

.....

Tussen natuur en milieu

.....

Uitgangspunten voor een didactiek van natuur- en milieu-educatie

Kerst Th. Boersma
Jan C. Schouw



• • • • •

Tussen natuur en milieu

E. Groenenberg
Alblasserschans 10
3432 CA Nieuwegein
030-6062323

• • • • •

Uitgangspunten voor een didactiek van natuur- en milieu-educatie

DE TOEKOMST HEEFT ALLES

INAT JE TOEKOMT.!

Kerst Th. Boersma
Jan C. Schouw

JOKE MEYDAM

ARIE SCHOUTEN



Instituut voor
Leerplanontwikkeling

December 1988

Het project Didaktiekontwikkeling Natuur- en Milieu Educatie wordt bekostigd door de departementen van Landbouw & Visserij, Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieuhygiëne, en Onderwijs en Wetenschappen.

© Instituut voor Leerplanontwikkeling (SLO), Enschede, 1988

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van het instituut.

December 1988

Inhoudsopgave

Inleiding	5
1. Doelstellingen en didactiek van natuur- en milieu-educatie	7
1.1. Legitimering van natuur- en milieu-educatie	7
1.2. Opvattingen en doelstellingen	10
1.3. Doelstellingen en bedoelingen	14
1.4. Afbakening van een didactiek van natuur- en milieu-educatie	18
1.5. Opzet en inhoud van het boek	22
2. Ecologisch denken in het onderwijs	23
2.1. Ecologisch denken	23
2.2. Ecologisch leren denken	29
2.3. Criteria voor sequentiëring	33
2.4. Uitwerking van sleutenbegrippen	37
2.4.1. Kringloop	37
2.4.2. Ecosysteem	43
2.4.3. Evenwicht	48
2.5. Een conceptuele structuur	57
3. Milieuproblemen in het onderwijs	65
3.1. Oorzaken van en oplossingen voor	65
3.1.1. Oorzaken en oplossingen	65
3.1.2. Implementatie van oplossingen	71
3.2. Milieuproblemen in de klas	78
3.2.1. Milieuproblemen en doelstellingen	78
3.2.2. Dilemma's van leerkrachten	80
3.3. Een beschrijvingsmodel voor milieuproblemen	82
3.4. Twee voorbeelden van uitwerkingen	86
3.4.1. Het gebruik van de actualiteit	86
3.4.2. Huishoudelijk afval	91
Literatuur	97

Inleiding

Het belang van natuur- en milieu-educatie (NME) staat de laatste paar jaar niet meer ter discussie. Dat moge onder meer blijken uit het feit dat in 1985 een kamermotie (de motie Tommel) over NME werd ingediend en dat in 1988 door de Ministers van Landbouw & Visserij en Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening & Milieuhygiëne een Rijksnota Natuur- en Milieu-educatie werd gepubliceerd.

Met een erkenning van het belang van NME nemen de complicaties voor onderwijsgeveden echter eerder toe dan af, omdat daar -voor zover dat beoordeeld kan worden- nog maar sporadisch aandacht aan geschonken wordt (van den Akker & Kuiper, 1987). In feite ontstaat mede door de erkenning van het belang van NME een groot implementatieprobleem. De laatste paar jaar is door het project Natuur- en Milieu-Educatie in het Voortgezet Onderwijs met name gewerkt aan de ontwikkeling van voorbeeldlesmateriaal en een deelleerplan NME voor de natuurwetenschappelijke vakken (en aardrijkskunde) in de onderbouw. Geconstateerd werd echter ook dat bij ontwikkelaars, nascholers en begeleiders op veel punten de voor implementatie van NME vereiste deskundigheid nog ontbrak en dat het met het oog daarop van belang zou zijn aandacht te besteden aan de ontwikkeling van een didactiek van natuur- en milieu-educatie. Dat leidde er toe dat na uitvoerig vooroverleg met de departementen van Landbouw & Visserij, Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening & Milieuhygiëne, en Onderwijs & Wetenschappen een project Didactiekontwikkeling Natuur- en Milieu-Educatie kon worden gedefinieerd, waarvoor gedurende de zomermaanden van 1988 de middelen beschikbaar konden worden gesteld. *"Tussen Natuur en Milieu"* is de eerste publikatie van dit project.

Alvorens in te gaan op de bedoeling van deze publikatie is het goed enkele opmerkingen te maken over enkele beperkingen van een didactiek van NME. Natuur- en milieu-educatie zal in Nederland hooguit incidenteel als apart vak worden gegeven. In de meeste gevallen zal NME in een aantal van de bestaande schoolvakken worden ingebed. Daarmee rijst de vraag wat de relatie is tussen een didactiek van NME en een didactiek van de vakken waarin NME wordt ingebed.

Nu is de laatste jaren ook duidelijk geworden dat de doelstellingen die voor NME worden gesteld alleen gerealiseerd kunnen worden als daar in verschillende vakken aandacht aan besteed wordt. Een didactiek van NME is wel degelijk een vakdidactiek, in de zin dat de inhoudelijke component erg belangrijk is. De inhoudelijke component, de relatie mens - milieu, is echter vakoverstijgend, zodat een didactiek van NME ook uitspraken zal doen over relaties tussen inhouden die aan verschillende vakken zullen worden toegeschreven. Tot op heden wordt in de bestaande schoolvakken slechts in beperkte mate aandacht geschonken aan de relatie mens - milieu, alhoewel de belangstelling daarvoor aanzienlijk toeneemt. Vooralsnog mag het dan ook relevant worden geacht dat de komende jaren aandacht besteed wordt aan de ontwikkeling van een didactiek van NME. Op den duur -als de

bestaande vakken in voldoende mate mee ontwikkeld zijn- kan een didactiek van NME wellicht opgaan in een didactiek van de vakken en kan het vakoverstijgende aspect slechts tot een hopenlijk dan al lang opgelost leerplankundig probleem worden verklaard.

Het project Didactiekontwikkeling Natuur- en Milieu-Educatie richt zich op het basisonderwijs en het voortgezet onderwijs. Op zich lijkt het echter goed denkbaar dat publikaties van het project ook van belang zijn voor de buitenschoolse NME-praktijk. Ook voor die praktijk is het van belang dat de NME-didactische deskundigheid wordt vergroot.

Door de aard van de doelstellingen van NME zal een didactiek van NME wellicht overeenkomsten vertonen met een didactiek van andere educaties als ontwikkelingseducatie. Ook voor andere educaties zou een didactiek van NME dus van belang kunnen zijn.

In "*Tussen Natuur en Milieu*" worden enkele uitgangspunten geschetst voor een didactiek van NME.

De titel is geen vergissing. De laatste jaren is sprake van een ontwikkeling naar een zekere synthese tussen een groene natuuropvatting en een grijze milieu-opvatting. Er is niet voor niets sprake van natuur- en milieu-educatie. In de praktijk blijkt deze synthese echter nog niet zo eenvoudig te zijn. Is het echt een 'en' of is het toch een 'of'?

In "*Tussen Natuur en Milieu*" is een poging gedaan een synthese uit te werken. Daarbij zijn keuzen gemaakt, keuzen die in principe ook aanvechtbaar zijn. Daar staat tegenover dat de hier gemaakte keuzen voor ons een zekere vanzelfsprekendheid in zich bergen. Of is dat toch de blikvernaauwing die kan ontstaan bij het zich vastbijten in zelfgekozen uitgangspunten? Het is goed te bedenken dat wij beiden afkomstig zijn uit de natuurwetenschappelijke hoek en dat het best kan dat we aan onze mens- en maatschappijkant enkele blinde vlekken vertonen.

Tussen Natuur en Milieu bestaat uit drie hoofdstukken. Hoofdstuk 1 handelt over doelstellingen van Natuur- en Milieu-educatie. Op grond van de convergerende opvattingen over NME, enkele onderwijskundige beschouwingen en een uitwerking van waar het in NME inhoudelijk om gaat worden enkele keuzen gemaakt. Gekozen wordt voor ontwikkeling van het ecologisch denken als rode draad. In hoofdstuk 2 worden deze keuzen verder beargumenteerd en uitgewerkt. In hoofdstuk 3 wordt dan uitgewerkt hoe in het onderwijs met milieuproblemen kan worden omgegaan; daarbij wordt gebruik gemaakt van de in hoofdstuk 2 gegeven uitwerkingen van het ecologisch denken.

