

Milieukunde: onderzoek in dwarsdoorsneden van het maatschappij-milieu systeem

H.A. Udo de Haes en R. Heijungs

In Milieu 1995/5 bekritiseert Leroy de positie en ambities van de Nederlandse milieukunde. Probleembetrokkenheid en oplossingsgerichtheid vormen risico's voor een goede ontwikkeling, terwijl de ambities van interdisciplinariteit niet zijn waargemaakt en ook niet waargemaakt kunnen worden. "In de praktijk van onderwijs en onderzoek blijkt multidisciplinariteit het maximaal haalbare" (p 241). "Onrealistische interdisciplinaire ambities hebben bijgedragen tot een scheefgetrokken taakverdeling tussen natuurwetenschappen en sociale wetenschappen, en deze laatste in een louter instrumentalistische rol geduwd" (p 244/245). Veel van wat Leroy signaleert is zeker herkenbaar. Maar wat opvalt is dat hij belangrijke ontwikkelingen die, zowel nationaal als internationaal, gedurende de laatste vijf jaar in het vakgebied hebben plaatsgehad, buiten beschouwing laat. Daarbij gaat het om de kern van de problematiek: de eigen body of knowledge van de milieukunde. Deze reactie beperkt zich tot dat aspect van het betoog van Leroy.

Uitgangspunt voor deze bijdrage vormen de interacties tussen maatschappij en milieu in systeemanalytische zin, dat wil zeggen, tussen deze beide subsystemen van het maatschappij-milieusysteem. In de eerste plaats zijn er enkele belangrijke concepten die deze interacties beschrijven. Dit zijn met name: *milieu-ingreep*, als activiteit op het grensvlak van de beide subsystemen; *milieufunctie* als begrip voor de betekenis van het milieu voor de maatschappij; *milieukwaliteit* als maat voor de functievervulling; *milieudraagkracht* als maximale omvang van deze functievervulling; en *duurzaamheid* als pendant van milieudraagkracht, maar in een lange-termijnperspectief. Elk van deze begrippen is gefundeerd in kennis over maatschappij en milieu, zonder dominantie van één van beide. Nieuw is dit niet, maar belangrijk zijn deze begrippen wel en ze hadden in Leroy's exposé niet onbesproken mogen blijven.

Wat zijn er nu voor nieuwe ontwikkelingen op het gebied van een systeem-analytische analyse van de maatschappij-milieu interacties? Kernpunt is dat het maatschappij-milieu systeem wordt onderzocht langs verschillende "dwarsdoorsneden" van dit systeem, dat wil zeggen vanuit verschillende gezichtspunten. Deze dwarsdoorsneden hebben in het bij-

zonder betrekking op: activiteiten, stoffen, producten en gebieden. Maar dit is geen uitputtende opsomming. Langs deze dwarsdoorsneden worden analyse instrumenten ontwikkeld, elk met hun specifieke eigenschappen samenhangend met hun eigen object. We lopen ze achtereenvolgens na, waarbij we eenvoudigheidshalve een ideaaltypische benadering volgen.

