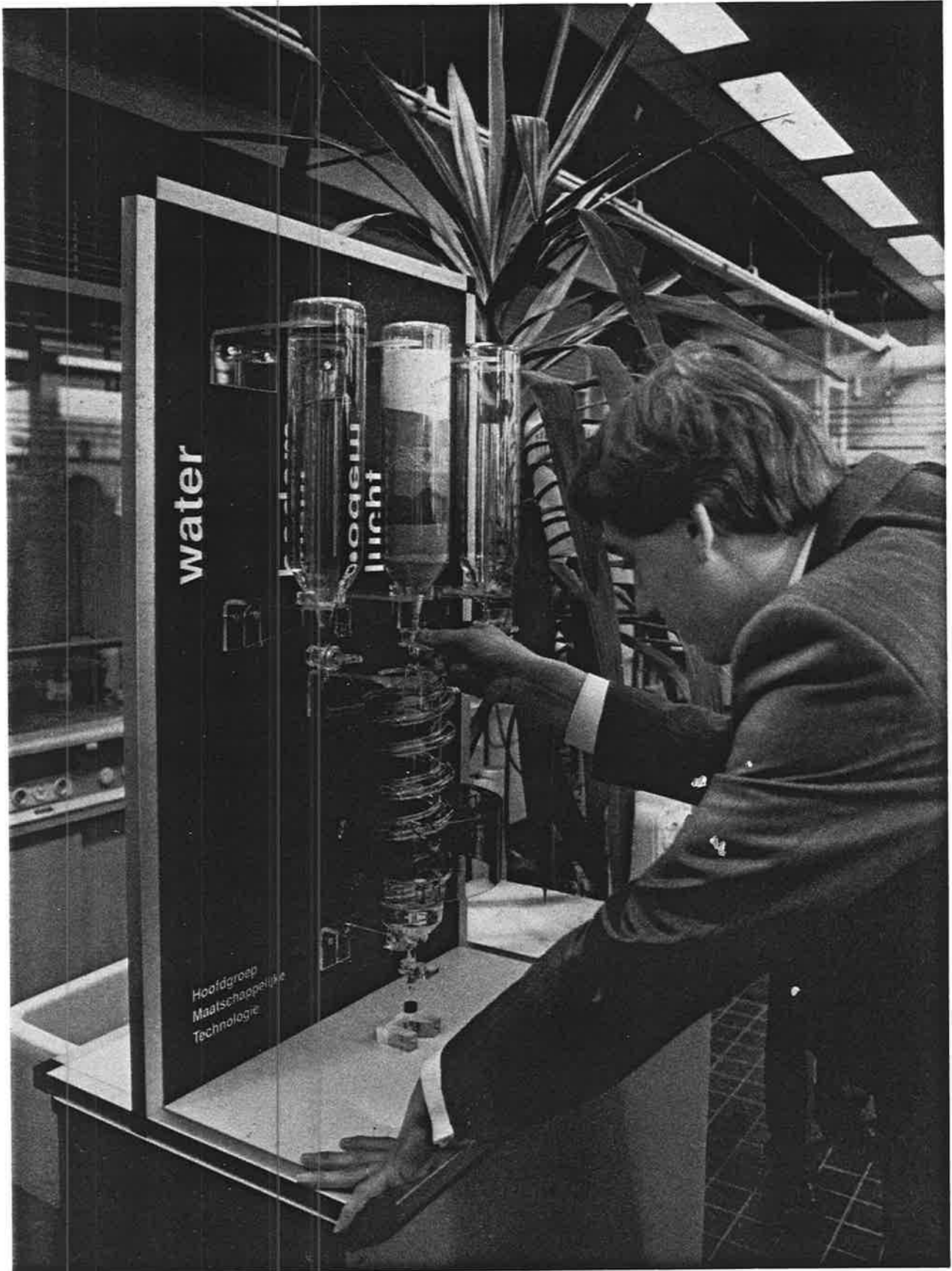


Symposium

TNO/ "Milieuonderzoek voor de Praktijk"

29 oktober 1987

Hoofdgroep Maatschappelijke Technologie TNO



Drs. E.H.T.M. Nijpels, Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer opent op 29 oktober 1987 de nieuw ingerichte laboratoria van de hoofdgroep Maatschappelijke Technologie TNO in Delft

Prof.Dr.Ir. A. Rörsch
Lid van de Raad van
Bestuur TNO



Openingstoespraak

Namens de Raad van Bestuur van TNO wil ik u allen hartelijk welkom heten op deze bijeenkomst ter gelegenheid van de voltooiing van een belangrijk stuk herstructurering binnen TNO: de integratie van het Instituut voor Milieuhygiëne en Gezondheidstechniek TNO en de Hoofdgroep Maatschappelijke Technologie TNO.

Ik hoef in dit gezelschap niet te betogen dat de aantasting van het milieu momenteel op vele fronten zonder meer bedreigend is te noemen. In een aantal gevallen is de oorzaak van dergelijk milieubederf inmiddels goed gedefinieerd, wat het mogelijk maakt om adequate maatregelen te treffen; liever gezegd, als er nog geen maatregelen worden getroffen, dan ligt dat er niet aan dat het onderzoek nog onvoldoende basisinformatie zou hebben aangedragen.

In veel andere gevallen is echter op dit moment nog onvoldoende kennis opgebouwd om het overheidsbeleid ter zake te kunnen onderbouwen en om het bedrijfsleven bij te staan bij de oplossing van diens milieuproblematiek. Veelal wordt dit mede veroorzaakt doordat de processen in kwestie bijzonder gecompliceerd zijn. Alle beschikbare onderzoekcapaciteit moet dan ook worden gemobiliseerd om deze uiterst belangrijke problemen aan te pakken. De verschillende onderdelen van het vraagstuk mogen en kunnen daarbij niet los van elkaar worden gezien, maar vereisen een integrale aanpak.

Juist daarom heeft TNO gemeend het milieuonderzoek binnen de Organisatie zo veel mogelijk te moeten bundelen. De in het Instituut voor Milieuhygiëne en Gezondheidstechniek opgebouwde expertise waarbij vanuit het gezondheidsonderzoek naar milieuproblemen wordt gekeken, is daarom een hecht bondgenootschap aangegaan met know-how van de Hoofdgroep Maatschappelijke Technologie TNO, die meer vanuit de oecologie en het technologisch-wetenschappelijk onderzoek ten behoeve van het bedrijfsleven was opgebouwd.

De kracht van een organisatie als TNO is echter, dat zelfs het aldus geïntegreerde milieuonderzoek niet iets op zichzelf staands is; ons milieuonderzoek kan niet los worden gezien van ons gezondheids-, voedings- of energie-onderzoek, terwijl er ook duidelijke raakvlakken zijn met het onderzoek aangaande arbeidsomstandigheden, ruimtelijke ordening en het binnen de Hoofdgroep Industriële Produkten en Diensten plaats vindende onderzoek ten behoeve van specifieke industriële branches. Ook de samenwerkingsverbanden van TNO (en TNO-ers) met andere organisaties, instituten en bedrijven maken een 'brede' aanpak van milieuproblemen mogelijk.

Zoals de volledige naam van TNO reeds aangeeft, richt het TNO-onderzoek zich primair op het ontwikkelen van oplossingen op basis van toegepast onderzoek, laat ik het zo zeggen: TNO probeert te komen met voorstellen waar je in de praktijk wat aan hebt, waarmee je de problemen daadwerkelijk te lijf kunt gaan.

Ook het programma van deze middag wil dat illustreren. Nadat de Minister belast met het Milieubeheer de visie van de overheid ten aanzien van haar taak met betrekking tot de milieuzorg heeft uiteengezet, zal de heer Duyverman u het milieuonderzoek van TNO in zijn algemeenheid voorstellen. Daarna zal een drietal sprekers de gehele keten, van constatering van problemen, via het beoordelen van de effecten, het bestrijden van emissies, tot en met het ontwikkelen van preventieve maatregelen, belichten. Dat de grenzen daarbij vaak niet scherp zijn te trekken, onderstreept alleen maar dat milieuproblemen inderdaad een integrale aanpak vereisen.

Bij de **nationale** integratie van het milieuonderzoek wil ik een aantal kanttekeningen maken. Allereerst stel ik vast:

- a. TNO is niet het enige instituut dat zich met dit onderzoek bezighoudt;
- b. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) is niet het enige departement dat dit onderzoek financiert.

Bij de strategie-ontwikkeling van het TNO-onderzoek doen wij dan ook oprecht ons best daaraan een gedegen omgevingsanalyse ten grondslag te leggen, om adviezen van bijv. een Raad voor het Milieu- en Natuuronderzoek (RMNO) in aanmerking te nemen en om te trachten, op grond van de verkregen gegevens, afspraken met andere onderzoekinstellingen te maken over taakafbakening. Ik wil trachten uiteen te zetten waarom dit laatste geen eenvoudige zaak is.

De belangrijkste andere instellingen die milieuonderzoek hoog in het vaandel hebben staan zijn Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne (RIVM) en Directie Landbouwkundig Onderzoek (DLO).

Vele besprekingen, op werk- en beleidsniveau gedurende de laatste jaren met het RIVM hebben ertoe geleid dat er een goede taakafbakening is bereikt. Daarmee zijn wij bijzonder gelukkig.

DLO en TNO zijn beide partners in de Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek (NRLO), een orgaan waarin veel aandacht

aan taakverdeling wordt besteed. We staan op dit moment weer op de drempel van een nieuwe overlegronde hierover en het milieuonderzoek is één van de belangrijkste onderwerpen op de agenda. De taakafbakening met DLO ligt iets moeilijker dan met het RIVM omdat onze marktsegmenten meer overlap vertonen. Is ecotoxicologie nu een primaire verantwoordelijkheid van het Ministerie van Landbouw en Visserij of hebben ook de TNO-doelsubsidie en opdrachtgevers VROM, V&W en WVC er belang bij?

De afstemming tussen deze vier departementen is ons niet altijd exact duidelijk.

Zakelijk is er het probleem dat onze financieringsstructuren verschillend zijn. In het hoofdaandachtsgebied milieu haalt TNO, conform eerder met de overheid gemaakte afspraken, tweederde van zijn inkomsten niet uit subsidies maar uit opdrachten, terwijl DLO tot op heden op 90% subsidie mag rekenen. Hierdoor ontstaat gemakkelijk oneerlijke concurrentie, namelijk door wat feitelijk opdrachtenwerk is, uit een subsidiebron, beneden de kostprijs, wordt gefinancierd.

Ik vertrouw er echter op dat wij niettemin in NRLO-verband met DLO, na diens zogenaamde verzelfstandiging, tot een goede afstemming van onze activiteiten zullen kunnen komen, maar ik moet constateren dat TNO wel problemen houdt met een ander verschijnsel, namelijk dat tal van andere instellingen, universitaire en andere grote instituten, die om uiteenlopende redenen in budgettaire moeilijkheden komen, of omdat zij hun oorspronkelijke missies zagen vervallen, door hun opdrachtgevers de opdrachtenmarkt en dus ook de milieumarkt worden opgejaagd, zonder dat men zich heeft afgevraagd of er wel voldoende financieringsruimte op die markt is.

Dit leidt tot versnippering, tot vermindering van de integrale aanpak. Versnippering in de onderzoekwereld, maar ook versnippering op overheidsniveau. Ik noemde reeds vier departementen die het milieu tot hun medeverantwoordelijkheid rekenen (er zijn er nog meer), maar zeker zo problematisch is dat binnen elk departement ook meerdere instanties weer afzonderlijke geldkranen bedienen.

Ik wil niemand een verwijt maken. Daarom herhaal ik, het is heel **begrijpelijk** dat de milieuproblematiek vanuit vele verschillende invalshoeken wordt bekeken, want dat is soorteigen aan het onderwerp. Maar zo komen we er toch niet.

TNO heeft met de integratie van het voormalige Instituut voor Milieuhygiëne en Gezondheidstechniek (IMG) in de Hoofdgroep Maatschappelijke Technologie een voorbeeld gegeven, de versnippering tegen te gaan. Dankzij de nieuwe TNO-wet valt het overige TNO-milieuonderzoek nu ook onder één beleid.