Met "*Tussen Natuur en Milieu*" is wat ons betreft zeker niet het laatste woord over uitgangspunten voor een didactiek van NME gezegd. Al was het maar omdat veel voor NME belangrijke didactische problematieken als waardenontwikkeling slechts terloops aan de orde komen. En omdat uitgegaan is van de opvatting dat vooral de inhoudelijke component van NME en de structurering daarvan de uitgangspunten opleveren voor een didactiek van NME. Dat is een opvatting en er zijn ook andere.

We hopen dat deze studie in ieder geval wel bijdraagt aan een beter gefundeerde discussie over uitgangspunten voor een didactiek van NME. We verwachten dat wellicht reeds na enkele jaren veel van wat hier te berde wordt gebracht zal moeten worden bijgesteld en aangevuld.

Kerst Th. Boersma
Jan C. Schouw

1 Doelstellingen en didactiek van natuur- en milieu-educatie

Het ligt voor de hand dat er een nauwe relatie is tussen doelstellingen en didactiek van NME. Immers, een didactiek van NME zal uitspraken moeten doen over de wijze waarop de doelstellingen waar NME zich op richt gerealiseerd kunnen worden. Voorwaarde voor een didactiek is dan ook dat er helderheid is over de doelstellingen die nagestreefd moeten worden. Aan die voorwaarde wordt nog niet voldaan. Over de gewenste inhouden van NME en de functie van NME bestaan nog onduidelijke en vaak onvoldoende uitgewerkte opvattingen. Enerzijds wordt NME door de rijksoverheid en milieuorganisaties gezien als een belangrijk instrument ten behoeve van een betere omgang met natuur en milieu. Anderzijds heeft onderwijs natuurlijk ook een eigen pedagogische verantwoordelijkheid (§ 1.1.). De verwarring wordt nog vergroot doordat er in Nederland lang gescheiden opvattingen waren over de vraag waar het nu om ging, om behoud van natuur en milieu, of om verandering van maatschappelijke structuren die er toe leiden dat milieuproblemen blijven voortbestaan (§ 1.2.).

Een belangrijke vraag is natuurlijk ook wat voor soort doelstellingen door NME in het onderwijs gerealiseerd kunnen en moeten worden. Gaat het er om alles wat wenselijk wordt geacht te realiseren? Of is het verstandig vooral te mikken op wat realiseerbaar is (§ 1.3.)?

Als het gaat om de inhoudelijke afgrenzing is de kernvraag natuurlijk hoe de relatie van de mens tot natuur en milieu is en in hoeverre opvattingen daarover kunnen worden uitgewerkt tot een rode draad (§ 1.4.).

Dit eerste hoofdstuk fungeert als een eerste standpuntbepaling. In de volgende hoofdstukken worden enkele hoofdelementen verder uitgewerkt.

1.1. Legitimering van natuur- en milieu-educatie

Anno 1988 lijkt het volstrekt overbodig om nog stil te staan bij legitimering van natuur- en milieu-educatie (NME). Dat wordt onder meer geïllustreerd doordat in dat jaar de eerste rijksnota NME verscheen, ingediend door de Ministers van Landbouw & Visserij en Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieuhygiëne en mede ondersteund door de Minister van Onderwijs en Wetenschappen. Gezien de door de Kamer aangenomen 'motie Tommel' van november 1985 waarin gesteld wordt dat instrumenten en activiteiten op het gebied van NME samenhangt en in structurele zin moeten worden uitgebouwd, zou gesteld kunnen worden dat sinds die tijd NME politiek geaccepteerd is. Uiteengezet zal echter worden dat daarmee de vraag naar legitimering van NME echter nog maar ten dele is beantwoord en dat deze politieke omhelzing aanleiding geeft tot enige voorzichtigheid.

In de motie Tommel wordt verwezen naar het Indicatief Meerjaren Programma Milieubeheer 1986-1988. Daarin worden voorlichting en educatie beschouwd als "algemeen toepasbare middelen om te bevorderen dat doelgroepen zich

meer bewust worden van de oogmerken van het milieubeleid en zich daar uiteindelijk mee gaan vereenzelvigen". (Minister van VROM, etc., 1985; p. 134). Duidelijker kan het niet: NME als instrument van de rijksoverheid gericht op de opbouw en versterking van een maatschappelijk draagvlak. In de Nota Natuur- en Milieu-Educatie (Ministerie van Landbouw en Visserij e.a., 1988) staat het iets genuanceerder: het gaat daar om een draagvlak voor natuurbehoud en milieubeheer.

Op dit punt is het goed te constateren dat het instrumentele karakter van NME niet alleen wordt voorgestaan door de rijksoverheid. Ook particuliere organisaties zien NME als instrument. De Stichting Milieu-Educatie presenteert zich anno 1988 als organisatie die is opgericht om met educatieve materialen een bijdrage te leveren aan een gezonder milieugedrag (Hoogendijk, 1988). Juist nu de belangstelling voor NME in het onderwijs toeneemt -mede onder druk van deze particuliere organisaties-, is het goed om in te gaan op de vraag of NME als instrument wel verenigbaar is met de pedagogische uitgangspunten van ons onderwijs.

Het is natuurlijk betrekkelijk gemakkelijk om te concluderen dat het voortbestaan van onze samenleving zo ernstig bedreigd wordt dat alle middelen geoorloofd zijn. Even gemakkelijk is het te concluderen dat onderwijs op pedagogische uitgangspunten gebaseerd hoort te zijn en dat het derhalve ongepast is dat de overheid onderwijs als instrument hanteert, omdat dan 'die Personwerdung auf der Schlachtbank des gemeinen Wohl geopfert wird' (Blankertz, 1966; in: Beer & de Haan, 1986). De huidige situatie vraagt om drastische maatregelen. In de World Conservation Strategy is het als volgt geformuleerd:

"Humanity's relationship with the biosphere (.....) will continue to deteriorate until a new international economic order is achieved, a new environmental ethic adopted, human populations stabilize, and sustainable modes of development become the rule rather than the exception." (IUCN, 1980).

Voormalig Philips-topman Stikker stelt dat veel van de toekomstscenario's van de afgelopen 15 jaar leiden tot het inzicht dat in de loop van de 21ste eeuw de kwantitatieve groei zal afvlakken naar een nieuw ecologisch evenwicht. "De vraag is hoe wij tussen nu en dat moment de menselijke samenleving zodanig kunnen inrichten dat het een geslaagde landing wordt en geen total loss." (Stikker, 1988, p.122). "De kinderen die nu tussen de nul en tien jaar zijn zullen tussen 2025-2050 tussen de veertig en zestig jaar zijn en midden in de fase van de landing zitten" (op.cit., p. 123). In dit tijdsgewricht kunnen bij het in het onderwijs algemeen geaccepteerde pedagogisch uitgangspunt dat het in het onderwijs om 'zelfverantwoordelijke zelfbepaling' (Langeveld, 1972) zou moeten gaan, wel enige kanttekeningen worden geplaatst. De huidige samenleving verandert zo snel en onze toekomst is daardoor zo weinig voorspelbaar, dat pedagogische uitgangspunten niet langer gebaseerd kunnen zijn op een (veronderstelde) stabiele samenleving waarin het individu zijn eigen weg moet vinden. Integendeel, de pedagogiek zal zich met name moeten richten op een zich veranderende wereld, waarin mensen invloed hebben op de loop van de verandering, zonder hem definitief te kunnen bepalen. Meer dan voorheen zal onderwijs zich moeten richten op de wijze waarop mensen mee vorm kunnen geven aan een open toekomst. In die zin omschrijven Beer & de Haan (1986) hun Oekopädagogik als een "Reflexionskonzept das versucht mit den durch die ökologische Krise aufgeworfene neuen Problemdimensionen (....) umzugehen -und zwar nicht reaktiv und restriktiv, sondern offensiv und gestaltend." (p. 42).

