelstellingen, bijvoorbeeld met inbegrip van specifieke agrarische bedrijfsvoering, dienen deze in de vorm van karakteristieke structuren en processen, die bij dat type horen, te worden geformuleerd.

Hoofdpijnen van onderzoek

FASE 1

- 2a. Kwalitatieve en kwantitatieve beschrijvingen van streefbeelden voor ecosysteemtypen in de Nederlandse situatie.
- 2b. Analyse van de huidige ecosysteemkwaliteit in specifieke systemen ten opzichte van de systeemkwaliteit in de geformuleerde streefbeeldtypen. Daaraan gekoppeld scenariostudies voor het ontwikkelen van diverse streefbeelden als handvat voor te maken keuzen in het beleid ten aanzien van de bescherming van ecosystemen en de te bereiken natuurdoelen.

Onderzoekstype

Systeemecologisch onderzoek waarbij gebruik wordt gemaakt van historisch-geografische en biologische gegevens.

Specifieke stofgroepen

Niet van toepassing.

THEMA 3. KARAKTERISTIEKE ECOSYSTEEMPARAMETERS

Achtergrond

Het doel van dit thema is het ontwikkelen cq. selecteren van (sets van) kwaliteitsparameters waaraan de kwaliteit van de structuur en het functioneren van ecosystemen of onderdelen daarvan kunnen worden afgelezen. Een kwaliteitsparameter is gedefinieerd als "een eigenschap van een (deel van een) ecosysteem, welke na kwantificering en vergelijking met een relatief ongestoorde referentiesituatie informatie levert over de effecten van stoffen op het ecosysteem" (Gezondheidsraad, 1991a). De uitvoering van dit thema dient te leiden tot (beperkte) lijsten van stofgerichte parameters, die een representatief beeld geven van de kwaliteit van de bijbehorende ecosystemen of onderdelen daarvan. De Commissie adviseert mede gebruik te maken van de uitvoerige studies van de Gezondheidsraad (1988a, 1989 en 1991b), rekening houdend met wetenschappelijke (representativiteit voor het systeem) en pragmatische (uitvoerbaarheid, kosten, etc.) argumenten.

Hoofdpijnen van onderzoek

FASE 1

3a. Operationalisering van de onder andere door de Gezondheidsraad (1988a; 1989; 1991b) geselecteerde parameters voor specifieke systeemtypen.

FASE 2

- 3b. Onderzoek naar de natuurlijke achtergrondvariatie (bandbreedte) van parameters in (ongestoorde) systemen.
- 3c. Opstellen van een validatieprocedure, waarmee aan de hand van de geselecteerde parameterset de ecologische relevantie van ecosystemeverstoringen en de consequenties ervan kunnen worden beoordeeld.

Onderzoekstype

Vooraf bureau-onderzoek naar beschikbare gegevens, aan te vullen met veldonderzoek, met name voor de onderdelen van hoofdpijn 11.

Specifieke stofgroepen

Niet van toepassing.

THEMA 4. OP HET SYSTEEM GERICHT ECOTOXICOLOGISCH LABORATORIUM- EN VELDONDER- ZOEK

Achtergrond

Essentieel voor het ontwikkelen van ecologische normen op systeemniveau is kennis omtrent de respons van een systeem op verstoring. Derhalve is voor een reële bescherming van ecosystemen een validatie onder veldcondities noodzakelijk. Er is daarbij echter sprake van zeer grote onderzoekstechnische problemen en interpretatiemoeilijkheden. De laboratoriumsituatie biedt de beste mogelijkheden voor inzicht in het aandeel van enkelvoudige of eenvoudige combinaties van stofinvloeden. Echter in de veldsituatie kan een respons van het systeem op een stofbelasting ingrijpend worden beïnvloed door andere milieufactoren. Koppeling van laboratorium- en veldonderzoek vormt een belangrijk onderzoeksgebied, teneinde de realiteitswaarde van onderzoeksresultaten voor normstelling te doen toenemen.

In dit opzicht dient er aandacht te zijn voor de ontwikkeling van modellen. De Commissie onderschrijft de aanbevelingen van het "Ad-hoc Beraad Systeem-ecologie voor het Stoffenbeleid" (Van Linden & Van Straalen, 1993). Zij wijst echter ook op de betrekkelijke betekenis van modellen voor de veldsituatie, gezien de problemen rond de validatie.