Verder kunnen wij binnen onze eigen grenzen niet gaan. Wij zijn vergevorderd met de afbakening van onze activiteiten met die van onze zusters RIVM en DLO. Met zijn drieën dekken we een belangrijk deel van het toegepaste milieuonderzoek. We kunnen met ons drieën nog één stap verder gaan en in de toekomst aan de

overheid een gezamenlijk -geïntegreerd - meerjarenplan voor milieuonderzoek voorleggen, waarin respectievelijk de gezondheid van de mens (RIVM en TNO) en de beheersing van de agrarische en industriële afvalstromen (TNO en DLO) centraal staan. Dit heeft echter alleen zin als zo'n integratie ook bij de overheid erkenning ondervindt, met name door zijn eigen versnipperde beïnvloeding te verminderen.

Keren we dan thans terug tot de integrale aanpak binnen TNO. Ik wil nu echter niet verder op de voordrachten van deze middag vooruitlopen, maar graag eerst uw aandacht vragen voor, en het woord geven aan de Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, de heer Nijpels.

Drs. E.H.T.M. Nijpels
 Minister van Volkshuisvesting,
 Ruimtelijke Ordening en
 Milieubeheer

Milieu, een geïntegreerde Staatszorg



Graag ben ik ingegaan op de uitnodiging om op dit symposium een inleiding te houden over het milieubeleid welke de volgende titel heeft meegekregen: "Milieu, een geïntegreerde staatszorg". Overigens zal ik daarbij ook ingaan op de relatie tussen milieubeleid en onderzoeksinspanningen. Als je naar TNO komt, ontcom je daar niet aan.

Tien jaar geleden zou zo'n titel niet voor de hand gelegen hebben. Beleid voor de afzonderlijke milieucompartimenten vergde al genoeg inspanning van de overheid. Vandaag spreken we nadrukkelijk over een samenhangende aanpak. Bovendien staat de rol van de overheid als enige probleemoplosser ter discussie. In feite een duidelijke verschuiving van de balans.

Geïntegreerd milieubeleid is een overheidszorg; maar niet van de overheid alleen!

Voor zo'n beleid is een samenhang tussen het milieuonderzoek onontkoombaar. En juist daarin spelen instituten zoals TNO, een grote rol. Deze zullen ook zèlf inhoud moeten geven aan integratie en samenwerking. Aan de relaties tussen beleid en onderzoek en aan de daarbij behorende bevoegdheden, wil ik in het navolgende graag enige woorden wijden.

Het milieubeleid heeft het afgelopen decennium een sterke ontwikkeling doorgemaakt. Aanvankelijk werd gewerkt vanuit een sterk sectorale benadering: lucht, water, bodem. Het doel hiervan was om zo snel mogelijk resultaten voor het milieu te boeken. Bovendien sloot die aanpak aan bij de in opbouw zijnde kennis en definiëring van de problemen. Met de toenemende wetenschappelijke kennis ontstond het besef dat de problemen in de verschillende milieucompartimenten sterk met elkaar samenhangen. Centrale milieuvraagstukken, waarin deze aanpak besloten ligt, werden gedefinieerd. Deze aanpak resulteerde in verschillende integratiekaders:

- * de thema's verzuring, vermesting, verwijdering, verspreiding en verstoring;
Het Nationaal Milieubeleidsplan zal hier alweer op voortbouwen en de strategische lijn voor de komende periode aangeven op basis van een meerjaren perspectief.
- * de doelgroepen: de actoren die milieubelasting veroorzaken, zoals de landbouw, het verkeer, de elektriciteitsvoorziening, de raffinaderijen;
- * stoffen: prioritaire zwarte lijst en aandachtsstoffen, waarbij de effecten van deze stoffen op zich maar ook de gezamenlijke werking (synergetische effecten) centraal staan;
- * een ander belangrijk integratiekader vormen de gebieden, gericht op de verbetering van algemene en bijzondere milieukwaliteit in die gebieden bijvoorbeeld grondwater-beschermingsgebieden, de Waddenzee;
- * samenwerkingsverbanden tussen nationale overheden (Griekenland, Portugal), binnen de overheid en tussen overheid en doelgroepen.

Een samenhangend milieubeleid is vandaag de dag noodzakelijker dan ooit; denkt u alleen maar aan het verzuringsbeleid waarover wij binnenkort weer met de Tweede Kamer zullen spreken.

De grote bijdrage aan de verzuring afkomstig van de landbouw, de ammoniak, hangt direct samen met de geproduceerde mest. Oplossing van de immense mestproblematiek is niet alleen van belang voor de verzuring, maar bijvoorbeeld ook voor de uitspoeling van nitraat in het grondwater. Gedeeltelijk is het echter ook een vraagstuk van afvalstoffenbeleid.

Bovendien wordt de internationale dimensie van de milieuproblematiek steeds belangrijker. Denkt u aan de chloorfluorkoolwaterstoffen. Emissies die per land relatief gering zijn, bedreigen door de cumulatie mondiale ecologische evenwichten. Gelukkig heb ik recent op de Ministersconferentie in Montreal concrete afspraken gericht op belangrijke emissiereducties kunnen maken.

Deze week heeft de EG/EFTA-conferentie plaatsgevonden, waarbij de onderzoeksresultaten naar mogelijke ingrijpende klimaatwijzigingen besproken zijn. Daar is tussen de ministers van de deelnemende landen afgesproken dat verdere onderzoeksinspanningen in toenemende mate gericht moeten worden op alle mogelijkheden om de emissies van stoffen die verantwoordelijk zijn voor het zogenoemde broeikaseffect, terug te dringen. Preventieve maatregelen moeten worden genomen op basis van wetenschappelijke kennis en de beste beschikbare technologie.

Kortom, een samenhangende aanpak is wenselijk om alle betrokkenen een reële bijdrage te laten leveren en nodig om in alle opzichten effectieve en doelmatige oplossingen dichterbij te brengen. Met andere woorden: het probleem van afstemming van beleid tussen overheidsonderdelen - zoals door de heer Rörsch genoemd - is door ons reeds geruime tijd gesignaleerd en erkend. Ik heb aangegeven dat er al veel bereikt is op dit punt. Het Nationaal Milieubeleidsplan, waaraan door verschillende departementen wordt

samengewerkt, zal daaraan een verdere bijdrage leveren. Maar uiteindelijk is het ook aan alle maatschappelijke participanten om creatief in te spelen op zo'n gezamenlijk beleid.

Zo vereist het milieubeleid een aanpak van onderzoek, waarin de onderdelen goed op elkaar zijn afgestemd.

Een belangrijk deel van het onderzoek vereist - door de ingewikkeldheid van milieuproblemen - een behoorlijke mate van specialisatie. Bovendien is juist, met het oog op de nauwe relatie tussen beleid en onderzoek, beleidsgevoeligheid van essentieel belang. Ik constateer met instemming dat TNO zich in deze zin tracht te profileren. Dat is ook voor de positie van TNO in een concurrerende markt van wezenlijk belang.

Afstemming tussen onderdelen zal tot stand moeten komen door inhoudelijke samenwerking en door organisatorische samenbundeling.

Aan de hand van de ontwikkeling van het doelsubsidie-instrument voor TNO wil ik een en ander duidelijk maken. In de afgelopen twee jaar is het doelsubsidieprogramma voor het Hoofdaandachtgebied Milieu ontwikkeld van een verzameling projecten via een programma op hoofdlijnen naar een programma op geïntegreerde hoofdlijnen. Deze hoofdlijnen sluiten nauw aan bij de in het milieubeleid gehanteerde kaders, zoals thema's en gesignaleerde milieuvraagstukken. Daarmee is de vereiste samenhang op papier zichtbaar gemaakt.

Het is nu aan TNO om deze hoofdlijnen met een themagerichte indeling te concretiseren tot projecten. De relatie overheid-TNO is immers te kenmerken door het adagium "overheid op armlengte afstand". Sturing van het onderzoeksbeleid door de overheid dient plaats te vinden op hoofdlijnen. De mogelijkheden daartoe zijn sterk verbeterd dankzij de vorm van het milieubeleid en de structuur van de TNO-organisatie.

Maar binnen die hoofdlijnen moeten onderzoeksinstituten zoals TNO, zelf hun verantwoordelijkheid nemen.

Bij de beoordeling van de doelsubsidieprogramma's van TNO zal het Directoraat-Generaal voor de milieuhygiëne dan ook aandacht schenken aan de inzet van de doelsubsidie op de kansrijke ontwikkelingen die voor het beleid nodig zijn.

Overigens is onderzoek niet alleen van belang voor het beleid, maar ook voor de doelgroepen van dat beleid. En daar ligt een extra motivatie voor onderzoeksinstituten. De doelgroepen van het milieubeleid zijn immers voor een belangrijk deel dezelfde als de doelgroepen van instituten zoals TNO. Onze markt is uw markt. En deze markt vraagt een op zijn problemen toegesneden onderzoeksprogramma en milieubeleid.

Deze uitgangspunten zullen in een aantal gevallen leiden tot organisatorische aanpassingen. De werkgebieden van verschillende or-

ganisatorische eenheden kunnen een zo sterke samenhang vertonen dat onderbrengen in één structuur de voorkeur verdient.

In vele gevallen kan een goede samenwerking evenwel gerealiseerd worden zonder institutionele veranderingen. Voor deelname aan programma's in internationaal kader is samenwerking veelal voorwaarde. Ook anderszins wordt aan samenwerking in toenemende mate extern structuur gegeven. Een voorbeeld is het recent door de Raad voor het Milieu- en Natuuronderzoek uitgebracht voorstel voor een Nederlands onderzoeksprogramma in internationaal kader met betrekking tot Troposferische Chemie. De hoofdthema's in dit programma zijn afgeleid van een confrontatie tussen de geconstateerde leemten in de kennis en de relevante Nederlandse expertise. TNO kan daarin een belangrijke rol spelen. Onder andere wil ik noemen modelonderzoek, emissiebestanden, atmosferische metingen, aerosolonderzoek en depositie-onderzoek.

Er zijn verschillende voorbeelden van samenwerking tussen TNO-instituten en anderen binnen een programma. Ik wijs bijvoorbeeld op het SAWORA-project, een onderzoek naar stralingsaspecten Woonhygiëne en verwante radio-ecologische problemen.

Het streven naar samenwerking tussen TNO, RIVM en DLO ligt in het verlengde van het voorgaande. Ik acht het een goede zaak dat samenwerking op programma-niveau verder gestalte krijgt. Dat dit mogelijk is geeft aan dat er vanuit de verschillende onderdelen van de overheid een gezamenlijke inzet voor milieu-onderzoek bestaat.

Overigens biedt samenwerking op programma-niveau mijns inziens de beste garanties op creativiteit en flexibiliteit binnen de randvoorwaarde van een samenhangende aanpak.

Het maken van één groot onderzoeksplan hoeft daaraan niet bij te dragen.

Het onderzoek in de ene fase van de bekende beleidslevenscyclus beïnvloedt uiteraard ook het onderzoek in de volgende fase. Men dient zich deze samenhang in de eerste fase al te realiseren.

Zo kunnen bijvoorbeeld de resultaten van de emissieregistratie, waarbij TNO een belangrijke rol speelt, gevolgen hebben voor de verdere aanpak van en het onderzoek naar luchtverontreiniging. Overigens ligt het in de rede dat ook na de huidige derde ronde van de emissieregistratie deze monitoring-taak gecontinueerd wordt.

Ik heb u de noodzaak van integratie laten zien. Zowel van beleid als van onderzoek. Wat het laatste betreft is dat primair een verantwoordelijkheid van de onderzoeksinstituten zoals TNO. Ik acht TNO daar ook uitstekend voor toegerust.