Duidelijk zal zijn dat een dergelijk pedagogisch standpunt lang niet op alle punten zal leiden tot ondersteuning van het huidige overheidsbeleid. Het huidige overheidsbeleid richt zich veelal op de komende paar jaar. In veel gevallen wordt beleid met de rug naar de toekomst toe ontwikkeld, terwijl de hierboven aangeduide pedagogische stellingname juist op een verder gelegen toekomst is gericht.

Uiteraard kan de overheid niet voorbijgaan aan actuele economische en maatschappelijke problemen, omdat die vaak juist het sterkst gevoeld worden en als eerste om oplossingen vragen. Zolang door de overheid gevoerd beleid echter niet getoetst wordt aan voorwaarden voor 'sustainable development' kunnen opvattingen die binnen NME worden uitgewerkt strijdig zijn met een overheidsbeleid waarin nog steeds economische en niet ecologische factoren prevaleren.

De overheid hanteert NME als instrument ter bevordering van het draagvlak voor het milieubeleid. De vraag is echter of dit draagvlakmodel gericht is op vergroting van het beleid zoals dat tot op heden is gevoerd of dat het gericht is op beleid zoals het feitelijk gevoerd zou moeten worden. De overheid kan het laatste niet propageren omdat dan openlijk getaleerd wordt dat het dominante overheidsbeleid kan leiden tot nog ernstiger situaties dan waar nu al sprake van is.

Als de overheid NME echter expliciet hanteert als instrument voor het reeds gevoerde beleid, wordt beleid versterkt waarvan ook de overheid zelf inziet dat het niet adequaat is.

Om uit dit dilemma te komen heeft de overheid haar eigen oppositie georganiseerd. De door de overheid gesubsidieerde particuliere organisaties en haar eigen adviescommissies als de Natuurbeschermingsraad en de Centrale Raad voor de Milieuhygiëne nemen standpunten in waarmee zij diezelfde overheid direct of indirect onder druk zetten, om het gevoerde milieubeleid drastisch bij te stellen. Ook NME kan in die strategie een rol vervullen. Particuliere organisaties vervullen met gretigheid de rol die de overheid hen toebedeeld. Ook zij zien NME als instrument waarmee druk kan worden uitgeoefend op het huidige overheidsbeleid.

Het is derhalve onjuist om de financiële steun voor NME te kwalificeren als troostprijs, vanuit de gedachte dat financiële steun voor NME nu eenmaal veel goedkoper is en minder gevoelig ligt dan effectief milieubeleid (Potma, 1987). NME kan voor de overheid een effectief instrument zijn ter vergroting van het draagvlak voor toekomstig beleid -dat wil zeggen voor beleid dat nu maatschappelijk en politiek nog niet haalbaar is- als aan enkele voorwaarden wordt voldaan. In de eerste plaats moet vermeden worden dat NME te nadrukkelijk wordt gezien als instrument ter vergroting van het draagvlak voor het huidige milieubeleid. En in de tweede plaats moet de overheid zich onthouden van het uitdragen van een eigen inhoudelijke visie op NME. NME is voor de overheid dus het meest effectief als zij zelf niet al te nauwkeurige uitspraken over doelstellingen en motieven doet. Het gaat dus om een voorwaardescheppend beleid.

Een dergelijk beleid wordt ook voorgestaan in de Rijksnota NME. Daar wordt als hoofddoelstelling van het Rijksbeleid genoemd 'het versterken van de zorg voor natuur en milieu in de samenleving en zodoende het behoud en het verbeteren van de kwaliteit van natuur en milieu door het bevorderen van bewustwording, waardering, kennis, inzichten en vaardigheden op het terrein van natuur en milieu' (p. 9). In deze formulering komt enerzijds de door de overheid gepropageerde opvatting van NME als beleidsinstrument naar voren, maar anderzijds laat deze formulering volop ruimte voor verschillende uitwerkingen. Er wordt bovendien mee voorkomen dat strijdigheid in beleid zichtbaar wordt.

Voor ontwikkeling van de eigen identiteit van kinderen is het van groot belang dat aandacht besteed wordt aan de relatie met plant, dier en omgeving (zie met name Margandant-van Arcken, 1988). Eerder is reeds betoogd (Boersma, 1986) dat het zien welke invloed je hebt op je omgeving er toe kan leiden dat je je invloed meer conform je bedoeling aanwendt (vgl. Watzlawick e.a., 1970). Evengoed is het van belang dat kinderen leren zien dat zij niet alleen invloed op hun omgeving hebben, maar dat zij op hun beurt evengoed door hun omgeving worden beïnvloed. Zodra lerenden kunnen zien dat zij samen met de elementen uit hun omgeving deel uitmaken van één systeem, kunnen zij ook hun afhankelijkheid van hun omgeving ervaren. Het voortbestaan van de systemen waar zij deel van uitmaken is afhankelijk van de wijze waarop de beïnvloeding tussen hen en de andere elementen verloopt.

Deze pedagogische legitimering van NME is in feite gericht op verdere ontwikkeling van het identiteitsbesef en op een bepaalde wijze van reflecteren op de interrelatie met de eigen omgeving. Deze pedagogische stellingname sluit aan op wat hierboven als Oekopädagogik is aangeduid.

Nu is uiteengezet dat NME als draagvlak voor het versterken van de zorg voor natuur en milieu en NME als bron voor verdere identiteitsontwikkeling elkaar niet behoeven uit te sluiten is het wenselijk om ook stil te staan bij het realiteitsgehalte van de claims die op NME worden gelegd. Immers, het onderwijs is niet gediend met claims die door de overheid en anderen op NME worden gelegd als die claims meer op wens dan op werkelijkheid zijn gebaseerd. Alleen realistische claims kunnen ook leiden tot realistische onderwijsdoelstellingen.

1.2. Opvattingen en doelstellingen

In het voorafgaande is een afweging gemaakt tussen het instrumentele karakter van NME en de pedagogische verantwoordelijkheid die scholen en leerkrachten hebben. Natuurlijk hebben velen voordat de rijksoverheid NME in haar beleid opnam (en voordat dit boek geschreven werd) zich de vraag gesteld op welke doelen NME zich zou moeten richten. Daarop zal slechts summier worden ingegaan; volstaan zal worden met een ruwe schets van verschillende opvattingen.

In Nederland bestonden -en bestaan- twee over het algemeen redelijk goed onderscheidbare opvattingen over doelstellingen van NME: de 'grijze' en de 'groene' stroming, respectievelijk met 'grijze' en 'groene' opvattingen. De 'grijze' stroming is in feite voortgekomen uit de milieu-activisten en is sterk maatschappelijk en politiek van karakter. Met name werd sterk geageerd tegen allerlei milieuproblemen: allerlei ongewenste veranderingen werden geafficheerd als milieuprobleem omdat ze de gezondheid of zelfs het voortbestaan van de mens zouden bedreigen. Met name de maatschappelijke oorzaken werden aan de kaak gesteld.

De 'groene' stroming richtte zich op natuurbehoud en natuurbeheer. Aan de natuur werd een intrinsieke waarde toegeschreven op grond waarvan uitspraken gedaan werden over de noodzaak om planten, dieren en biotopen die in hun voortbestaan werden bedreigd te beschermen. De groene stroming is altijd primair a-politiek geweest en heeft geen sterk maatschappelijk-politieke stellingnamen ingenomen.

De grijze stroming heeft gezien haar kritische stellingname aanvankelijk niet op veel sympathie van de overheid mogen rekenen, dat in tegenstelling tot de groene stroming. De groene stroming werd gemakkelijker erkend en geraakte verankerd in beleid van de rijksoverheid. De grijze stroming echter had en heeft voor overheid en politiek een soort 'horzel'-functie.

Door toename van het inzicht in de ernst van de situatie, mede veroorzaakt door rapporten van de Club van Rome en de World Conservation Strategy, is zorg voor het milieu inmiddels een politiek geaccepteerd item geworden en kunnen ook liberale politici zonder al te veel gewetensnood de functie van minister van VROM bekleden.

Zowel de grijze als de groene stroming werden met name gevoed door particuliere organisaties, respectievelijk door organisaties als 'Strohalm' en 'Natuurmonumenten'. Ook toen er allerlei milieu-organisaties ontstonden die zich met name op educatie of zelfs het reguliere onderwijs richtten kon er een onderscheid tussen groene en grijze organisaties worden gemaakt. Zo was de Stichting Milieu Educatie 'grijs' en het Instituut voor Natuurbeschermingseducatie 'groen'.