1. Dwarsdoorsneden door het maatschappij-milieusysteem

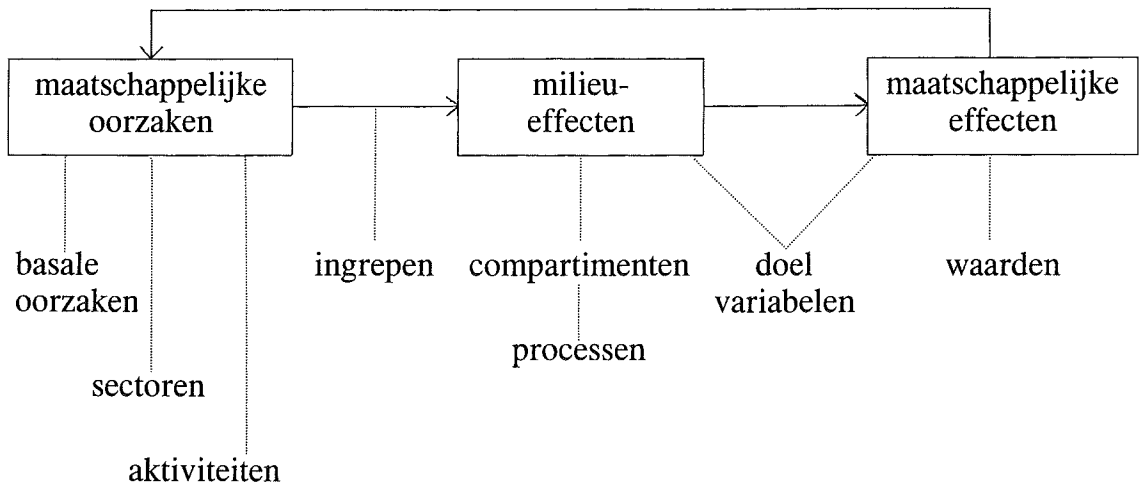
Activiteiten: Activiteitenanalyse – Activiteiten en installaties vormen het onderwerp van de effectvoorspellingsmodellen (Environmental Impact Assessment, EIA) en de risico-analyse (Risk Assessment, RA). Deze zijn naar plaats en tijd gedefinieerd en maken een voorspelling van actuele effec-

Prof. dr. Helias A. Udo de Haes is wetenschappelijk directeur van het Centrum voor Milieukunde van de Rijksuniversiteit Leiden. Drs. Reinout Heijungs is wetenschappelijk medewerker bij hetzelfde instituut, en doet onderzoek op het gebied van de levenscyclusanalyse van produkten.

ten of risico's mogelijk. Belangrijke gegevens vormen achtergrondbelastingen als gevolg van andere activiteiten, en eigenschappen van het ontvangende milieu (verspreidingseigenschappen van de compartimenten, gevoelige soorten, etc.). Het methodisch kader is de milieubelastingsketen, waarvan de essentie wordt weergegeven in figuur 1.

Belangrijk punt bij het gebruik van dit methodisch kader is dat het helpt om inconsistenties te voorkomen. Voorbeelden van inconsistenties zijn de milieubeleidsthema's (deels bestaand uit milieuprocessen, deels uit activiteiten) en een overzicht van milieuproblemen in termen van bij voorbeeld "uitputting grondstoffen", "emissies" en "afname biodiversiteit" (de eerste beide liggen op het niveau van de milieu-ingrepen, de laatste op het niveau van de milieu-effecten) (zie ook Janssen e.a. 1990: 45-75). Een belangrijke toepassing ligt op het gebied van de milieu-effectrapportage; maar er zijn ook andere toepassingen, zoals scenario-analyses. Daarbij valt op dat de keten naar beide kanten successievelijk wordt verlengd, zowel naar achterliggende oorzaken binnen de maatschappij als naar effecten verder in de keten, opnieuw terug in de maatschappij. Het meest uitgekristalliseerd is de gamma-beta interactie in de 'trade-off' functie: de hoeveelheid milieuverbetering die te verwachten is als functie van het kostenniveau van de maatregelen.

Stoffen: Stofstromanalyse — Stoffen vormen de tweede dwarsdoorsnede van het maatschappij-milieusysteem. Het analyse-instrumentarium dat hier wordt ontwikkeld is de stofstromanalyse (Substance Flow Analysis, SFA, of Materials Flux Account, MFA). Kenmerk is dat één enkele stof (of een groep van verwante stoffen) wordt geanalyseerd in het gehele maatschappij-milieusysteem. Dit vindt meestal plaats voor een bepaald gebied, maar kan ook voor de aarde als geheel plaatsvinden; de tijd is meestal gespecificeerd als periode van 1 jaar. De eenheid van analyse vormt de huidige of toekomstige omvang van de stromen van de stof in kwestie, gedifferentieerd naar stromen en accumulaties tussen en in de verschillende componenten van het systeem (zowel binnen het maatschappij- als binnen het milieu-subsysteem). Een dergelijke systeemanalytische benadering van een stof "van wieg tot graf" (of preciezer: van systeemgrens tot systeemgrens) is in diverse opzichten van betekenis. In de eerste plaats vormt dit een rekentechnisch hulpmiddel, onder andere als kader voor fouten-analyse en het opsporen van niet in kaart gebrachte stromen. In de tweede plaats kan het dienen als kader voor de identificatie van kritieke stromen van de betreffende stof, en voor een analyse van de oorzaken ervan; hierbij kan het met name ook een hulpmiddel zijn bij het vermijden van een niet-consistente ordening van oorzaken. Aan-