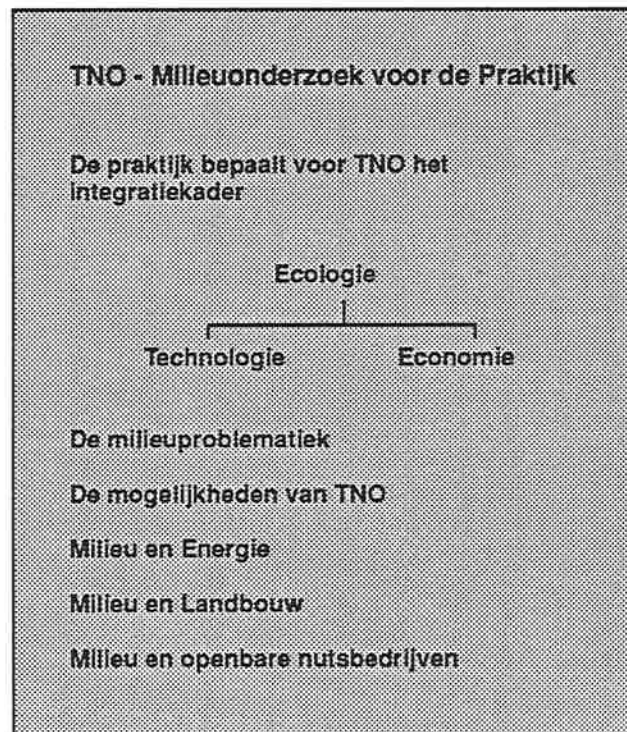
De overheid kan zich dan tot sturing op hoofdlijnen beperken. Binnen die kaders zullen onze relaties nauw blijven.

Ir. C.J. Duyverman
 Hoofddirecteur Hoofdgroep
 Maatschappelijke Technologie
 TNO

**TNO/
 Milieuonderzoek
 voor de Praktijk**



Mijn verhaal is bedoeld om u in korte tijd enige indruk te geven van de inhoud van het milieu-onderzoek van TNO (afbeelding 1).



Afbeelding 1

Graag wil ik eerst deze gelegenheid benutten om u Excellentie, leden van de Raad van Bestuur TNO en dames en heren, toe te vertrouwen dat de Hoofdgroep Maatschappelijke Technologie uw aanwezigheid op hoge prijs stelt. Wij putten hieruit de moed te benadrukken dat onderzoek een wezenlijk element is in de worsteling voor het behoud van een leefbaar milieu.

De bundeling van het milieu-onderzoek waarop de heer Rörsch doelde, heeft mede tot gevolg gehad dat onze onderzoekfaciliteiten

binnen het Zuidpoldercomplex konden worden geconcentreerd en in nieuw-ingerichte laboratoriumruimten worden ondergebracht. U kunt begrijpen dat wij trots zijn op onze moderne laboratoria. Staat u mij toe dat ik de Raad van Bestuur van TNO dank voor de middelen die zij hiervoor beschikbaar stelde (ik weet hoe schaars ze zijn). De medewerkers van de Centrale Stafafdeling Diensten en Materieelvoorziening wil ik graag danken voor de uitstekende wijze waarop zij de uitvoering hebben verzorgd.

Het toegepaste milieu-onderzoek van TNO stamt uit een redelijk ver verleden. De krappe tijd staat slechts toe dat ik u enkele flitsen geef van een periode van 40 jaren onderzoek ten behoeve van het milieu om u daarmee het fundament te tonen waarop het huidige werk rust.

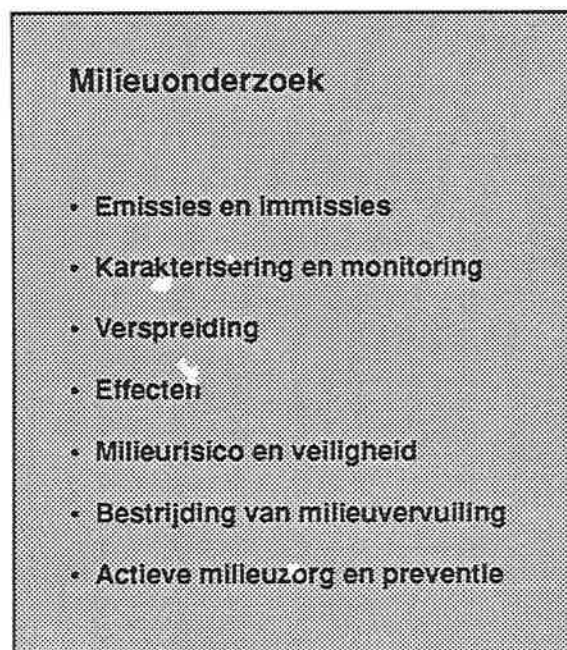
In het begin van de vijftiger jaren werd trouwens nog niet gesproken over toegepast milieu-onderzoek, maar van gezondheidstechniek. Het onderzoek was hoofdzakelijk op de mens gericht. TNO begon destijds met het systematisch onderzoek van luchtverontreiniging, waaruit vervolgens meetmethoden, meetstrategieën, meetnetten, kennis van gezondheidseffecten, emissieregistratie, modellering en bestrijdingsmethoden resulteerden. Met name is zeer veel verricht op het gebied van SO₂ en smog. Op het gebied van water was reeds vroeg de inspanning gericht op de hygiënische verwerking van huishoudelijk afvalwater. De ontwikkeling van de oxydatiesloot voor de microbiologische reiniging van afvalwater heeft grote bekendheid gekregen. In de zestiger jaren werd de biologische beoordeling van de waterkwaliteit gestart. Met de ontwikkeling van biologische toetsen heeft TNO een voortrekkersrol vervuld. Dit werk werd uitgebreid met ecosysteem-onderzoek en beide leverden de basis voor de milieutoxicologie.

Andere ontwikkelingen die het brede kader van het TNO-onderzoek gevormd hebben, betreffen geluidhinder, straling, windhinder, industriële veiligheid, afvalverwerkingstechnologie en recentelijk bodemsanering en de toepassing van informatica. Tijdens de hier gegeven periode is het integratiekader van het onderzoek geëvolueerd. In het begin was sprake van een geïsoleerde aanpak, gevolgd door de compartimentele benadering. De fase van de integrale benadering, die nu aan de orde is betreft compartimenten, hoofdaandachtsgebieden van onderzoek, maatschappelijke activiteiten en beleidsterreinen. De organisatie van het onderzoek past zich daarbij aan. Het kader van het TNO-onderzoek wordt gevormd door de elementen ecologie, technologie en economie. Het milieu-onderzoek bij TNO heeft thans een omvang van ongeveer 350 mensjaar. In geld uitgedrukt betekent dit een budget van f70x10⁶ per jaar, ofwel 12% van het TNO budget. Meer dan 2/3 van het onderzoeksbudget bestaat uit opdrachten, die van vele doelgroepen afkomstig zijn (ook van EG en uit het buitenland). Een belangrijke markt voor ons is de overheid. Dit is niet verwonderlijk omdat milieu een wezenlijk element van staatszorg is. De

overheid speelt daarom een belangrijke rol ten aanzien van de continuïteit van het onderzoek.

De bundeling van het milieu-onderzoek bij TNO betekent dat ca. 70% ervan in de hoofdgroep Maatschappelijke Technologie is ondergebracht. Deze hoofdgroep verricht verder onderzoek op het gebied van energie en de bio- en procestechnologie. Omdat milieu-onderzoek nauw verweven kan zijn met andere onderzoeksactiviteiten, blijven vele TNO-onderdelen op specifieke terreinen hun inbreng aan het totaal leveren. Ik mag u noemen het onderzoek aan uitlaatgassen van de auto dat uitgevoerd wordt door het Instituut voor Wegtransportmiddelen.

MT richt zich in het bijzonder op de grote milieuthema's, zoals verzuring, vermesting, verspreiding, verwijdering etc. De nadruk ligt op het blootleggen van de relatie tussen oorzaken en effecten en de modellering daarvan, bijvoorbeeld in de vorm van risico's en op preventie. Daarmee kan de effectiviteit van maatregelen beoordeeld worden, te zamen met de economische en bestuurlijke realiseerbaarheid. De hoofdelementen van ons werk zijn weergegeven in afbeelding 2.



Afbeelding 2

Kort samengevat formuleert TNO zijn missie, - niet te verwarren met emissie en immissie -, als volgt: TNO beoogt met zijn onderzoek kennis op te bouwen en toe te passen ten aanzien van de essentiële voorwaarden waarbinnen de maatschappelijke activiteiten zouden moeten plaatsvinden, gelet op de noodzaak van de bescherming van het leefmilieu met inbegrip van de gezondheid van de mens.

Wat betreft de verhoudingen in het onderzoeksveld mag ik u verwijzen naar het gezegde door de Minister en de heer Rörsch. Enige aandacht wil ik wijden aan de kennisopbouw bij onze universiteiten. Toegepast onderzoek is mogelijk dankzij de aanwezigheid van basiskennis. In de decennia die achter ons liggen was het universitaire onderzoek op milieugebied beperkt. Dat houdt in dat de onderzoeksinstituten zelf de basiskennis moeten genereren.

Het is een goede zaak dat de laatste jaren de milieukunde ruim in de belangstelling komt op onze universiteiten en hogescholen. Daarmee zou bereikt kunnen worden dat de opbouw van basiskennis ook en vooral op de universiteiten plaatsvindt. TNO tracht dit te stimuleren door de financiering van promotieplaatsen en het leveren van docenten.

Ik moet helaas twee zaken constateren.

- * dat vrijwel alle universiteiten een breed milieuprogramma op-tuigen: overdaad zal schaden;
- * dat de universitaire groepen, wellicht gedreven door schaarste aan middelen, het contractonderzoek najagen. Het gevaar van eenzijdige benadering, doch vooral van het achterwege blijven van de opbouw van de basiskennis is levensgroot.

De heer Rörsch heeft aangegeven hoe een aantal grote instellingen hun activiteiten in het toegepaste onderzoek op elkaar afstemmen. Het ware nuttig dat de universiteiten evenzo hun plaats bepalen.

In de tijd die mij rest wil ik u enige voorbeelden van ons werk geven. Die voorbeelden hebben betrekking op een aantal maatschappelijke activiteiten. Ik sluit mij aldus aan bij de Raad voor Milieu- en Natuuronderzoek, die in zijn binnenkort uit te brengen meerjarenplan, deze invalshoek heeft gekozen.

Energievoorziening

De energieproductie draagt substantieel bij aan de milieuproblemen. Gaan we in de richting van kolen met risico's van verzuring en klimaatbeïnvloeding en/of naar kernenergie met de risico's van hoog-radio-actief afval? Daarenboven zijn er andere opties: energiebesparing, het gebruik van duurzame bronnen, conversietechnieken met hoog omzettingsrendement.

TNO verricht systeemstudies om mogelijke ontwikkelingen te stimuleren binnen het kader van milieu - energievoorziening - economie. Een simpel voorbeeld is de vergelijking van de verschillende mogelijkheden om steenkool te gebruiken als basis voor energiewinning. In afbeelding 3 is een vergelijking van de kooldioxide productie opgenomen per eenheid opgewekt vermogen door steenkoolverbranding en steenkoolvergassing. Ook is de CO₂-productie bij gebruik van aardgas-, kern- en stromingsenergie gegeven. Bij aardgas is het duidelijk dat door de hoge waterstof/koolstofverhouding de CO₂-productie beduidend lager moet zijn. De invloed van nieuwe conversietechnieken, zoals de hogetemperatuur brand-

Vergelijking CO₂- uitstoot voor diverse energiesystemen

energiedrager	technologie	CO ₂ %
kolen	poederkooleenheid	100
kolen	KV-STEG-installatie	84
aardgas	aardgaseenheid	47
aardgas	gesmolten carbonaat brandstofcel	35
kern/stromings- energie	kernreactor, windpark e.a.	0

Bron: KWU 1987

Afbeelding 3

stofcel, op de CO₂-reductie lijkt substantieel. Met de vele andere factoren bij de keuze van energiesystemen, zullen ook deze en dergelijke beschouwingen een wezenlijke rol moeten spelen.