Dat betekende ook dat er milieu-educatie ontstond waarin milieuproblemen en hun maatschappelijk-politieke oorzaken centraal werden gesteld. Mensen moesten allemaal hun steentje bijdragen aan het voorkomen en verhelpen van milieuproblemen en hun oorzaken. Leerlingen moesten vooral op rationele wijze de geïdentificeerde problemen leren oplossen. Het engagement diende primair op de maatschappelijk-politieke kant gericht te worden en niet op de relatie mens-natuur.

In natuureducatie ging het er vooral om dat mensen de natuur leerden waarderen. Leerlingen moesten natuurlijk wel over kennis van de natuur beschikken, maar primair ging het om ontwikkeling van attituden en beleving. De relatie mens-natuur was vooral van belang voor zover de mens buitenstaander kon blijven, een rentmeester van de restanten van een onbedorven natuur.

Continuïteit en verandering werden binnen milieu-educatie en natuureducatie verschillend gewaardeerd. Milieu-educatie was alleen tegen verandering van het milieu voor zover het welzijn en voortbestaan van de mens daardoor werd bedreigd. Milieu-educatie was voor maatschappelijke verandering en tégen het in stand houden van de bestaande maatschappelijk-politieke structuren. Natuureducatie was in essentie tegen onnatuurlijke veranderingen van de natuur: het natuurlijk evenwicht diende behouden te blijven.

Hierboven is op een enigszins stereotype wijze het onderscheid tussen een 'grijze' en een 'groene' stroom en een onderscheid tussen milieu- en natuureducatie geschetst. De laatste jaren is de scherpte er voor een belangrijk deel af, met name doordat ook de 'groene' stroom nu niet meer om de ernst van de situatie heen kan en de 'grijze' stroom inziet dat kennis van de natuur en de relatie mens-natuur noodzakelijk is om ook in wetenschappelijke zin gefundeerde uitspraken te doen. Sinds enige jaren is dan ook sprake van natuur- en milieueducatie, een synthese van natuur- en milieueducatie.

Herhaaldelijk kan echter geconstateerd worden dat ondanks dat gesproken wordt over natuur- en milieu-educatie de oude tegenstellingen vaak zijn blijven bestaan. Een belangrijke reden daarvoor is niet alleen -of zelfs primair- dat instellingen hun eigen identiteit wensen te behouden. Nee, de belangrijkste reden daarvoor is dat het object van NME onvoldoende is gedefinieerd en dat onvoldoende is uitgewerkt wat dat dan voor de inrichting of organisatie van het onderwijs of de educatie dient te betekenen. Gesteld wordt hier dat 'grijs' of 'groen' niet alleen geen noodzakelijke tegenstelling zijn, maar dat zij in feite een 'illusie van alternatieven' (Watzlawick, 1978) vormen. Met andere woorden, wat hierboven omschreven is als 'grijs' en 'groen' is een schijn-tegenstelling, de echte tegenstelling is er een van 'hoger orde'. Het gaat om de vraag of de mens als

toeschouwer/beheerder of als participant wordt gezien, als buitenstaander van of als deelnemer aan ecosystemen. In § 1.3. zal het object van NME nader worden uitgewerkt. Deze synthese van een 'hogere orde' komt ook tot uitdrukking in doelstellingen die recentelijk voor natuur- en milieueducatie (NME) zijn geformuleerd. De Commissie Natuurbeschermingseducatie formuleert in haar basisvisie (CNBE, 1985) de volgende doelstelling voor natuur- en milieueducatie:

"Mensen in staat stellen kennis te verwerven over en inzicht te verwerven in:

- de natuur, als oorsprong van en voorwaarde voor het leven,*
- de wijze waarop, omgekeerd, menselijk handelen de kwaliteit van de natuur en het landschap beïnvloedt, waardoor zij, met verantwoordelijkheidsgevoel, weloverwogen persoonlijke en maatschappelijke keuzen kunnen maken die aan die wederzijdse samenhang recht doen; en hen in staat stellen de houdingen en vaardigheden te ontwikkelen die hen kunnen helpen die keuzen bij de vormgeving van de samenleving zo goed mogelijk te realiseren."*

In deze doelstelling zijn niet alleen zowel 'groene' als 'grijze' sporen zichtbaar maar wordt ook een inclusief standpunt ingenomen, dit wil zeggen een standpunt waarbij de mens deelnemer is aan ecosystemen. Dat komt eveneens tot uitdrukking in de door Boersma, Van den Bosch, Pieters en Taverne (1987) geformuleerde doelstellingen (zie tabel 1).

RELATIE MENS-MILIEU

1. Milieu → mens

- a. Kennis en inzicht verwerven over de materiële en immateriële betekenis van het fysieke milieu voor de mens op individueel en op maatschappelijk niveau.
- b. Inzicht verwerven in de betekenis die het fysieke milieu voor hen zelf heeft.

2. Mens → milieu

- a. Kennis en inzicht verwerven over de aard van de invloed die de mens heeft op zijn fysieke milieu.
- b. Inzicht verwerven in hun eigen invloed op het fysieke milieu.

3. Mens ↔ milieu

- a. Kennis en inzicht verwerven in de voortdurende wederzijdse beïnvloeding van de mens en zijn fysieke milieu, over kringlopen en ecosystemen van verschillende schaal, en de veranderingen die daar in de loop van de geschiedenis in zijn ontstaan.
- b. Inzicht verwerven over hun eigen plaats en functioneren in kringlopen.

MILIEUPROBLEMEN EN HUN OORZAKEN

4. Structuur van problemen

- a. Inzicht verwerven in de samenhang en de spanningen tussen belangen (te specificeren naar tijd, plaats en functie); de waarde die aan het fysieke milieu wordt toegekend; en de wijze waarop met het fysieke milieu wordt omgegaan.
- b. Inzicht verwerven in de samenhang tussen hun eigen belang, de waarde die zij aan het fysieke milieu toekennen, en de wijze waarop zij er mee omgaan.

5. Voorbeelden

Kennis en inzicht verwerven over enkele belangrijke milieuproblemen (en de samenhang ertussen) op lokaal, nationaal en mondiaal niveau, en de wijze waarop deze problemen door economische, politieke, sociale en culturele factoren ontstaan en in stand gehouden worden.

VOORKOMEN EN OPLOSSEN VAN MILIEUPROBLEMEN

6. Voorwaarden

- a. Kennis verwerven van de voorwaarden waaraan op lokale, nationale en mondiale schaal voldaan moet worden om een duurzaam gezonde mens-milieu-relatie te realiseren, en wat voor materiële en immateriële eisen dat zou kunnen of moeten inhouden voor:
 - het gedrag van consumenten;
 - productieprocessen en technologische ontwikkelingen;
 - het verbruik van grondstoffen en energievoorraden;
 - de wijze waarop de kwaliteit van de mens-milieu-relatie wordt meegewogen in besluitvorming.

7. Invloed

- a. Inzicht krijgen in de instrumenten die bij het bereiken van oplossingen van belang kunnen zijn (actie, beleid, onderzoek) en in de noodzaak dat effecten van oplossingen opnieuw aan de genoemde voorwaarden worden getoetst.
- b. Inzicht krijgen in de mogelijkheden die zij zelf in hun huidige en toekomstige posities hebben om aan oplossingen bij te dragen en in de noodzaak dat zij die oplossingen toetsen aan de genoemde voorwaarden.

Tabel 1. Doelstellingen van NME (uit: Boersma, Van den Bosch, Pieters & Taverne, 1987).

De doelstellingen 1 tot en met 3 zijn 'groen' en de doelstellingen 4 tot en met 7 zijn 'grijs'. De doelstellingen 1 tot en met 3 zijn gericht op 'ecologische basisvorming', de doelstellingen 4 tot en met 7 op milieuproblemen. Met name doelstelling '3 mens + milieu' maakt duidelijk dat het om de wederzijdse beïnvloeding tussen mens en milieu gaat, dat beide tot hetzelfde systeem behoren.