Een zeer belangrijke kennislacune betreft de extrapolatie van toxicologische effecten van een stof op één soort naar de effecten op verscheiden soorten en levensgemeenschappen. Effecten van een stofbelasting op verscheidene organismen in het ecosysteem of van de doorwerking van het effect op één soort naar andere soorten (soortsinteracties) zijn veelal slecht bekend, maar wel essentieel voor het beoordelen van het functioneren van het ecosysteem.

Ook de effecten van een combinatie van stoffen (combinatietoxiciteit) op soorten en levensgemeenschappen vormen een groot kennisgat.

De Commissie beveelt onderzoek naar het modelleren van blootstelling van organismen aan stoffen en daarbij de biologische beschikbaarheid van stoffen sterk in de aandacht aan. Gebrek aan gegevens is een grote belemmering bij de vertaling van laboratoriumresultaten naar de veldsituatie. Immers pas wanneer de actuele concentraties van blootstelling in een veldsituatie bekend zijn, kunnen reële inschattingen van de risico's gemaakt worden. Daarbij bestaan er vaak onzekerheden over de ecologische relevantie van een verontreiniging

voor het systeembehoud, en zelfs vaak ook op het soortsniveau. Een ecologische validatie kan alleen door systeem- of regiogebonden veldonderzoek voor specifieke situaties worden verkregen.

Vooraf voor dit thema acht de Commissie het van belang dat bij uitvoering van de hoofdlijnen een nadere detaillering plaatsvindt, toegespitst op de drie geformuleerde ecosysteemtypen (par. 2.2.). Bij deze detaillering dienen systeemecologen te worden betrokken.

Hoofdlijnen van onderzoek

FASE 1

- 4a. Het vertalen van bestaande kennis op het gebied van veldwaarnemingen, chemische metingen en laboratorium-toxiciteitsonderzoek naar de bruikbaarheid voor normstelling voor ecosystemen.
- 4b. Het opstellen en analyseren van totale stofstromen (gedrag, lot en transport) van systeemvreemde (landbouw)stoffen in specifieke ecosysteemtypen.
- 4c. Onderzoek naar de invloed van meervoudige stress-situaties, bijvoorbeeld de combinatie van toxische stoffen en verzuring cq. vermisting in de veldsituatie op de structuur en het functioneren van ecosystemen.
- 4d. Dosis-effect relaties met betrekking tot chronische effecten van stoffen, niet alleen op soorten maar vooral op functionele groepen in het ecosysteem.
- 4e. Effect van combinatietoxiciteit in de veldsituatie bij chronische belasting met lage stofconcentraties.
- 4f. Onderzoek naar (de bruikbaarheid van) biomarkers voor de evaluatie van het ecosysteemfunctioneren.
- 4g. Analyse van de relatie tussen abiotische milieuomstandigheden, chemische speciatie, biologische beschikbaarheid en de interne blootstelling van stoffen.
- 4h. Onderzoek naar de persistentie en biodegradatie van bestrijdingsmiddelen in een specifieke veldsituatie, met daaraan gekoppeld een analyse van de resulterende blootstellingsniveaus .

FASE 2

- 4i. Onderzoek naar homeostase en feedback-mechanismen in ecosystemen onder invloed van belasting met toxische stoffen.
- 4j. Onderzoek naar remobilisatie bevorderende omstandigheden van zware metalen en bestrijdingsmiddelen in terrestrische bodems en waterbodems.

Onderzoekstype

Veldecologisch onderzoek en, daar waar opportuun, mesocosmosonderzoek in combinatie met laboratoriumonderzoek. De nadruk ligt bij ecologische validaties op veldonderzoek, bij analyse van soortinteracties op veld- en mesocosmosstudies, en bij onderzoek naar biologische beschikbaarheid op laboratoriumexperimenten.

Specifieke stofgroepen

Grondontsmettingsmiddelen (m.n. nematiciden), herbiciden (steroidachtige verbindingen), benzenen, feromonen, feromoonmimetica (steroidachtige verbindingen, groeiregulatoren en ureumverbindingen).