Veel aandacht is en wordt besteed aan de effecten en aan de onderdrukking van emissies van ondermeer verzurende componenten en stof bij de energie-opwekking door verbranding van steenkool. Onder contract van PEO heeft TNO te zamen met de firma Stork Ketels de wervelbedtechniek ontwikkeld tot een schone technologie. Wij zijn er in geslaagd een hoog verbrandingsrendement te bereiken en de uitworp van SO₂ en NO_x sterk te reduceren en verdere vermindering lijkt mogelijk. Toepassingsmogelijkheden voor de reststoffen worden ontwikkeld.

Agrarische produktie

Een tweetal andere voorbeelden betreft de agrarische produktie. Hoewel deze sector goeddeels door het landbouwkundig onderzoek wordt bewerkt, draagt ook TNO vanuit zijn brede expertise bij aan de kennisopbouw. De tijd ontbreekt om in te gaan op de problematiek van de sector. Kort samengevat kunnen we stellen

dat de agrarische productie bijdraagt aan de milieuverstoring, maar ook lijdt onder de vervuiling van andere veroorzakers.

Een veelbelovend werkterrein blijft de biologische bestrijding van plagen, waardoor het gebruik van pesticiden kan dalen. Op dit gebied neemt de belangstelling van het bedrijfsleven snel toe, hetgeen o.a. leidt tot industriële productie van milieuvriendelijke bestrijdingsmiddelen en tot gewijzigde toepassingsmethoden in de landbouw.

Een aansprekend voorbeeld is de wijze waarop, dankzij intensief onderzoek, het koolwitje kan worden bestreden. Het koolwitje scheidt bij het leggen van eitjes een signaalstof af (feromoon), die daarna komende koolwitjes er van weerhoudt eitjes op dezelfde bladeren te leggen. Door koolplanten met deze stof te behandelen blijkt bescherming bereikt te worden.

De identificatie en synthese van deze en dergelijke stoffen zijn geen sinecure. De moderne biotechnologie (dierlijke cel- en plantecelkweek) wordt van grote betekenis voor de selectieve bestrijding. U ziet dus een voorbeeld van integratie van onderzoeksgebieden, ten gunste van het milieu.

Er zijn nog talloze andere mogelijkheden om tot milieuvriendelijke bestrijdingsmethoden te komen bijvoorbeeld door beïnvloeding van hormoonstofwisseling.

De vleesproductiesector is een belangrijke exportbron van Nederland. De daarmee gepaard gaande mestproblematiek is alom bekend.

Naast mogelijkheden tot beperking van mest door wijziging van de samenstelling van de voeding en verhoging van de verteerbaarheid ervan, ontwikkelt TNO te zamen met het bedrijfsleven en IMAG, de verwerkingsmethoden voor mest. Zowel vanuit het milieustandpunt als vanuit de economische haalbaarheid van de processen is het belangrijk dat de geproduceerde mineralen een nuttige bestemming op de markt vinden. Voor het ontwerpen van grootschalige mestverwerkingseenheden zijn een aantal mogelijke procesroutes in ontwikkeling, waarvan diverse processen onderdeel uit kunnen maken. Deze processen zijn biologische omzetting, drogen, natte oxydatie, verbranden, membraanscheiding etc. Het is op dit moment nog niet zover dat op technologische, economische en milieu-hygiënische gronden de bouw van grote verwerkings-eenheden met capaciteiten van ca. één miljoen ton per jaar, verantwoord is. Daarvoor zijn gegevens en ervaringen nodig van onderzoek op pilot-plant- en demonstratieschaal.

Wanneer met voortvarendheid en voldoende financiële middelen de ontwikkelingen te Helmond en in Gelderland kunnen worden doorgezet, ligt de oprichting van de grootschalige installaties binnen handbereik. Hierdoor zal de mestproblematiek in belangrijke mate kunnen worden ondervangen.

Openbare nuts- bedrijven

Het laatste voorbeeld betreft de huishoudelijke afvalstromen.

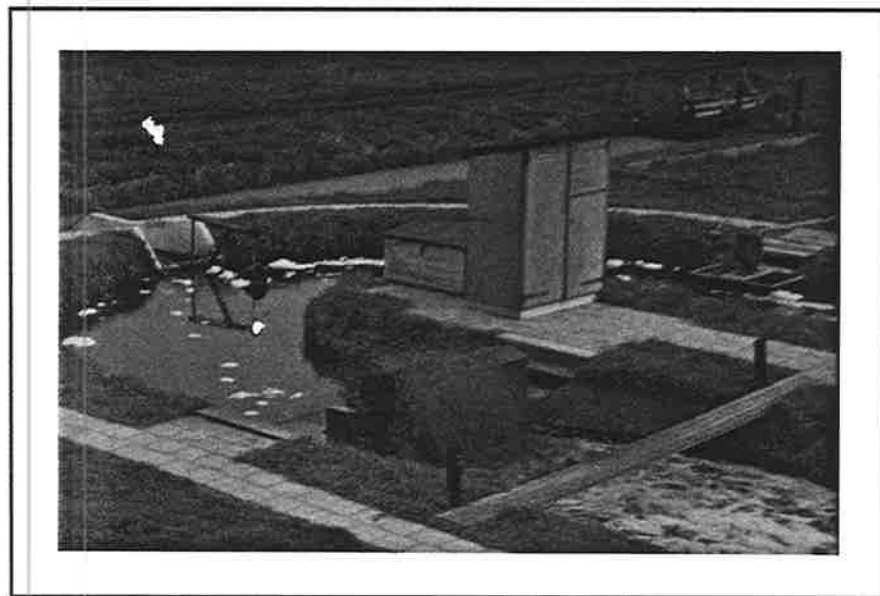
Onze consumptiemaatschappij geeft vele soorten afval in nog steeds toenemende hoeveelheden. De afvalloze maatschappij is nog ver af. We hebben ons daarom actief met het verwerken van afval bezig te houden.

In deze categorie valt het via het riool verzamelde afvalwater. Bij de oplossing van de problemen bij de waterzuivering is TNO reeds sinds de vijftiger jaren betrokken. De ontwikkeling van de oxydatiesloot door Dr. Pasveer is u allen welbekend.

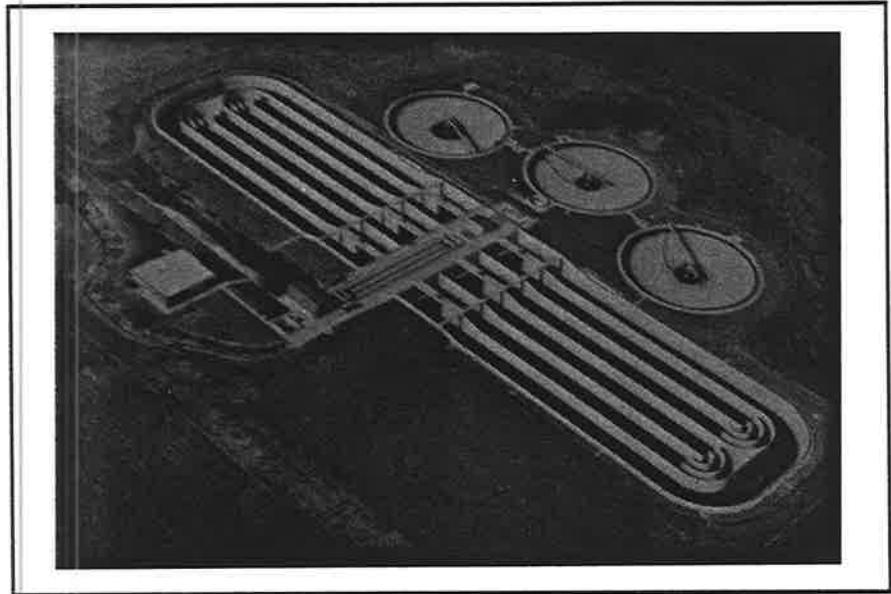
Sindsdien zijn er ontwikkelingen geweest, die tot verbetering en schaalvergroting van de systemen hebben geleid. De laatste jaren is de behoefte aan nieuwe processen en procesprincipes toegenomen. Drijfveren daarvoor zijn de beperking van slibproductie, energiebesparing, vermindering van het benodigde grondoppervlak en hoog zuiveringsrendement ten aanzien van de vele verontreinigingen.

Als afsluiting laat ik u het voorbeeld zien van de ontwikkeling van TNO-kennis (proefinstallatie, afbeelding 4) die als basis gediend heeft voor de huidige generatie installaties (afbeelding 5).

In het laboratorium werken wij te zamen met het bedrijfsleven en gesteund door STORA en VROM aan de technieken van de toekomst b.v. slib op drager. Het zal nog wel enkele jaren duren voordat technologische opschaling mogelijk is.



Afbeelding 4



Afbeelding 5

De mens heeft de evolutie reeds beïnvloed. Hij heeft de potentie dit in nog veel sterkere mate te doen. Wij zullen moeten nagaan welke de ecologische grenzen zijn, die aan het menselijk handelen gesteld moeten worden. Daarvoor dient het onderzoek!

Dr. R. Guicherit
 Hoofd van de afdeling
 Milieuchemie MT-TNO

De praktijk van het milieuonderzoek

Van constatering naar effecten



Tot het begin van deze eeuw speelden door de mens veroorzaakte milieuproblemen zich op lokale schaal af. In de 60-er en 70-er jaren krijgt men steeds meer oog voor grensoverschrijdende transporten van verontreiniging en momenteel onderkennen velen de verstrekkende gevolgen van veranderingen die zich bijvoorbeeld in de samenstelling van de atmosfeer aan het voltrekken zijn. Denk hierbij aan de ozonproblematiek en het broeikaseffect.

De snelle ontwikkelingen van lucht-, water- en bodemkwaliteitbeheerprogramma's hebben overduidelijk aan het licht gebracht hoe complex de problemen zijn om over de juiste en vooral betrouwbare milieugegevens te beschikken waarop de meest effectieve beleidsbeslissingen kunnen worden gebaseerd.

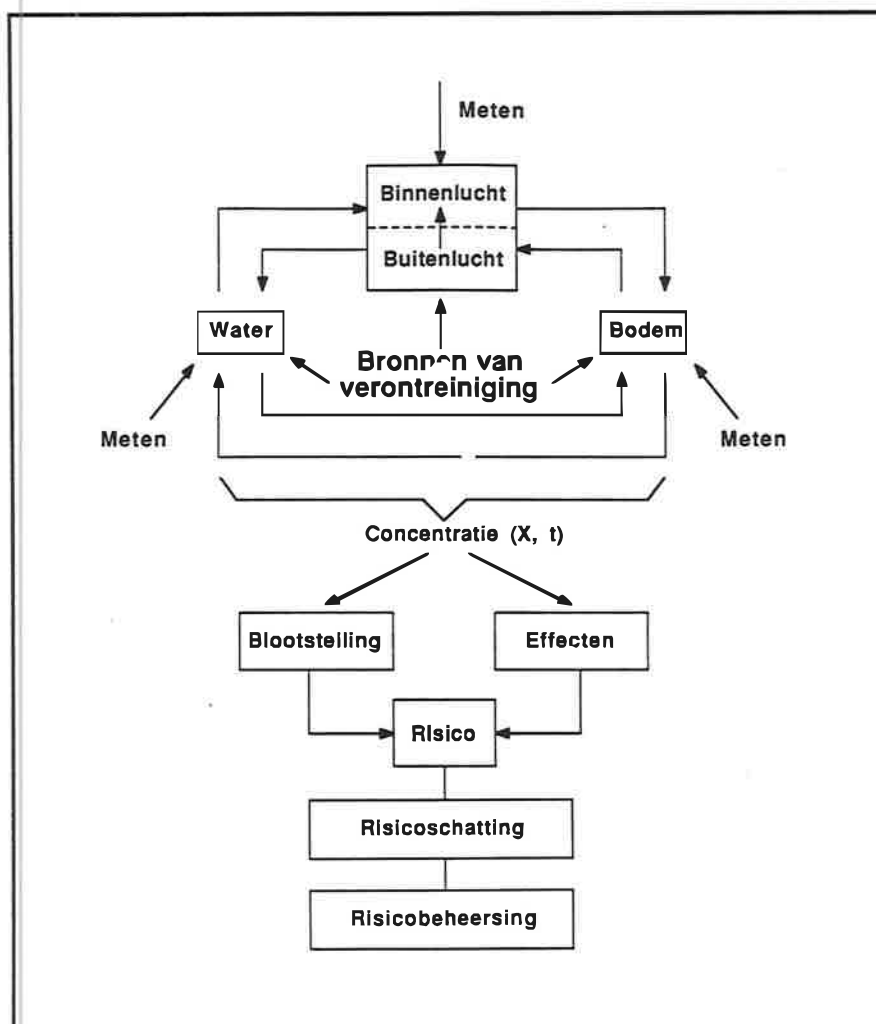
Metingen hebben jarenlang een rol gespeeld en dat doen ze overigens nog steeds bij de diagnose van de toestand van ons milieu. Het zijn meetuitkomsten geweest die ons hebben gewaarschuwd met welke problemen wij te kampen zouden krijgen, maar ook hebben meetuitkomsten het mogelijk gemaakt om oplossingen aan te dragen voor de in toenemende mate complexer wordende milieuproblemen die weer het gevolg waren van een expanderende moderne maatschappij. Wij vergeten wel eens dat de ontwikkeling van betrouwbare en nauwkeurige meetmethoden en meetapparatuur een grote inspanning vergt. TNO heeft op dit gebied een grote en essentiële rol gespeeld en doet dat nog steeds.