Het opheffen van de tegenstelling tussen 'grijs' en 'groen' lukt natuurlijk niet alleen door gemeenschappelijke doelstellingen te onderschrijven. Daarvoor is het nodig dat deze doelstellingen nader worden uitgewerkt. Dat is met name het doel van dit boek.

1.3. Doelstellingen en bedoelingen

Een instrumentele benadering van NME draagt -in aansluiting op wat al in § 1.1. werd gesteld- ook het risico in zich dat juist door het ideeële karakter niet erg realistische doelstellingen worden geformuleerd. Natuurlijk wordt ieder zijn eigen goede bedoelingen gegund, maar als het gaat om programmeerbare NME dan is het van belang wat preciezer te zijn over eisen die aan doelstellingen moeten worden gesteld.

Reeds eerder werd geconstateerd (Boersma, 1986) dat doelstellingen voor NME vaak betrekking hebben op verwerving van kennis, inzicht, bewustwording, vaardigheden, houdingen en normen. Regelmatig wordt ook bepleit (bijvoorbeeld Schermer, 1987) dat NME zich op gedragsverandering moet richten. Juist vanwege de pedagogische betekenis van NME (§ 1.1.) moet opnieuw de vraag gesteld worden of met deze baaiert van typen doelstellingen niet opnieuw de grens van wat de taak van onderwijs is wordt overschreden. Mag onderwijs zich richten op gedragsverandering? Bijvoorbeeld, mogen leerlingen geïnstrueerd worden batterijen te verzamelen? Of algemener geformuleerd, welke van de bovengenoemde typen doelstellingen mogen in het onderwijs worden nagestreefd? De problemen reiken echter verder. De vraag is ook welke typen doelstellingen zijn hanteerbaar; dat wil zeggen kunnen met de verschillende typen die doelstellingen worden aangeduid die werkelijk relevant zijn? En tot slot is uiteraard ook de vraag welke doelstellingen door onderwijs kunnen worden gerealiseerd.

In deze kwesties worden hier standpunten ingenomen die met name ontleend zijn aan opvattingen over doelstellingendenken van De Groot (1978; 1980) en De Block (1975; zie ook Lahuis, 1986).

De Groot (1978) definieert een onderwijsdoelstelling als 'een wenselijk geacht leereffect dat het karakter heeft van een door de leerling bewust te verwerven mentaal programma, dat moet worden toegevoegd aan en/of ingevoegd in het totale repertoire waarover hij reeds beschikt'. (p. A 16/17). 'De leerling moet bewust kunnen kiezen voor gedrag en onderwijs mag niet zijn blinde dressuur en niet tersluiks bewerkte mentaliteits- en gedragsbeïnvloeding.' (p. A16). Wat leerlingen van onderwijs meenemen is een gedragsrepertoire, een reeks disposities tot gedrag waaruit gekozen kan worden. Consequentie van deze stellingname is dat alleen die doelstellingen geformuleerd mogen worden die dispositie tot gedrag kunnen bewerkstelligen. Een zogenaamde attitudedoelstelling als 'leerlingen zijn zich bewust van het belang van behoud van natuurlijke ecosystemen' voldoet dus niet aan de eisen. Wat wel voldoet is als deze doelstelling geformuleerd zou worden als 'leerlingen kunnen het belang van behoud van natuurlijke ecosystemen uiteenzetten'. Het 'alternatief' laat echter zien dat we weinig hoeven te verliezen als de doelstelling als dispositie tot

gedrag wordt geformuleerd.

Indeling van doelstellingen in termen van kennis, vaardigheden en attitudes (de drie domeinen van Bloom c.s.) is gebaseerd op de functionele. Deze indeling is echter geen zins onomstreden, gezien ondermeer het feit dat door velen ook waardeontwikkeling of -verheldering wordt bepleit. Sommigen lossen dat probleem op door het affectieve domein zodanig breed te omschrijven dat het attitudes, waarden, normen, gevoelens, enz. omvat. Voorlopig is de conclusie dat de definiëring van deze categorieën zo onduidelijk en omstreden is (zie ook Schermer, 1987) dat het de vraag is hoe verstandig het is deze categorieën als doelstellingentypen te hanteren. Zowel De Groot als De Block laten bovendien zien dat doelstellingen als 'probleemoplossen' zowel cognitieve als psychomotorische als affectieve aspecten omvatten. Anderzijds omvatten ook veel zogenaamde attitudes ook cognitieve en soms ook psycho-motorische aspecten. Zij trekken dan ook de conclusie dat het onderscheiden van verschillende domeinen weinig zinvol is. 'Indelingen naar functie zijn geschikt voor het laboratorium, maar daarmee nog niet voor de analyse van prestaties of van (mede) door onderwijs verworven gedragsrepertoires.' (De Groot, op.cit., p. A13). Door onderwijsdoelstellingen te definiëren zoals De Groot doet wordt ook duidelijk dat het weinig zinvol is een onderscheid te maken tussen kennis en vaardigheden. Immers, volgens die definiëring gaat het nooit alleen om kennis maar om de vaardigheid om deze kennis te gebruiken.

De Block werkt ondermeer op grond van soortgelijke redeneringen een doelstellingentaxonomie uit waarin slechts psychische functies worden onderscheiden. In doelstellingen op het niveau van het leerplan behoort niet naar psychische functies te worden verwezen; in lesdoelstellingen kan dat wel. Hier zal niet uitgebreid op de taxonomie van De Block worden ingegaan (zie daarvoor De Block, 1975; Lahuis, 1986). Van belang is hier vooral dat De Block het net als De Groot heeft over disposities. Hij verklaart deze disposities echter niet allemaal tot (kennis-)vaardigheden, maar hij onderscheidt daar vier niveau's in: weten, inzien, kunnen toepassen en integreren. In ieder van deze niveau's maakt hij een onderscheid naar vier functionele niveau's: een cognitief aspect, een motorisch aspect, een affectief aspect en een volutioneel (of wils-)aspect. Afgezien van de vraag in hoeverre deze niveau's aansluiten bij recente constructivistische opvattingen over leren (zie § 2.2.) is het van belang te benadrukken dat de woorden 'kennis', 'inzicht' en 'toepassen' -zoals De Block ze hanteert- niet alleen naar cognitieve aspecten verwijzen. Deze woorden moeten worden opgevat als disposities tot gedrag, ieder verbonden met alle psychische functies. Inzicht is dus gerelateerd aan alle psychische functies. De discussie over de vraag welke typen onderwijsdoelstellingen onderscheiden kunnen worden lijkt herleid te kunnen worden tot de vraag of doelstellingen moeten verwijzen naar psychische functies of naar disposities tot gedrag.

Naast de argumentaties die daarvoor reeds zijn aangevoerd is het van belang er op te wijzen dat alleen op grond van gedrag beoordeeld kan worden of doelstellingen gerealiseerd zijn of niet. Doelstellingen geformuleerd als disposities tot gedrag kunnen dus worden geëvalueerd op grond van gedrag dat daaraan kan worden toegeschreven. In onderwijs kan leerlingen gevraagd worden hun kunstje te vertonen (en niet om het nog belangrijk te vinden ook) en op grond daarvan kunnen ze beoordeeld worden. Alleen -en dat is gezien de legitimering van NME van belang- het vertonen van dat kunstje betekent nog niet dat leerlingen in buitenschoolse situaties dit gedrag ook zullen vertonen. Feitelijk gedrag wordt maar in

beperkte mate bepaald door wat in onderwijs geleerd is. Het gedragsrepertoire -en zeker voor zover dat betekenis heeft binnen buitenschoolse situaties- wordt maar ten dele op school opgebouwd. En in de situatie zelf wordt dan 'beslist' welke modaliteit in communicatie wordt gebracht.

Veelvuldig is reedsesignaleerd dat zogenaamd milieubesef en milieugedrag verschillende dingen zijn.

Op dit punt is het goed deze nogal theoretische en algemene beschouwing te spiegelen aan empirisch onderzoek. Naast enig onderzoek dat betrekking heeft op mogelijke effecten van milieueducatie in algemene zin -bijvoorbeeld Van der Meer (1981) die concludeert dat het een fictie is te veronderstellen dat mentaliteitsverandering tot verandering van milieugedrag leidt-, zijn ook onderzoeksresultaten beschikbaar waarin de mogelijke rol van de school nader wordt geprofileerd.