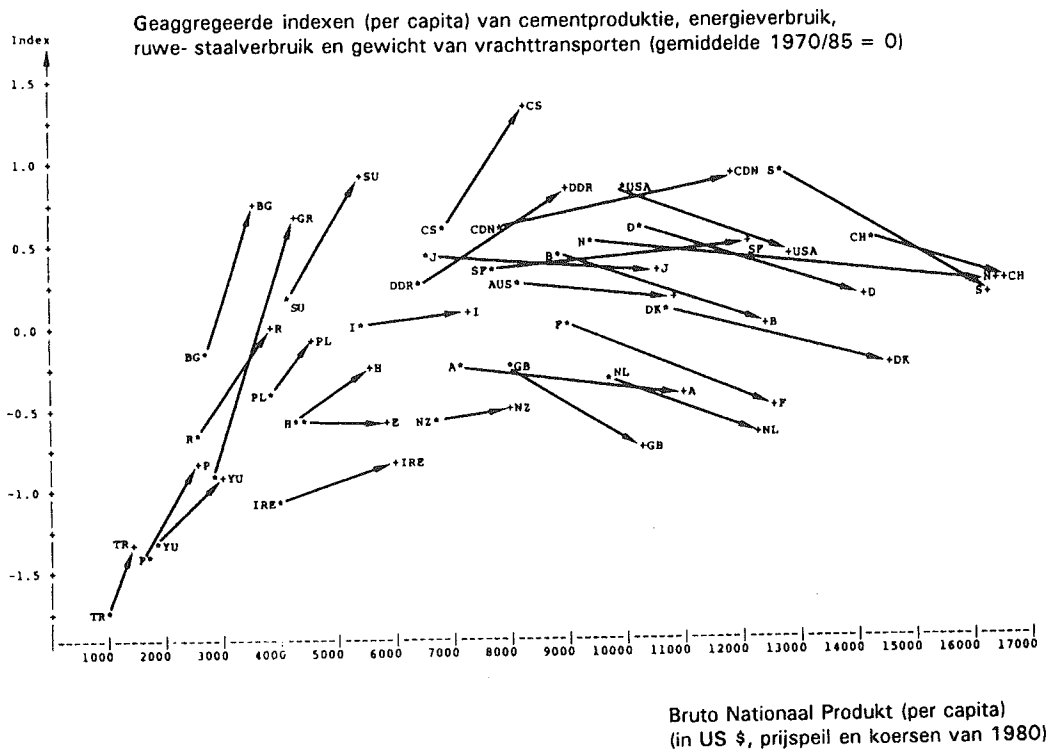


Figuur 1: De milieubelastingsketen

sluitend hierbij kan de stofstroomanalyse de basis vormen voor prioritering van stofgerichte milieubeleidsmaatregelen. Een volgende betekenis ligt op een meer basaal niveau, namelijk als grondslag voor de beschrijving van "industriële transformatieprocessen". Met name de de-materialisatie van menselijke activiteiten bij stijgend BNP per capita is een belangrijk onderwerp van studie (zie als voorbeeld figuur 2). Tenslotte kan stofstroomanalyse het kader vormen voor de definitie van een set duurzaamheidsindicatoren, die zowel de toestand van de maatschappij als die van het milieu indiceren.