Complexiteit is geen bruikbaar doel op zichzelf. Voor we onze toevlucht nemen tot nog complexere meetsystemen moeten wij ons steeds weer afvragen, wat wij willen bereiken. Mijn stelling is dat metingen ten behoeve van te voeren beleid alleen zinvol zijn als resultaten van metingen ook kunnen worden vertaald in voor beleid hanteerbare termen.

Het voorspellen van de effectiviteit van beleidsopties kan niet alleen door analyse van meetresultaten plaatsvinden. De ontwikkeling van mathematisch fysische transportmodellen waarmee, uit-

gaande van emissies via simulaties van transport en chemische omzettingen, concentraties kunnen worden berekend, is daarom van essentieel belang geweest. TNO heeft samen met het RIVM en KNMI een cruciale rol gespeeld in het ontwikkelen en implementeren van modellen.

Tot voor kort vierde het compartimentele denken in het milieuonderzoek hoog tij. De integrale probleembenadering, dat wil zeggen over de grenzen van de milieuc compartimenten bodem, water en lucht heen, krijgt gelukkig steeds meer aandacht. De integrale milieumonitoring met als integratieslag koppeling van deze metingen met modellen om goed inzicht te verkrijgen in de herkomst en de routes die stoffen tussen bron en receptor doorlopen, is hierbij van wezenlijk belang. Ik acht het voorts eveneens van essentieel belang dat om de integrale belasting van mensen aan milieubelastende stoffen te kunnen vaststellen, de relatie buiten- en binnenmilieu in de modellen wordt opgenomen. Het hier geschetste beeld is in afbeelding 1 weergegeven.



Afbeelding 1

Intussen noopt het grootschalige karakter van het milieuprobleem tot internationale samenwerking. Voorbeelden zijn EMEP, PHOXA, het EG gesubsidieerde onderzoek waarbij voor de komende jaren 55.10⁶ ECU is uitgetrokken. Het belangrijkste doel van EMEP (monitoring and evaluation of the long range transmission of air pollutants in Europe) is het informeren van overheden van momenteel 23 landen (inclusief de Oosteuropese) met betrekking tot enerzijds depositie en concentratie van luchtverontreinigingscomponenten en anderzijds de hoeveelheid en betekenis van verontreinigingsstromen over nationale grenzen. PHOXA (photochemical oxidant and acid deposition model application) houdt zich bezig met fotochemische oxidanten en depositie van verzurende verbindingen, als belangrijke betrokkenen bij de aantasting van bossen en andere ecosystemen. Het is een gezamenlijke Nederlandse/West-Duitse inspanning gesponsord door VROM en het Umweltbundesamt, waarvoor steeds grotere belangstelling in Europa ontstaat (EG en OESO).

Ik wil in dit verband er met nadruk op wijzen dat onze kennis van vele basisprocessen die zich in ons milieu afspelen nog volstrekt onvoldoende is om toekomstige effecten van menselijk handelen op het ecosysteem en de milieuconsequenties daarvan geheel te kunnen overzien. Dit meer fundamenteel gericht onderzoek is echter zoveel omvattend dat het buiten de mogelijkheden van de individuele Europese naties ligt om hier alleen aan te werken. Een gezamenlijke Europese aanpak is daarom nodig. Omdat het om onderzoek gaat dat fundamenteel van aard is moeten ook de universiteiten hierbij worden betrokken. Ik vind dat de Eureka initiatieven zoals Euromar en Eurotrac hiertoe goede mogelijkheden bieden en volledige steun van onze Overheid moeten genieten. Eurotrac staat voor European experiment on transport and transformation of environmentally relevant trace constituents in the troposphere over Europe, een ruim f 300x10⁶ kostend onderzoeksprogramma voor 5-8 jaar waar 13 Europese landen en de EG belangstelling voor hebben getoond.

Ik ben er van overtuigd dat wij technieken en instrumenten zullen kunnen ontwikkelen om het grootschalige mondiale milieuprobleem voor een flink deel te elimineren. Dit zal echter veel geld kosten en ook medewerking vergen van het minder welvarende deel van de wereldbevolking, dat wil zeggen van landen, die nog maar net begonnen zijn met hun industrialisatie. Gelukkig begint men ook in die landen milieubewust te worden. De rijke landen hebben een taak hen behulpzaam te zijn bij het oplossen van deze problemen.

Dr. A.J.M. Schoot Uiterkamp
Hoofd van de afdeling
Biologie MT-TNO

De praktijk van het milieuonderzoek

Effecten



Een kind komt bij de groenteman en ziet dat daar twee dikke sinaasappels te koop zijn voor één gulden. Het kind vraagt aan de groenteman: "Hoeveel kost deze éne dan?". De man antwoordt "Zestig cent". "Fijn", zegt het kind, "geef mij dan die andere maar".

Wat u nu vertoont, is een voorbeeld van de effecten waarover ik het met u wil hebben. Ik praat namelijk niet over die andere effecten die de afgelopen week zo in de belangstelling stonden. Het effect dat u vertoonde was een direct gevolg van de blootstelling aan een dosis. In dit geval een verhaaltje. De dosis-effect relatie was duidelijk. Verder was het effect kortstondig en hopelijk niet nadelig! Dit zijn meteen al enkele kenmerkende verschillen met de effecten waar we in het milieuonderzoek meestal mee te maken hebben.

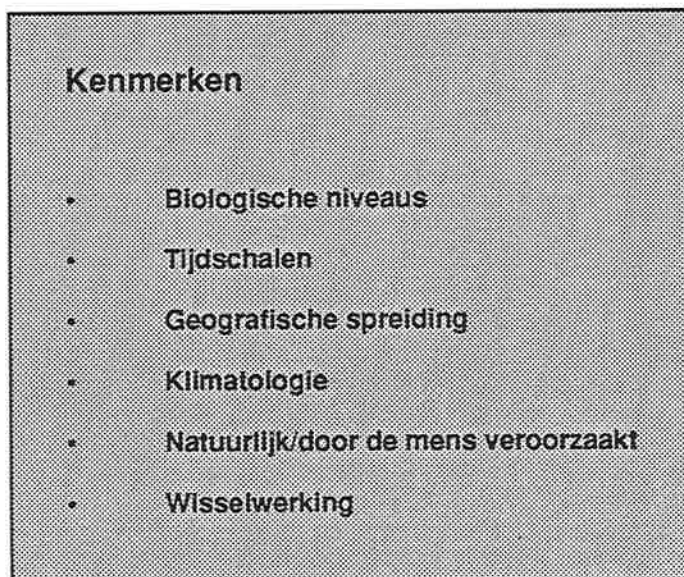
Ik wil kort ingaan op het *belang van milieueffecten*, enkele *kenmerken* ervan geven en *eindigen met enkele actuele voorbeelden* van biotische effecten. Zoals Guicherit al geschetst heeft, kan het vrijkomen, verspreiden en omzetten van stoffen in het milieu tot ongewenste effecten leiden. Soms zijn deze bekend en soms ook niet. In dit laatste geval werken we als het ware van de bron naar het effect toe. Het vrijkomen van radioactieve stoffen bij de ramp in Tsjernobyl is hiervan een goed voorbeeld. Wij weten wat er vrijkwam maar over blootstellingen en effecten vooral op langere termijn weten we veel minder.

Het omgekeerde doet zich echter ook voor. Denk maar aan sterfte van bossen en het verdwijnen van zehonden uit de Waddenzee. Waar moet je in zo'n geval beginnen? Het is duidelijk dat er behoefte is aan goede praktische methodes om effecten te kunnen voorspellen en verklaren.

Om veel redenen is effectgericht onderzoek belangrijk. Ik noem er een paar zoals: bewaking van milieukwaliteit, normstelling en

risico-evaluatie, die op hun beurt weer het uitgangspunt vormen van het oplossen, beheersen en voorkomen van milieuproblemen. Vanzelfsprekend houdt het daarbij niet op, want om problemen aan te pakken en te voorkomen zal blijken dat je goede kwaliteitscriteria nodig hebt en methoden om de milieukwaliteit te bewaken en dan ben je weer bij het eerste punt terug.

Zoals ik in het begin al zei, hebben milieueffecten enkele speciale kenmerken waarvan ik er maar een paar noem (afbeelding 1):



Afbeelding 1

De effecten spelen op vele biologische niveaus van organismen tot de biosfeer, de tijdschalen lopend van seconden tot eeuwen en de geografische spreiding van heel plaatselijk tot de hele wereld omvattend.

Het weer en het klimaat spelen een grote rol, er zijn effecten die door de natuur zelf veroorzaakt worden (zoals een vulkaanuitbarsting), naast de effecten waarvan de mens de veroorzaker is. Ook bestaan er ingewikkelde wisselwerkingen tussen dit alles. In de zeventiger jaren heeft TNO een grote bijdrage geleverd aan de ontwikkeling van een pakket toetsmethoden voor verschillende ecologische niveaus in het aquatische milieu.

Dit pakket wordt nu internationaal toegepast. In de tachtiger jaren bleek echter ook dat er hiaten waren in de toxicologie en biologie van bodems en onderwaterbodems. In het algemeen geldt dat er gebrek is aan kennis over processen aan grensvlakken tussen milieucompartimenten. Wij proberen op twee manieren bij te dragen aan het verhelpen van deze lacune.

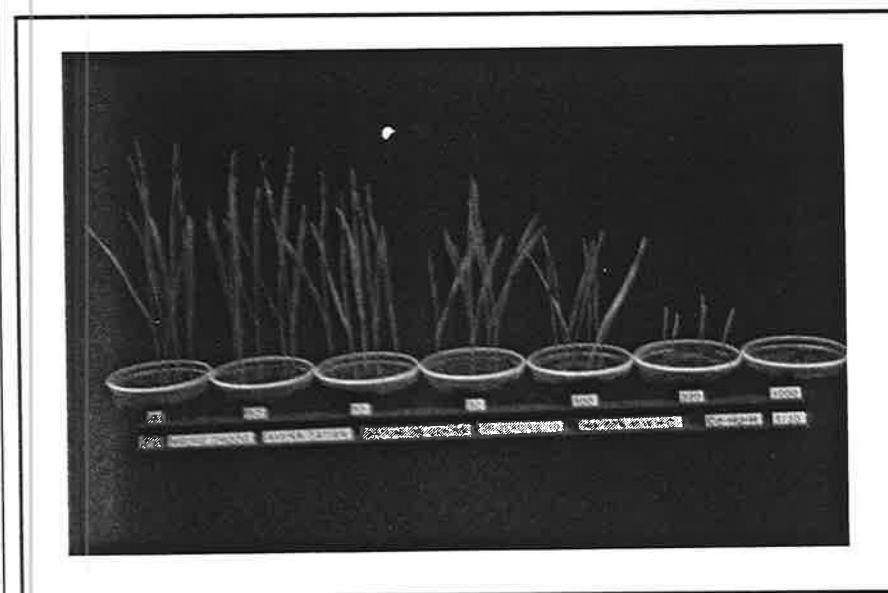
Zo voeren we een meerjarenprogramma uit waarin we mathematisch modelonderzoek combineren met experimenteel ecotoxicologisch werk om de broodnodige basiskennis op te doen en algeme-

ne beginselen te leren kennen (de laatste jaren samen met de Vrije Universiteit Amsterdam en onder andere recent gesteund door het Nationaal Stimuleringsprogramma Toxicologie) terwijl we ook in het speerpuntprogramma bodem fondsen hopen te verwerven.