In een recent onderzoek van Langeheine & Lehman (1986) is de invloed van opvoeding en ook van de school op milieubesef onderzocht. Zij maken daarbij een onderscheid tussen ecologisch inzicht, gevoelens ten aanzien van milieuproblemen en ecologisch handelen. Ten aanzien van het ecologisch handelen maken zij een onderscheid tussen verbaal-openbaar ecologisch handelen en ecologisch handelen in de eigen omgeving (huishouden), zoals het gescheiden aanbieden van huishoudelijk afval. Onder verbaal-openbaar ecologisch handelen wordt ondermeer verstaan het deelnemen aan milieuacties en het stemmen op 'groene' partijen.

Opvallend is dat tussen deze twee aspecten van ecologisch handelen weinig relatie blijkt te bestaan. Een relatie tussen opleidingsniveau en ecologisch inzicht werd wel aangetoond (zie ook Van der Meer, 1981). Verder blijkt meer opleiding geen invloed te hebben op gevoelens ten aanzien van milieuproblemen en ecologisch handelen in de eigen omgeving. Meer onderwijs over ecologische thematieken correleert zelfs licht negatief met het ecologisch handelen in de eigen omgeving. Daarentegen is er wel een positieve correlatie tussen verbaal-openbaar ecologisch handelen en scholingsniveau.

Geconcludeerd wordt ook dat de wijze waarop de lerende gedurende zijn jonge jaren de natuur beleefd heeft zowel van invloed is op zijn gevoelens, zijn handelen als zijn ecologisch inzicht. Daarbij wordt opgemerkt dat een relatief tekort aan contactmogelijkheden met natuur (zoals in een verstedelijkte omgeving) sterker werkt dan een relatieve overvloed. Media blijken overigens niet positief te correleren met de onderscheiden determinanten. Ecologisch handelen in de eigen omgeving blijkt vooral sterk beïnvloed te worden door de ouders en -in een stedelijke omgeving- vroege contacten met de natuur.

Het onderzoek laat zien dat met name de factor leertijd van invloed blijkt te zijn op ecologisch inzicht. Ook in onderzoek naar effectiviteit van natuurwetenschappelijk onderwijs wordt de factor leertijd als belangrijke factor genoemd (zie bijvoorbeeld Wahlberg, 1986).

Ondanks dat dit onderzoek bekritiseerd kan worden, bijvoorbeeld omdat niet specifieke leereffecten van NME zijn gemeten, lijkt het onderzoek voorlopig de hierboven genoemde opvattingen over wenselijke en realiseerbare opvattingen te ondersteunen. Onderwijs moet zich richten op het opbouwen van een bewust te hanteren gedragsrepertoire, dat -zolang het niet om lesdoelstellingen gaat-, uitgedrukt moet worden in termen van disposities tot gedrag. Deze conclusie stemt goed overeen met wat in § 1.1. aan de orde is geweest rond 'het draagvlakmodel' en in § 1.2. over de inhoud van de doelstellingen.

Daarnaast kan natuurlijk gesteld worden dat onderwijs zich ook expliciet op aanleren van milieugedrag zou kunnen richten. Op zich hoeft daar ook weinig bezwaar tegen te zijn: ook aangeleerd gedrag kan in het gedragsrepertoire worden opgenomen.

Een pleidooi voor het aanleren van 'milieuvriendelijk' gedrag wordt echter vaak gevoerd vanuit de aanname dat milieuproblemen worden opgelost als iedereen zich maar milieuvriendelijk gedraagt. Veel milieuproblemen laten zich echter alleen oplossen als de maatschappij in zijn totaliteit -of groepen daarbinnen- andere keuzen maken. Oplossingen voor milieuproblemen zijn vaak pas in het belang van ieder individu als iedereen individueel bereid zou zijn andere keuzen te maken (Van Asperen, 1986). Veel milieuproblemen kunnen dan ook pas worden opgelost als overheden -in onze samenleving gesteund door een meerderheid van bevolking (het draagvlakmodel)- bereid en in staat zijn maatregelen te nemen. Individueel gedrag hoeft dus helemaal niet bij te dragen aan oplossing van milieuproblemen.

Een andere rationale die wel voor het aanleren van milieuvriendelijk gedrag wordt gegeven, is dat het leidt tot een versterkt milieubesef. De redenering die dan wordt gehanteerd is ongeveer als volgt. Voordat men een keuze gemaakt heeft voor gedrag kan men nog van idee veranderen en iets anders kiezen uit het gedragsrepertoire. Zodra gedrag vertoond is, ligt het vast. Als dit gedrag in strijd is met gedrag dat in andere situatie wordt gehanteerd, kan dat er toe leiden dat dit nieuwe gedrag in het vervolg niet meer vertoond wordt. Een andere mogelijkheid is echter dat dit nieuwe gedrag zodanig positief gewaardeerd wordt, dat het oude gedrag wordt opgegeven (Festinger 1957; Veen & Wilke, 1986).

Onduidelijk is in hoeverre deze redenering ook empirisch ondersteund wordt. Het geciteerde onderzoek van Langeheine & Lehman heeft geen sterke correlatie tussen ecologisch inzicht en ecologisch handelen in de eigen omgeving aangetoond. Op zich is het natuurlijk uiterst relevant om te onderzoeken in hoeverre door de overheid mee ondersteunde batterij-inzamelacties en met name die acties die vanuit scholen worden ondernomen, daadwerkelijk leiden tot vergroting van milieubesef en tot meer milieuvriendelijk gedrag.

In dit boek wordt er vanuitgegaan dat NME in het onderwijs er verstandig aan doet zich te richten op ontwikkeling van ecologisch inzicht; ecologisch denken wordt dat in § 1.4. genoemd. Inzicht moet daarbij -in navolging van De Groot en De Block- worden opgevat als dispositie tot gedrag en impliceert het geheel aan psychische functies. Dit standpunt heeft ondermeer tot consequentie dat in het vervolg van dit boek niet meer over afzonderlijk psychische functies gesproken zal worden. Er zal gesproken worden over 'inhouden' (kennis, inzicht etc.) waarmee dan of een inhoudelijke typering van gedragsdisposities wordt bedoeld of een inhoudelijke typering van het onderwijsaanbod.

Als het om onderwijsaanbod in de vorm van lesmateriaal gaat, of om met behulp van dit lesmateriaal te programmeren onderwijsleeractiviteiten, kan natuurlijk wel degelijk een poging gedaan worden te appelleren aan verschillende psychische functies. Zolang er maar zorg voor wordt gedragen de bedoelde effecten van deze leeractiviteiten te omschrijven in termen van gedragsdisposities is daar ook geen bezwaar tegen. Bij evaluatie van dergelijke leeractiviteiten is het zeer relevant gebruik te maken van zogenaamde leereffectzinnen (De Groot, 1978; 1980): 'ik heb geleerd dat', 'ik heb geleerd hoe', 'ik heb geleerd dat ik het belangrijk vind dat'.

De Groot maakt een onderscheid tussen kennis/vaardigheden met betrekking tot de wereld en met betrekking tot het 'zelf'. Daarnaast maakt hij een onderscheid tussen kennis/vaardigheden met betrekking tot regels en tot uitzonderingen, ofwel tussen universele en existentiële kennis/vaardigheden (zie figuur 1).

	UNIVERSELE KENNIS	EXISTENTIËLE KENNIS
WERELD	REGELS van of in de wereld A	VERRASSINGEN (rijkdom) van de wereld B
ZELF	REGELS aangaande mijzelf C	VERRASSINGEN aangaande mijzelf D

Figuur 1. Categorieën van leereffecten/doelstellingen (naar De Groot, 1980)

Voor ieder van de vier cellen kunnen door leerlingen leereffectzinnen worden geformuleerd. Een paar voorbeelden:

- A. Ik heb geleerd dat een ecosysteem bestaat uit
- Ik heb ingezien dat milieuproblemen ontstaan door
- Ik heb geleerd hoe milieuproblemen kunnen worden geanalyseerd.
- B. Ik heb geleerd dat het niet waar is dat landbouw altijd zo beschreven moet worden dat
- Ik heb geleerd dat er ook milieuvriendelijke oplossingen zijn voor
- C. Ik heb geleerd dat ik altijd wat geïrriteerd raak als anderen me wijzen op mijn verantwoordelijkheid voor het milieu.
- Ik heb geleerd dat ik het belangrijk vind dat ecologische randvoorwaarden in belangrijke mate meebepalen
- Ik heb geleerd dat ik het zielig vind als zeehonden
- D. Ik heb geleerd dat het niet waar is dat ik me alleen maar zorgen maak om
- Ik heb geleerd dat het niet waar is dat ik persé een afkeer heb van milieu-activisten.