De combinaties van verzurende/vermestende stoffen met zware metalen c.q. organische microverontreinigingen. Bij onderzoek naar de biologische beschikbaarheid ligt de nadruk op bestrijdingsmiddelen en zware metalen, met name Cu en Zn.

THEMA 5. HERSTELBAARHEID VAN ECOSYSTEMEN

Achtergrond

Gebaseerd op het principe van multifunctionaliteit uit de Wet op de Bodembescherming dient een ecologisch herstel van een bodem te allen tijde mogelijk te zijn. Dit geldt zelfs niet alleen voor dat éne compartiment, maar voor het gehele ecosysteem. Ook de huidige natuurontwikkeling via gerichte milieu-ingrepen (zie bijvoorbeeld RMNO, 1992b) vereist een herstelmogelijkheid van ecosystemen. Er moet echter geconstateerd worden dat een beoordeling van de mate van herstel van ecosystemen, die belast zijn (geweest) met ongewenste (concentraties van) stoffen een nog slecht ontgonnen onderzoeksterrein is. De Commissie acht de achterstand in kennis in dit thema dermate groot, dat zij geen van de lijnen van onderzoek in een tweede fase heeft geplaatst.

Hoofdpijnen van onderzoek

FASE 1

- 5a. Onderzoek naar de intrinsieke en ruimtelijke buffering van ecosystemen tegen toxische en verzurende stoffen.
- 5b. Onderzoek naar beheersingrepen, die mogelijkheden tot sturing bieden van de ecologische ontwikkeling in specifieke ecosystemen en regio's.
- 5c. Onderzoek naar de potenties voor en risico's van natuurontwikkeling in verontreinigde ecosystemen.
- 5d. Onderzoek naar herstel ("remediation") technieken, die gebruikt kunnen worden voor het bevorderen van de sanering van ecosystemen.
- 5e. Analyse van de mogelijkheden voor herstel van ecosystemen die verstoord zijn door een combinatie van een stofbelasting met andere stressfactoren zoals verdroging, versnippering, etc.

Onderzoekstype

Laboratoriumonderzoek voor bioremediation technieken.

Kleinschalig veldonderzoek met een gebiedsgericht karakter voor beheersingrepen, natuurontwikkeling en natuurherstel.

Specifieke stofgroepen

Afhankelijk van de situatie.

BIJLAGE 4. INDICATIE VAN BENODIGDE CAPACITEIT IN MENSJAREN

Per hoofdlijn uit het Programma op Hoofdlijnen (par. 6.3.) is een indicatie gegeven omtrent de benodigde capaciteit in mensjaren. Deze capaciteitsindicatie dient te worden beschouwd als aanvullend naast het al lopende onderzoek. Nadere aanbevelingen worden vermeld in par. 7.2.

| Hoofdlijn | Beknopte titel | Capaciteit in mensjaren |
|-----------|---|-------------------------|
| 1a | evaluatie en operationalisering van systeemtheoretisch onderzoek | 8 |
| 1e | stofstroom-effectenonderzoek (referentieonderzoek) | 12 |
| 2b | ontwikkelen streefbeelden in relatie tot huidige ecosysteemkwaliteit | 4 |
| 3a | operationalisering geselecteerde parameters | 6 |
| 4a | vertaling soortgerichte kennis naar ecosysteem niveau | 2 |
| 4b | gedrag systeemvreemde stoffen | 8 |
| 4c | invloed combinatiestress in veldsituatie | 6 |
| 4d | chronische dosis-effectrelaties | 8 |
| 4e | effect combinatietoxiciteit bij chronische lage stofbelasting | 12 |
| 4g | relatie biotisch milieu-biologische beschikbaarheid | 4 |
| 4h | persistentie en biodegradatie bestrijdingsmiddelen in veldsituatie | 4 |
| 5a | intrinsieke en ruimtelijke buffering ecosystemen tegen toxische en verzurende stoffen | 6 |
| 5b | beheersingrepen ter sturing ecologische ontwikkeling | 8 |
| 5c | potenties en risico's van natuurontwikkeling in verontreinigde ecosystemen | 6 |
| 5d | hersteltechnieken voor sanering van ecosystemen | 6 |
| 5e | herstel mogelijkheden ecosystemen bij stofbelasting en andere stressfactoren | 4 |