We richten ons natuurlijk ook op toetsontwikkeling en verbetering van bestaande methoden. Daarbij gaat het in toenemende mate om toepassing van zaken als beeldanalyse, biosensoren en betere methoden om gegevens samen te vatten, te interpreteren en te presenteren.

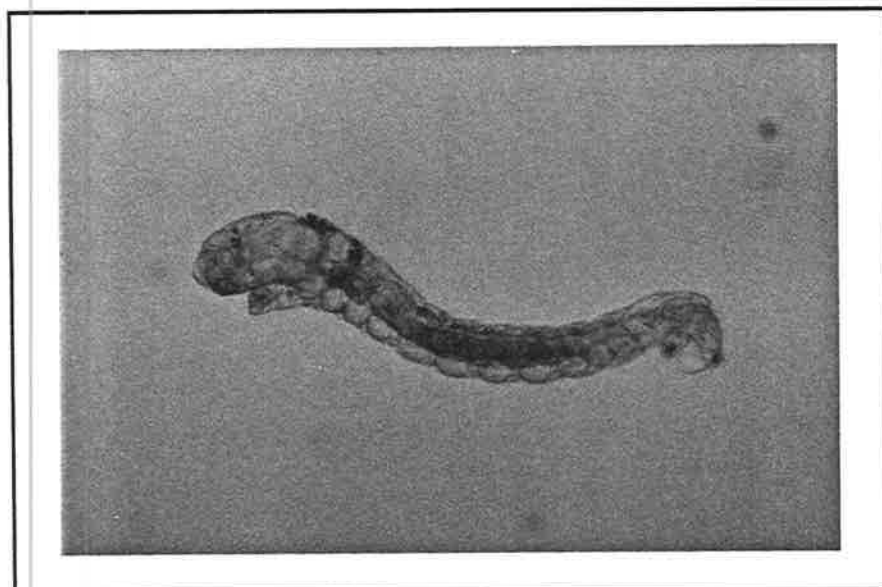
Ik wil dit alles nu illustreren met enkele voorbeelden van recente ontwikkelingen en ik zal die voorbeelden kiezen uit ons onderzoek met planten, muggelarven, mosselen, kuifeenden en modeecosystemen.

Planten groeien op grensvlakken van lucht, water en bodem, zij lopen niet weg en ze houden het vaak lang vol en ze lijken daarom bij uitstek geschikt als indicatoren voor de milieukwaliteit en voor het vaststellen van de effectiviteit van reinigingsmethoden en preventieve maatregelen. Voor VROM hebben we voor twee grondsoorten de effecten van een aantal gewone chemicaliën op sla, tomaten en haver onderzocht. Bij dit onderzoek hebben we de planten ook op waterculture gekweekt omdat grond als zodanig een groot effect heeft op de biologische beschikbaarheid van chemicaliën voor de planten. Zoals u ziet (afbeelding 2) kun je dosis-effect relaties in dit soort onderzoek bij wijze van spreken zo van de dia aflezen. We gaan door met dit plantenonderzoek met gebruikskemicaliën in opdracht van VROM en we hopen ook naar structuurwerkingsrelaties en naar werkingsmechanismen te kunnen kijken. We nemen namelijk aan dat er wel zeer veel stoffen en organismen bestaan, maar dat er in ieder geval minder werkingsmechanismen voorkomen en dat gedrag van groepen stoffen gemeenschappelijke kenmerken heeft. Wij vinden dat er blijvende behoefte is aan luchtverontreinigingsonderzoek met planten waarbij mechanismen centraal staan en we hopen daaraan te kunnen bijdragen.



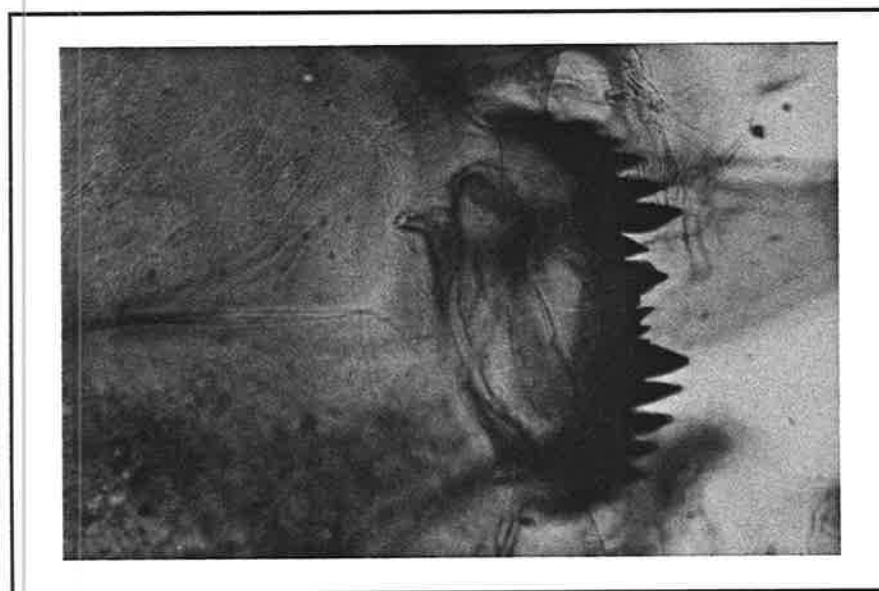
Afbeelding 2

Naast planten kun je nog heel wat meer aantreffen in bodems en onderwaterbodems. In dit laatste geval, muggelarven bijvoorbeeld afbeelding 3.



Afbeelding 3

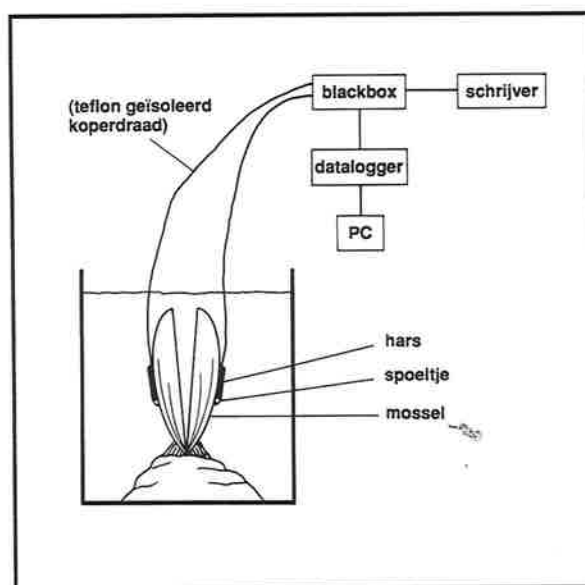
In het veld is door RIZA waargenomen dat deze larven kaakafwijkingen kunnen vertonen wanneer het sediment waarin ze voorkomen verontreinigd is (afbeelding 4).



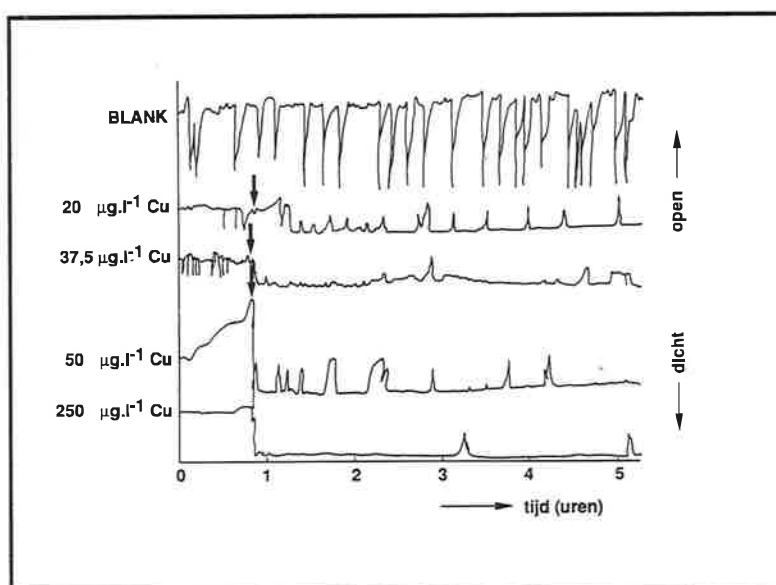
Afbeelding 4

In een onderzoek voor RIZA hebben wij deze kaakafwijkingen inmiddels ook experimenteel kunnen oproepen met behulp van cadmium.

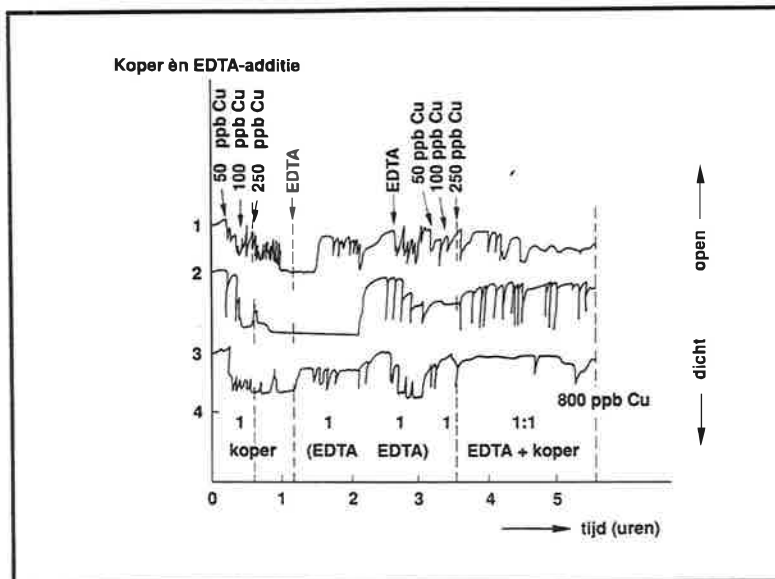
We hebben al lang mosselen gebruikt in actieve biologische monitoring-programma's voor waterkwaliteit. Daarbij heeft de mossel altijd gediend als een soort biologisch voorfilter voor analytische doeleinden waarbij dan altijd naar de aanwezigheid van bepaalde verontreinigingen is gekeken. Als een mossel echter afwijkend gedrag gaat vertonen of ziek wordt kun je niet zonder meer zeggen waarvan dat het gevolg is. Je weet echter wel dat er iets niet klopt. Daarom zijn we nu bezig met het klepbewegingsgedrag als maat voor de verontreinigingsgraad van water, waarbij interessant is dat de chemische verschijningsvorm van een verontreiniging - de speciatie - in dit geval het effect blijkt te beïnvloeden.