Deze leereffectzinnen maken ook duidelijk dat de toetsbaarheid van de vier cellen verschillend is.

In A gaat het om afvraagbare kennis en demonstreerbare vaardigheden; in B om rapporteerbaar inzicht in het bestaan van iets; in C en D om communiceerbaar zelfinzicht.

1.4. Afbakening van een didactiek van natuur- en milieueducatie

Gezien de ontwikkeling naar een synthese van groene en grijze opvattingen over natuur- en/of milieueducatie is het van groot belang om de kern van

natuur- en milieueducatie zichtbaar te maken. Wat is het wat de groene en grijze opvatting bindt?

Zowel in de grijze als de groene opvatting gaat het in essentie om de relatie mens-milieu. In de groene opvatting gaat het dan meer om de relatie van de mens tot de natuur. Daarmee wordt dan meestal bedoeld de relatie van de mens tot organismen en ecosystemen. In de grijze opvatting gaat het daarentegen dan meer over de problemen die ontstaan door de wijze waarop de mens met zijn milieu omgaat.

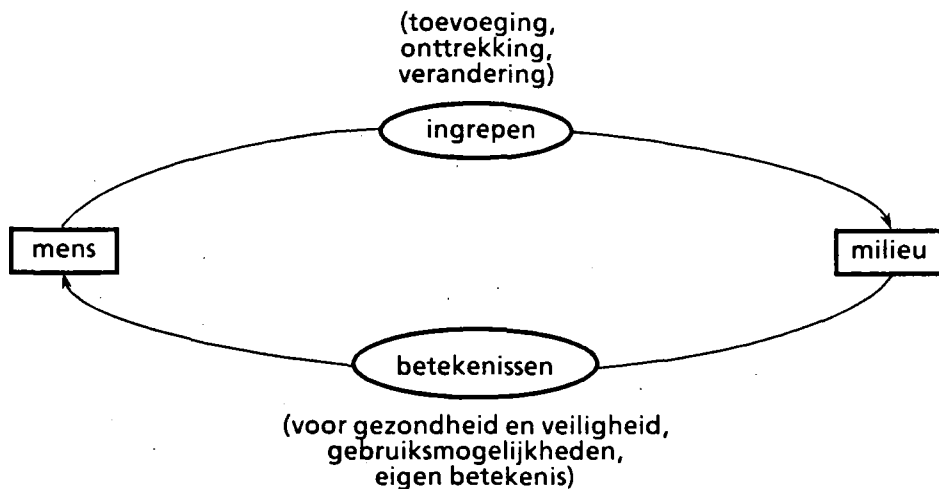
Een dergelijke omschrijving is in feite te onnauwkeurig om als uitgangspunt voor een didactiek van NME te kunnen fungeren. Enerzijds lijkt op deze wijze de discrepantie tussen 'natuur' en 'milieu' onvoldoende opgelost en anderzijds is de plaats van de mens ten opzichte van beide nog onscherp. De begrippen 'natuur' en 'milieu' behoeven een korte toelichting.

Onder 'natuur' wordt meestal verstaan dat wat buiten de mens is en waar de mens niet teveel bemoeienis mee heeft. De natuur kan dan ook 'ongerept' zijn en mensen kunnen er van genieten en er zorg voor dragen dat de natuur niet (door de mens zelf) wordt aangetast. Het begrip natuur schijnt dan ook 'natuurlijk' te impliceren. Leerlingen raken dan ook in verwarring als ze er op opmerkzaam worden gemaakt dat mensen gedeeltelijk dezelfde 'natuurlijke' eigenschappen hebben als andere organismen (Arens e.a., 1984).

Het begrip 'milieu' is in feite veel eenvoudiger. Milieu betekent letterlijk 'omgeving'. Als we het over het 'milieu' hebben bedoelen we eigenlijk dus alles wat deel uitmaakt van de omgeving van de mens: we hebben het dan dus eigenlijk over alles behalve de mens zelf. In het spraakgebruik, bijvoorbeeld als gesproken wordt over 'vervuiling van het milieu' wordt daarmee niet de gehele omgeving bedoeld, maar vooral water, bodem en lucht.

Niet alleen moet geconstateerd worden dat de begrippen waar NME naar verwijst beide erg onnauwkeurig zijn als het gaat om een duiding van het object van NME, maar ook dat beide begrippen iets gemeenschappelijks hebben. Ze impliceren namelijk dat de mens zich 'buiten' bevindt. Door velen is benadrukt dat de milieuproblemen waarin we verzeild zijn geraakt met name veroorzaakt zijn doordat we onvoldoende hebben ingezien dat we in veel opzichten -voor al onze biologische functies- sterk afhankelijk zijn van onze omgeving. Het ontkennen of negeren van deze afhankelijkheid, leidend tot een overheersing van de natuur, is daar dan het gevolg van. Maar ook zogenaamd 'rentmeesterschap' ten opzichte van de natuur benadrukt vooral de specifieke positie van de mens en resulteert gemakkelijk in de overtuiging dat de natuur in sterke mate bestuurbaar is. Nu is de invloed van de mens op zijn omgeving inderdaad zo groot dat lang niet gezien werd dat de natuur maar in beperkte mate bestuurbaar is. Ook ten aanzien van het rentmeesterschap kan dus de vraag gesteld worden of dat wel een adequate typering van onze relatie tot de natuur oplevert. Herhaaldelijk is er voor gepleit om een inclusief wereldbeeld te adopteren, waarbij de mens en zijn omgeving deel uit maken van dezelfde systemen. En om op basis daarvan een ecologische ethiek te ontwikkelen (bijvoorbeeld Achterberg, 1986). Een dergelijke benadering is wel *ecologisch denken* genoemd. Deze benaming wordt hier overgenomen. Ecologisch denken moet er dan toe leiden dat mensen bereid zijn beslissingen te nemen (of te ondersteunen, zie § 1.1.) die er toe leiden dat ook economisch handelen plaatsvindt 'binnen de vanuit de ecologie aangegeven grenzen'. En dat betekent dan het 'herstellen van het evenwicht tussen mens en milieu, zowel in ruimte als in tijd' (Stortenbeker, 1987).

De kern van natuur- en milieu-educatie is dus de ontwikkeling van het ecologisch denken. Recente rapporten als ondermeer de 'World Conservation Strategy' (IUCN, 1980) en 'Our Common Future (WCED, 1987) ondersteunen deze opvatting. In het onderwijs zou NME zich met name moeten richten op de ontwikkeling van het ecologisch denken. Wat dit betreft wordt hier dan ook een ander standpunt ingenomen dan door het project Natuur- en Milieu-Educatie in het Voortgezet Onderwijs (NME-VO, 1988). Daar wordt een algemeen model betreffende de relatie mens-milieu, ontleend aan Udo de Haes (1984), gehanteerd als uitgangspunt voor NME. Het nadeel van dit model (zie figuur 2) is dat het nadrukkelijk gaat om systemen waar de mens invloed op heeft en door wordt beïnvloed, om systemen dus waar de mens zelf géén deel van uitmaakt. Het model verzuimt als het ware aan te geven dat het in zijn totaliteit ook als systeem gezien kan (hier wordt gekozen voor 'moet') worden. Daardoor blijven algemenere systeemeigenschappen als 'ontwikkeling' en 'evenwicht' van dit gehele systeem buiten beeld.



Figuur 2. Milieukundig model van Udo de Haes (naar NME-VO, 1988).