Produkten: Levenscyclusanalyse — Produkten en diensten vormen een volgende dwarsdoorsnede. Het analyse-instrumentarium dat voor deze objecten wordt ontwikkeld betreft de levenscyclusanalyse (Life Cycle Assessment, LCA). In feite wordt het object gevormd door produktsystemen of dienstsystemen, zijnde het totaal van processen van het be-

trokken produkt of de betrokken dienst van wieg tot graf, ongeacht waar en wanneer de betreffende processen plaatsvinden. Vandaar ook de term *wieg-tot-graf* analyse (cradle-to-grave analysis). De eenheid van studie vormt de functionele eenheid, een kwantificering van de betreffende vervulde functie of geleverde dienst. Kern van de analyse bestaat eruit de relevante inputs uit het milieu (onttrekking van grondstoffen) en outputs naar het milieu (emissie van schadelijke stoffen) van deze processen aan de functionele eenheid toe te rekenen. Hier gaat het dus om een analyse van alle stoffen, maar dan juist voor een deelsysteem van het totale systeem. De levenscyclusanalyse is daarmee het complement van de stofstroomanalyse. Een ander verschil met de stofstroomanalyse betreft het feit dat bij dat laatste instrument de analyse meestal gericht is op het totale metabolisme van een stof en niet een eenheid van functievervulling. Aangezien bij de levenscyclusanalyse de onttrekkingen en emissies per eenheid



Figuur 2: Index van milieubelasting per hoofd als functie van bruto nationaal product per hoofd; * = 1970, + = 1985. Links in de figuur staan de armere landen; daar stijgt de milieubelastingsindex. In de rechterhelft zien we de rijkere landen, waar de trend duidelijk dalend is. Bron: Jänicke et al., 1989

van functie worden weergegeven en niet per tijds-eenheid, moet de wijze van effectbepaling daarop worden afgestemd; die is dan ook essentieel anders van structuur dan bijvoorbeeld bij milieu-effectrapportage of bij risico-analyse. De methodiekontwikkeling richt zich er nu op, hoe daarbij toch met verschillen in ruimte en tijd rekening gehouden kan worden teneinde "false positives" (dat wil zeggen, opgave van effecten op plaatsen waar, of tijdstippen waarop er in feite niets aan de hand is) te vermijden. De toepassing van levenscyclusanalyse betrof vanouds vooral de verbetering en vergelijking van produkten. Dat laatste vindt bijvoorbeeld plaats voor de onderbouwing van milieukeur. Maar in toenemende mate wordt het analyse-instrument op strategisch niveau toegepast, bijvoorbeeld bij de vergelijking van beleidsstrategieën, zoals van afvalverwerkingsstrategieën, energieproductiesystemen, vervoerssystemen, landbouwproductiesystemen en de produktie van bulkmaterialen.

Een speciale vorm van levenscyclusanalyse betreft het technologisch aspecten onderzoek (Technology Assessment, TA). Dit is sterk toekomstgericht, en alleen al in dat opzicht anders dan het meeste levenscyclusonderzoek. Maar er is nog een ander belangrijk verschil. Een kenmerkende eigenschap van de doorsnee levenscyclusanalyse is de lineariteit. Aangenomen wordt dat de omvang van de gekozen functionele eenheid in feite niet relevant is: je kan 1 liter melk als basis voor je vergelijking nemen of miljoen kubieke meter melk, de effecten worden geacht proportioneel mee te variëren. Bij TA ligt dat anders: daar gaat het er juist om mogelijke maatschappelijke veranderingen als gevolg van de introductie van een nieuwe technologie te identificeren en op zijn consequenties te beoordelen, en gaat het daarmee juist om een niet-lineaire vorm van analyse.

Gebieden: Input-Outputanalyse — Gebieden vormen een volgende vorm van dwarsdoorsnede van het maatschappij-milieusysteem. Hierbij gaat het enerzijds om de interne relaties tussen activiteiten binnen het te onderzoeken gebied en anderzijds om de externe relaties, dat wil zeggen, de relaties met de omgeving van het gebied, zij het binnen de maatschappij (import en export) of binnen het milieu (onttrekkingen en emissies). Voornaamste analyse-

instrument vormt hier de input-outputanalyse (I-O Analysis), met als hoofdvraag de effecten te berekenen van veranderingen in een finale vraag als gevolg van een beleidsbeslissing. Vanouds vormt de input-outputanalyse een onderdeel van de economie; de nadruk lag daarbij dan ook vrijwel geheel op inkomens- en werkgelegenheidseffecten en andere economische effecten, als gevolg van berekende verschuivingen tussen verschillende maatschappelijke sectoren. De effecten op het milieu kunnen dan slechts zeer globaal in termen van extractie- en emissiecoëfficiënten per sector worden geanalyseerd. Een alternatieve vorm van input-outputanalyse, die zich met name voor milieuanalyses leent, is de analyse in fysieke in plaats van monetaire termen. De verdere ontwikkeling hiervan is een belangrijk onderwerp van de milieukunde van nu. Voor een ruimtelijke localisering van de effecten, als nadere detaillering van een input-output analyse, zal met vrucht gebruik gemaakt kunnen worden van geografische informatie-systemen (GIS).