Afbeelding 5



Afbeelding 6



Afbeelding 7

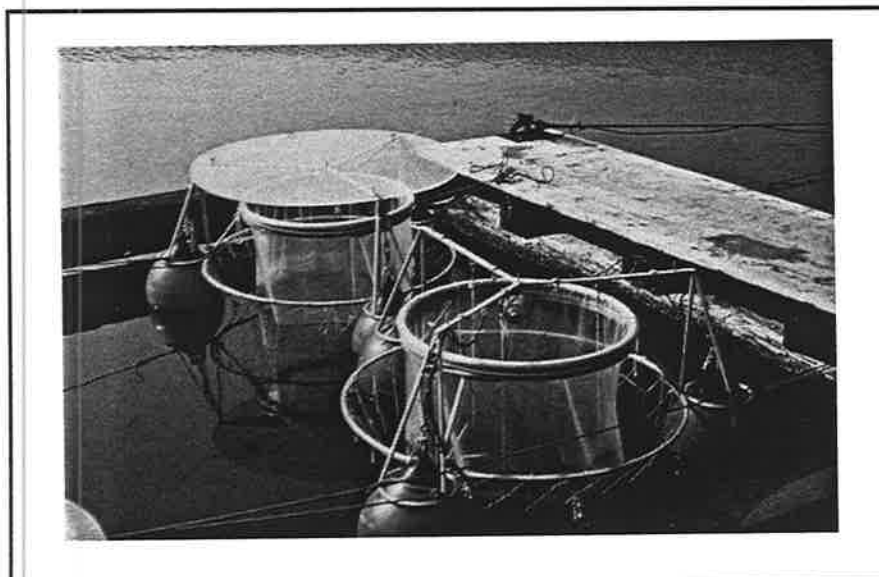
In 1972 is de methode al door TNO-ers bedacht. Met moderne micro-elektronica en software willen we de registratie van de klepbewegingen van de mossel graag ontwikkelen tot een handzaam en praktisch toepasbaar waterkwaliteitsinstrument voor velddoeleinden. Daarbij werken we samen met KEMA, RIVM en Productcentrum TNO.

Klep veel open, weinig dicht milieu OK: Milieu Applaus

Je kunt behalve naar het gedrag van mosselen ook kijken naar hun cellen en afwijkingen daarin. Zo blijkt dat zo'n 60% van de mosselen die worden blootgesteld aan verontreinigd havenslib binnen 3 à 5 maanden na blootstelling celafwijkingen, zogenaamde granulocytoma's vertonen die zeer kenmerkend zijn. Met de RU Gent, RUU en WRC werken we nog aan zogenaamde scope for growth methoden; onderzoek van het vermogen van mosselen om te leven met verontreinigingen.

Samengenomen hebben we dus een mogelijkheid om effecten die op verschillende tijdschalen tot uitdrukking komen in hetzelfde organisme te kunnen volgen zonder dat de organismen (vanzelf) doodgaan. We kunnen echter verder gaan en de mosselen ook gebruiken om ze te voeren aan kuifeenden om het effect van verontreinigingen van mosselen op eindpredatoren in voedselketens vast te stellen. Ons onderzoek wijst uit dat dit bij kuifeenden tot een sterk afwijkend broedgedrag en tot verminderd broedsucces kan leiden. Vooral gechloreerde koolwaterstoffen blijken aan deze effecten bij te dragen. Wat dit betekent voor Nederland als cafetaria voor trek- en standvogels hoef ik u niet uit te leggen.

We beperken ons verder niet tot het onderzoek aan enkelvoudige organismen maar we kijken ook naar het effect van verontreinigingen op modelecosystemen van velerlei aard waarvan u enkele voorbeelden ziet. Zo werken we al jaren met plastic zakken in zee onder zo natuurlijk mogelijke omstandigheden (afbeelding 8). Hierin wordt onderzoek gedaan aan bijvoorbeeld plankton-ecosystemen.



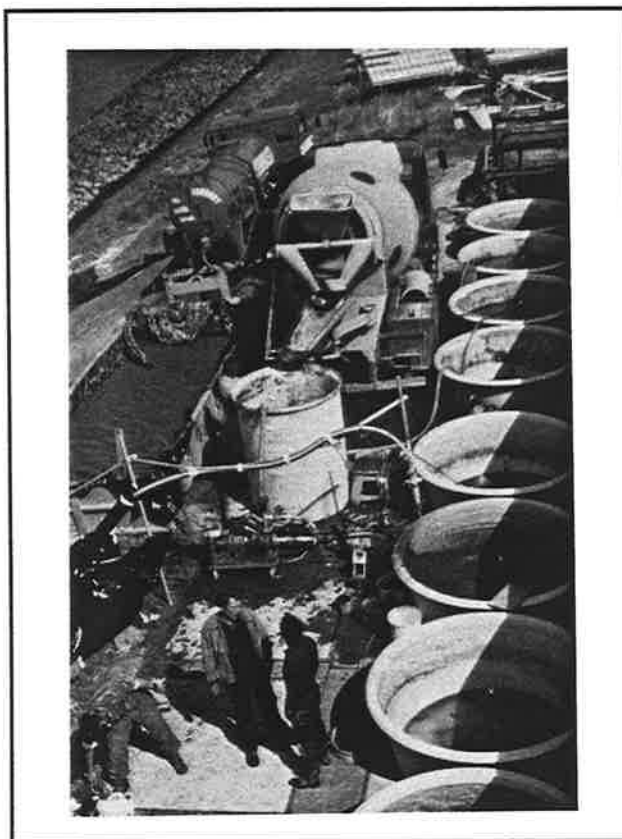
Afbeelding 8

Nadat enkele jaren de nadruk sterk gelegen had op onderzoek naar effecten van olie op wadsystemen (afbeelding 9) doen we nu (samen met DGW, RIN en NIOZ) onderzoek naar de effecten van verontreinigd havenslib op wadsystemen.



Afbeelding 9

In bakken als deze (afbeelding 10) kijken we naar de effecten van scheidingsmethoden voor baggerslib waarover Colon het met u zal hebben. U ziet dat biologen met roermotoren en reageerbuizen van velerlei formaat kunnen werken. De mosselen die gebruikt worden voor onderzoek van celafwijkingen, zitten ook in zo'n bak.



Afbeelding 10

We werken in bakken van een ander type met zure ven-systemen. Hierin kunnen we de veldwaarnemingen van het RIN bevestigen dat verdroging van met zwavel verrijkte venbodems tot oxidatie van sulfiden en dus tot extra verzuring leidt en we weten dat die verzuring weer leidt tot verhoogde mobiliteit van metaalionen als cadmium. Dit verschijnsel treedt ook op bij metaalionen in verontreinigde onderwaterbodems die aan de lucht worden blootgesteld. Tot de effecten die de natuur vertoont, behoort ook het aanpakken van verontreinigingen of het doen van pogingen daartoe. En daar kunnen we veel van leren en gebruik van maken. De natuur is zeer wel in staat veel afvalstoffen af te breken en bijvoorbeeld in het geval van afvalwater in wezen *drinkwater voor zichzelf* te bereiden. Wij hebben die natuurlijke processen echter vaak volledig overbelast en die overbelasting moet teruggedrongen worden. Kortom, het is zeer belangrijk om de veranderingen in natuurlijke systemen onder invloed van verontreinigingen te begrijpen, te benutten en te verbeteren om daarmee lucht, water en bodem te kunnen reinigen en beschermen. Over die grote uitdaging aan het onderzoek voor de praktijk zal Colon verder met u praten.

Het zal immers duidelijk zijn dat niet alleen voor het milieu geldt: beperk je niet tot handel in effecten, maar ga in je handelen uit van effecten, waarmee ik niet wil zeggen ga uit de effectenhandel!, want ik neem aan dat dat advies voor u al te laat komt!

F.J. Colon
 Hoofd van de afdeling
 Milieutechnologie MT-TNO



De praktijk van het milieuonderzoek

Van effecten naar preventie

De nadruk in mijn verhaal zal liggen bij de mogelijkheden om te zorgen dat we de door Schoot Uiterkamp beschreven effecten in de toekomst niet meer zullen hebben. Ik zal proberen uit te leggen, dat dat ingewikkelder is dan je in eerste instantie zou denken. Degene die verantwoordelijk is voor het ontwikkelen van nieuwe produkten en processen (vaak aangeduid met de technoloog in enkele gevallen wellicht milieutechnoloog) heeft te maken met een aantal knelpunten. De milieufactor is daar maar één van. Omdat die nieuwe produkten meestal pas na vele jaren op de markt worden geïntroduceerd loopt de ondernemer een risico, dat hij een verkeerde inschatting maakt. Dat risico is groter naarmate de eenstemmigheid over de ongewenste milieueffecten kleiner is. Er staan de ontwerper verschillende wegen open om de milieu-eisen in zijn arbeid te interpreteren en hij zal proberen een optimum te vinden dat ligt tussen preventie en "end-of-pipe" behandeling.

Waar moet de milieutechnoloog mee beginnen? We moeten er daarbij in ons kleine landje rekening mee houden dat er een sterke wisselwerking is met de omringende landen. In afbeelding 1 is de omvang van een aantal activiteiten berekend per vierkante kilometer. Nederland staat vrijwel steeds bovenaan.

Verder moeten we rekening houden met de variatie in het milieubewustzijn. Dit kan geïllustreerd worden met de milieubeleidscyclus die door Winsemius enkele jaren geleden geïntroduceerd is. Deze figuur is al bij velen bekend (afbeelding 2), maar ik wilde u dit toch laten zien omdat het voor de ontwerper van groot belang is. De figuur geeft aan dat er verschillende fasen zijn in de milieubeleidscyclus om tot beheer van milieu, dus controle van een effect te kunnen komen. De eerste fase is die van herkenning. In de fase van herkenning is het verschil van mening of de mate van onenigheid altijd heel erg groot. Dat is weergegeven in deze figuur doordat de twee lijnen in die klokvorm daar ver van elkaar liggen. Op een gegeven moment komt men tot het inzicht dat er iets gedaan moet worden, dat wil zeggen er begint een beleid geformuleerd te worden. De volgende fase, als het beleid geformuleerd is,

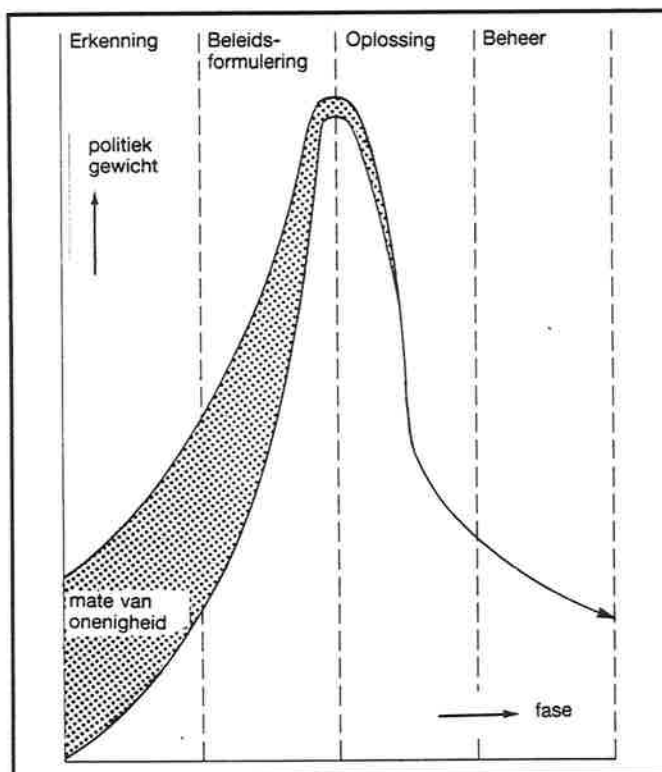
is dat naar oplossingen wordt gestreefd die worden toegepast. Daarna treedt de fase van beheer in. Het is dus zo dat dit een zaak is van lange termijn.