2. Een eigen *body of knowledge*

In feite hebben al deze dwarsdoorsneden, wat de maatschappijkant betreft, betrekking op slechts een deel van de maatschappij, te weten de fysieke economie. Deze inperking brengt ook met zich mee dat de interacties langs de verschillende dwarsdoorsneden relatief goed te modelleren zijn. Omgekeerd: het is juist de kwantitatieve modellering van de interacties langs de verschillende dwarsdoorsneden die tot een zodanige scherpte dwingt, dat blijkt hoe verschillend van karakter de modellering in de verschillende dwarsdoorsneden in feite is. Hiermee is niet gezegd dat deze analyse zich, wat de maatschappijkant betreft, tot de fysieke economie zou moeten beperken. Getracht kan worden koppelingen te leggen met de economische vraag en daarmee ook de financiële economie in de beschouwingen te betrekken. Nog weer een stap verder liggen dan culturele, sociologische en psychologische aspecten. Een antwoord op de vraag, in hoeverre een analyse daarvan ook werkelijk integreerbaar is met de hierboven beschreven analysemethoden, bijvoorbeeld in een beslissingsondersteunend kader zoals de multicriteria-analyse (MCA), valt buiten het bestek van deze bijdrage. Evenmin behandelen

we hier de verbinding van de analyse-instrumenten met de in de inleiding genoemde aspecten, zoals duurzaamheid en milieukwaliteit.

Waar het ons om gaat is te laten zien hoe zich op het gebied van de analyse van interacties langs verschillende dwarsdoorsneden van het maatschappij-milieusysteem een zelfstandige *body of knowledge* aan het ontwikkelen is. Een gebied waar ook een grote behoefte aan nadere afstemming en uitwisseling van kennis aanwezig is. Afstemming bijvoorbeeld waar het de plaatsbepaling van de verschillende analyse-instrumenten betreft. Zo wordt er in internationale fora een stevige wetenschappelijke strijd geleverd over de positie van de levenscyclusanalyse tegenover die van risico-analyse of stroomanalyse: wat zijn de feitelijke mogelijkheden van de verschillende instrumenten en wat de beperkingen? Maar het gaat ook om onderlinge uitwisseling. Zo kan een consistente beschrijving van milieuproblemen in een lijst van milieuthema's, zoals geïnitieerd in het Nederlandse milieubeleid, van belang zijn voor alle genoemde instrumenten. En, in aansluiting daarbij, een nog verdergaande aggregatie van extracties en emissies in termen van een enkele milieu-index. Hierbij blijken dan geheel verschillende tradities bij elkaar te komen (of te botsen), die zich in feite allemaal met dezelfde vraag bezig houden.

Naast afstemming en uitwisseling is er nog een verdergaande stap mogelijk en gewenst, namelijk de ontwikkeling van één geïntegreerd formeel kader waaruit de verschillende dwarsdoorsneden alle op een consistente manier zijn af te leiden. Het bovenstaande is nog niet meer dan een opsomming, en dat moet met behulp van een behoorlijke wiskundige onderbouwing beter kunnen. Dat biedt, naast verdergaande specificering, ook het voordeel van een toenemende flexibiliteit. Het wordt dan beter mogelijk om nieuwe dwarsdoorsneden te definiëren, of combinaties van de bestaande. Daarmee wordt het onderzoeksterrein ook minder afhankelijk van modieuze voorkeuren voor bepaalde analyse-instrumenten.

Leroy suggereert dat het streven naar een hoge mate van interdisciplinariteit in feite een Nederlandse buitenissigheid is; we zouden veel te ver voor de muziek uitlopen. Interessant is dat dat op de hierboven genoemde wetenschapsgebieden heel

anders ligt. Op het gebied van de activiteiten-analyse is er de *International Association for Impact Assessment* met gelijknamig tijdschrift. Voor stofgerichte analyses komt er nu een nieuwe *International Journal for Industrial Ecology*, uit te geven door Yale University. Voor de produktgerichte analyses is er sinds 1990 de *Society of Environmental Toxicology and Chemistry* (SETAC) als wetenschappelijk forum en komt de in Duitsland uit te geven nieuwe *International Journal of Life Cycle Assessment* eraan. En zo zijn er nog meer wetenschappelijke fora en tijdschriften op dit terrein. Kortom, ook op dit gebied schiet het interdisciplinaire onderzoek allern minst tekort.

3. Conclusie

Onze conclusie is dan ook dat zich een zeer stevige kern van wetenschappelijke kennis aan het ontwikkelen is op het gebied van de modellering van de maatschappij-milieu interacties. Het betreft een gebied dat zodanig gamma-beta geïntegreerd van karakter is, met geen van beide bijdragen in een bijrol, dat hier inderdaad gesproken moet worden van een discipline: milieukunde, "environmental science". Maar, dat geven we graag toe, milieukunde in een verder uitgekristalliseerde vorm, een vorm die in de definitie van zijn object minder nadruk legt op probleemgerichtheid en oplossingsgerichtheid, maar alle nadruk op interdisciplinariteit.

Literatuur

Janssen, H.M.A., P. Leroy en K. Bouwer. 1990. 'Waarover zal het gaan: naar een beschrijvingsmodel van milieuvraagstukken'. In: Commissie Lange Termijn Milieubeleid, *Het milieu: denkbeelden voor de 21ste eeuw*, 45-75. Zeist: Kerkenbosch.

Jänicke, M., H. Mönch, T. Ranneberg en U.E. Simonis. 1989. Structural Change and Environmental Impact: Empirical Evidence on Thirty-one Countries in East and West. *Environm. monit. assess.* 12 (2): 99-114.

Leroy, P. 1995. 'De Nederlandse academische milieukunde: gevangen tussen milieuwetenschap en milieu(beleids)praktijk?'. *Milieu* 10 (5): 238-245

H.A. Udo de Haes and R. Heijungs

Environmental science: research along cross-sections of the society-environment system

In a reaction to the article of Leroy (Milieu 1995/5), in which the author propounds that there is no need for 'environmental science' as an integrating discipline and that the Dutch ambitions in this respect cannot be realized. In the present reaction it is argued that a sound body of knowledge is in development, aiming at the analysis of society-environment interactions along different "cross-sections" of the society-environment system. Such cross-sections pertain to: activities, with environmental impact assessment (EIA) and risk assessment (RA) as analytical tools; substances, with Substance Flow Analysis (SFA) as analytical tool; products and services, with Life Cycle Assessment (LCA) as analytical tool; and regions, with Input-Output Analysis (I-O Analysis) as analytical tool. All intrinsically integrate knowledge from social and natural sciences within one developing consistent body of knowledge. It is argued that this constitutes a core of "environmental science" as a new discipline, which is interdisciplinary in its object and methods, rather than that it is exclusively problem oriented.

Engelse samenvatting van p. 27

E.W.J.T. Nijhuis, J.M.G. Aardoom and T.J.J.B. Wolters

Integrated chain management and development cooperation in the coffee chain between Costa Rica and The Netherlands

The Sustainable Development Agreement between Costa Rica and the Netherlands intends to trigger development projects meeting the conditions of equality, participation and reciprocity. This article explores the possibilities for such projects on the basis of environment-related integrated chain management. It focuses on the coffee chain between Costa Rica and the Netherlands. Co-operation between farmers, beneficios (which process the crude coffee fruits) and governments could be intensified, leading to fundamental and efficient steps towards a sustainable production process. The beneficios could play a more prominent role in launching co-operative action plans. In this line of thinking, in the Netherlands the coffee roasters and the retailers are to find ways to promote the environmentally benign coffee so as to make it an economically viable option. The Dutch government could support such plans, e.g. in the fields of technology development, education and ecolabelling. The final consumer in the Netherlands has to appreciate the results of such an endeavour by buying the green(er) product.