Milieubelastingsfactoren voor een aantal landen (dichtheid per km²; rapport 1984)

	bevolking	industriële produktie (\$ 1000)	energie- verbruik (toe)*	vee	transport (auto's)
Nederland	334	568	1595	334	92
België	321	593	1348	248	84
Japan	298	446	892	30	47
BRD	248	713	986	145	72
Ver. Koninkrijk	229	229	833	169	59
Frankrijk	97	174	307	84	28
USA	23	42	81	12	12
Nieuw-Zeeland	11	5	38	226	4

* tonnen olie equivalent

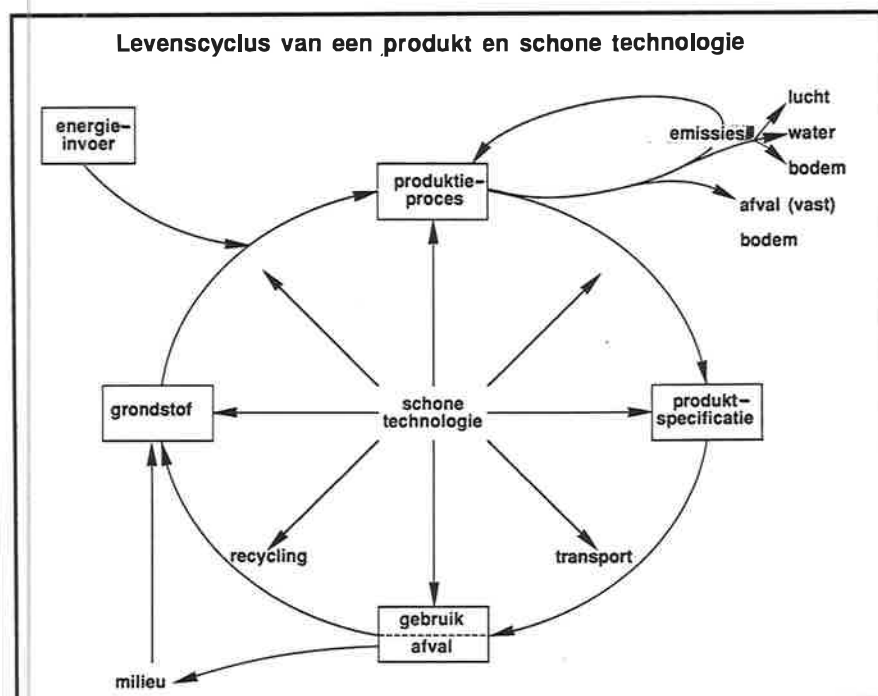
Afbeelding 1



Afbeelding 2

De ontwerper van een nieuw proces of produkt staat nu voor een aantal keuzen. Hij zal naast zijn grondstof, naast zijn energie, naast zijn produktspecificaties ook nog te maken hebben met het milieu en dat maakt het voor hem, vooral als we spreken over langere termijn beleidsontwikkelingen heel moeilijk om dat dan in zijn ontwerp te integreren. We moeten niet vergeten dat in onze maatschappelijke orde de klant de uiteindelijke beslisser is.

De ontwerper kan nog zo'n mooi produkt maken gelet op milieuvriendelijkheid, maar als de klant het niet koopt, heeft hij niet aan zijn opgave voldaan en hij kan een andere baan zoeken. Bovendien moet hij nog rekening houden met het feit, dat het produkt na gebruik tot afval wordt. Een minimum aan effecten in het afvalstadium dient reeds nagestreefd te worden in de ontwerpfase. De samenhang is weergegeven in de levenscyclus van een produkt (afbeelding 3).

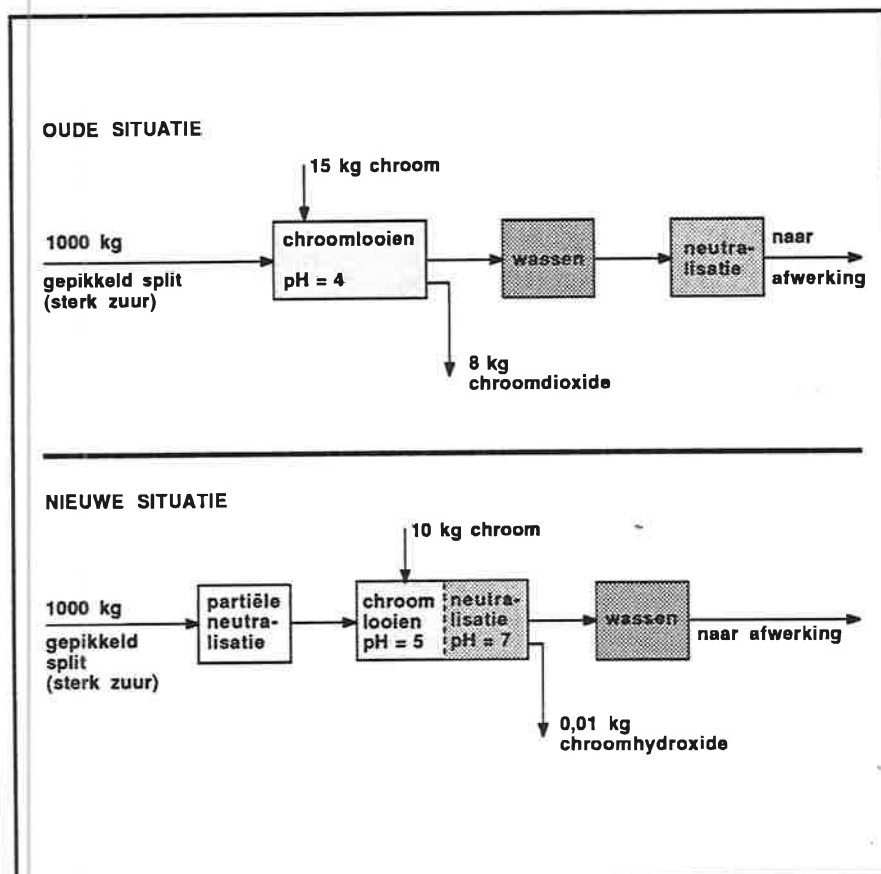


Afbeelding 3

Ik zal u twee voorbeelden geven van aanpak van milieuproblemen uit de praktijk van TNO namelijk het chroomgebruik bij het looi-proces van leer en de behandeling van baggerspecie.

Bij het looien van leer wordt onder andere chroom gebruikt. Niet alle chroom wordt door het leer opgenomen en dat komt in het afvalwater terecht. Een oplossing is dat water dan te behandelen met chemicaliën zodat het chroom wordt neergeslagen en zo krijgen we slib. Het water is schoon maar het probleem is verplaatst. Waarheen met het slib? We streven naar geïntegreerde oplossingen, dus we willen het chroom niet verplaatsen van het water naar de bodem.

Een voorbeeld van schone technologie in dit geval is een aangepast chroomlooiproces. Dit is weergegeven in het schema (afbeelding 4). Het komt er in wezen op neer dat het chroomlooiproces op een iets andere wijze wordt uitgevoerd waardoor niet acht kilo chroomhydroxide per duizend kilo grondstof voor de looierij wordt geëmitteerd in de waterstroom maar nog slechts een honderdste kilo.

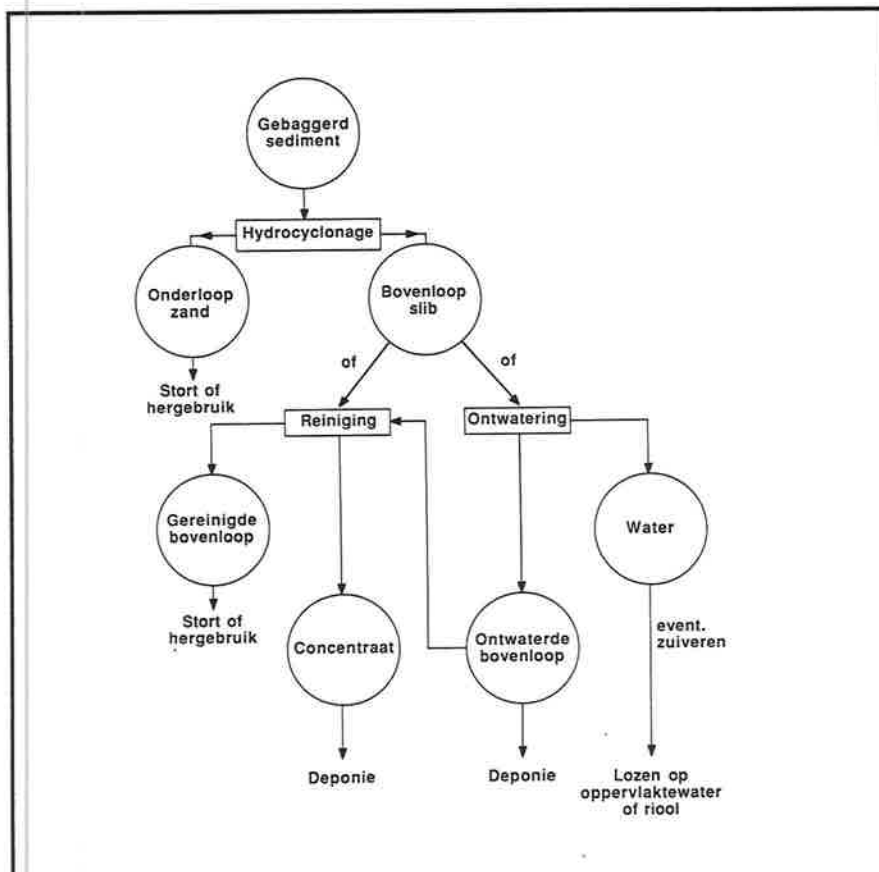


Afbeelding 4

Als een ander voorbeeld in het milieutechnologie-gebieden heb ik de baggerspecie gekozen ook wel onderwaterbodems en heel recent waterbodems genoemd. We zullen in de toekomst zien dat het onderscheid tussen onderwater- en bovenwaterbodems, wat we bodemverontreiniging noemen, steeds kleiner zal worden. Ze zullen in één terrein overgaan.

Als we echt in staat zouden zijn om het menselijk handelen schoon ten opzichte van het milieu uit te voeren, dan zouden er geen vuile waterbodems zijn. De realiteit gebiedt ons te accepteren dat er altijd restvervuilingen zullen zijn. Denk maar aan ongelukken op en langs de rivier de Rijn. Preventie kan hier betekenen: schoonmaken van het slib voordat het ergens wordt gestort of gebruikt met nadelige gevolgen. Het bedrijfsleven en TNO werken al jaren

naar de ontwikkeling van een serie van processtappen om dat te bereiken. Die stappen zijn: voorscheiden van het baggerslib, ontwateren en tenslotte ontgiften van het residu. Dit is in afbeelding 5 weergegeven.



Afbeelding 5

Gebaggerde specie wordt gescheiden in een schone en in een vuile fractie. De schone heet zand, de vuile slib. Vervolgens kan die schone fractie worden hergebruikt, het slib moet worden ontwaterd en gereinigd. De fase waarin we met dit proces zitten is dat de voorscheiding een stap is door middel van een hydrocycloon, die bewezen heeft te werken. De volgende stappen zijn onderwerp van onze studies en ontwikkelingen van dit moment. De hydrocycloon is op zich een heel simpel apparaat en dat is nodig ook, want het moet op een grote baggermachine met grote volumes kunnen worden gebruikt. De technoloog heeft dan de opdracht het proces op te schalen van een goed werkend laboratoriummodel naar de praktijkinstallatie. Na de eerste stap is het volume van de verontreinigde fractie duidelijk gereduceerd en we doen ons best dit verder tot een ongevaarlijk of weer te gebruiken materiaal te maken.

Ik wil terug komen op het bedrijfsleven en de onderzoeksinstellingen en de risico's die ze lopen. Als het milieubeleid niet con-

sequent wordt uitgevoerd dan kunnen de onderzoekers en de bedrijven die de kundigheden van de onderzoekers proberen hard te maken in installaties toch in de problemen komen. Als bijvoorbeeld vervuilde bodem tijdelijk wordt opgeslagen in plaats van schoongemaakt dan kan dat betekenen dat het begrip tijdelijk, wellicht rekbaar kan zijn. Voor een schoonmaakbedrijf kan dat betekenen dat het "tijdelijk" geen inkomsten heeft en daardoor uit de business stapt.

Voor onderzoekers, die mogelijkheden zien om vervuilingsproblemen op te lossen, zal de verdere ontwikkeling van hun ideeën meer kans krijgen bij een duidelijk milieubeleid op de lange termijn. Bij een vele jaren durende ontwikkeling, zoals bij het baggerslib, is het dan waard om risico's te nemen.

Ik zou willen afsluiten met te zeggen dat het milieubeleid door brede lagen van onze samenleving gedragen moet worden. Het is niet alleen een zaak van overheid en bedrijfsleven. Een consistent lange termijn milieubeleid zal de onderzoeker stimuleren zijn tanden te zetten in de vele milieuproblemen die er nog zijn. Men zal van hem verlangen dat die oplossingen tijdig beschikbaar zijn maar gezien de effecten zal het vaak te laat zijn.