Deze kritiek op het model van Udo de Haes impliceert uiteraard ook dat met dit model een onvoldoende theoretische fundering is gegeven. Het bezwaar richt zich niet op het feit dat een milieukundig model is gehanteerd, maar op het feit dat dit model niet expliciet verbonden is met een welomschreven algemene theorie. Impliciet berust het model van Udo de Haes natuurlijk op systeemtheorie/systeemecologie. Dat is van belang omdat het juist de daaraan ontleende begrippen zijn die deel uit maken van het theoretisch kader dat leidt tot ecologisch denken zoals dat hier is omschreven. Het is niet voor niets dat ondermeer in de World Conservation Strategy voortdurend de begrippen 'ecosysteem' en 'ecologische processen' worden gehanteerd. In hoofdstuk 2 zal nader op de ontwikkeling van het ecologisch denken worden ingegaan.

De keuze voor de ontwikkeling van het ecologisch denken als rode draad van NME (zie ook Boersma, 1987) heeft een aantal belangrijke consequenties voor NME in het onderwijs en dus ook voor een didactiek van NME. In de eerste plaats betekent dat dat die rode draad ontwikkeld moet worden vanuit die vakken die zich daarvoor lenen: het gaat dan met name om natuuronderwijs en aardrijkskunde in het basisonderwijs en om biologie en

aardrijkskunde of natuuronderwijs in het voortgezet onderwijs (zie ook Boersma, 1988). Een didactiek van NME zal zich dus met name moeten richten op het effectief ontwikkelen van ecologisch denken binnen de vakken biologie en aardrijkskunde, of natuuronderwijs. In § 2.5. wordt daar nader op ingegaan.

In de tweede plaats betekent dat dat NME in andere vakken aan de orde kan komen indien voldoende voorkennis beschikbaar is, of als het ingepast kan worden in de ontwikkeling van ecologisch denken. Zo zal NME binnen het vak economie pas werkelijk zinvol zijn zodra uitspraken gedaan kunnen worden over ecologische voorwaarden waaraan voldaan zou moeten worden. Voordien kan natuurlijk in veel algemenere zin de relatie tussen economisch handelen en natuur/milieu aan de orde komen, maar dat gaat dan voorbij aan de hier gemaakte keuzen.

Aan de andere kant is het natuurlijk ook goed denkbaar dat vanuit economie een bijdrage geleverd wordt aan de ontwikkeling van het ecologisch denken. Alleen, de rode draad daarvoor wordt niet binnen economie ontwikkeld, maar binnen aardrijkskunde/biologie/natuuronderwijs omdat binnen die schoolvakken het theoretisch kader ontwikkeld kan worden dat voor ecologisch denken van belang is.

In de derde plaats heeft de keuze voor de ontwikkeling van het ecologisch denken als rode draad voor NME betekenis voor de wijze waarop milieuproblemen aan de orde gesteld zullen worden. Immers, het gaat er niet om om een breed scala aan milieuproblemen aan de orde te stellen, maar om te laten zien aan welke ecologische voorwaarden oplossingen voor milieuproblemen zouden kunnen of moeten voldoen. Verder gaat het er met name om te laten zien dat zolang economisch handelen niet aan ecologische voorwaarden voldoet er spanningen en belangentegenstellingen rond economie en natuur & milieu zullen blijven bestaan.

Inzicht in de structuur van milieuproblemen is een voorwaarde om -op termijn- tot oplossingen te komen. Analyse van milieuproblemen en hun oplossingen zal ook in beeld brengen dat enerzijds veel gekozen oplossingen niet aan de noodzakelijke voorwaarden voldoen en dat anderzijds meer ideale oplossingen maatschappelijk en politiek voorlopig nog onhaalbaar zijn. (In dit verband kan opgemerkt worden dat de politieke discussie al geruime tijd niet meer gaat over de vraag óf er maatregelen tegen milieuproblemen moeten worden ondernomen, maar over de vraag in welke mate en hoe snel).

Milieuproblemen zijn in die zin dan ook toepassingscontexten van ecologisch denken. Een belangrijke vraag die zich daarbij voordoet is de vraag welke milieuproblemen dan aan de orde moeten worden gesteld. Elders (Boersma, 1987b) is reeds betoogd dat niet in eerste instantie milieuproblemen aan de orde moeten worden gesteld waar leerlingen zelf geen invloed op hebben. In dit verband is het dan ook verheugend dat het project NME-VO (NME-VO, 1988) voorstellen heeft uitgewerkt waarbij NME wordt uitgewerkt in contexten waarin leerlingen nu en later zelf rechtstreeks invloed hebben, waarin eigen keuzen kunnen worden gemaakt. Vanuit die veelal kleinschalige leefwereldcontexten worden verbindingen gelegd met grootschaliger en zelfs mondiale problemen. In hoofdstuk 3 zal veel uitvoeriger worden ingegaan op de wijze waarop in de klas met milieuproblemen kan worden omgegaan.

1.5. Opzet en inhoud van het boek

In dit inleidende hoofdstuk zijn eerst achtereenvolgens aan de orde gekomen de legitimering van NME en opvattingen en doelstellingen van NME. Daarna is uiteengezet wat de kern van NME is en dat die kern kan worden uitgewerkt tot een rode draad. De keuze voor de ontwikkeling van ecologisch denken als rode draad heeft rechtstreeks consequenties voor een didactiek van NME omdat daarmee uitspraken gedaan worden over vakken, inhouden en de wijze waarop milieuproblemen aan de orde kunnen komen. In de hoofdstukken 2 en 3 worden nu achtereenvolgens de ontwikkeling van het ecologisch denken en de wijze waarop milieuproblemen in de klas kunnen worden gehanteerd nader uitgewerkt.

In een didactiek van NME gaat het om richtlijnen die er toe leiden dat specifieke doelstellingen gerealiseerd kunnen worden. In die zin richt dit boek zich op naar wat naar onze mening de kern is van een didactiek van NME: de relatie tussen ecologisch denken en milieuproblemen. Op het structureren van de verbinding tussen de natuur- (de groene) en de milieu- (de grijze) opvatting. Op het uitwerken van een oplossing van hogere orde waardoor de illusie tussen de alternatieven 'natuur' en 'milieu' ophoudt te bestaan (vgl. Watzlawick, 1978).

Dit boek werkt deze kern van een didactiek van NME uit; met name naar wat dat betekent voor structureren van NME. Veel komt daardoor ook niet aan de orde, met name wat dat zou kunnen betekenen voor de precieze inrichting van onderwijsleersituaties. Veel van deze concretisering zullen nadien moeten worden uitgewerkt. Naar onze stellige overtuiging zijn op dit moment echter nog maar voor een deel van de didactische problematieken die zichtbaar worden bij verdere uitwerking adequate oplossingen voor handen.

In § 1.4. is uiteengezet dat NME zich met name zou moeten richten op de ontwikkeling van het ecologisch denken en dat vanuit het ecologisch denken naar milieuproblemen moet worden gekeken.

Uiteraard behoeft het begrip 'ecologisch denken' een nadere uitwerking, naast wat reeds in § 1.4. is gesteld ten aanzien van de relatie mens - natuur/omgeving. De nieuwe evolutionaire systeemtheorieën bieden een adequate theoretische fundering voor 'ecologisch denken'. De begrippen kringloop, ecosysteem en evenwicht spelen een belangrijke rol bij een nadere conceptualisering van 'ecologisch denken' (§ 2.1.).

Kringloop, evenwicht en ecosysteem zijn abstracte begrippen, gezien de wijze waarop zij binnen de evolutionaire systeemtheorieën worden gehanteerd. De vraag rijst dan ook hoe deze abstracte begrippen kunnen worden aangeleerd. Op dit punt is het van belang om rekening te houden met recente opvattingen over leren. Twee punten springen daarbij vooral in het oog. In de eerste plaats hebben leerlingen vaak al allerlei 'intuïtieve' ideeën over zaken voordat die in het onderwijs worden aangeboden. En in de tweede plaats is het, om niet in een spraakverwarring terecht te komen, goed een onderscheid te maken tussen het leerproces en het leeraanbod. Beide vragen hun eigen structurering (§ 2.2.).

Wat betreft het leeraanbod wordt dan een conceptuele structuur uitgewerkt die leidt tot de ontwikkeling van de begrippen kringloop, ecosysteem en evenwicht. Daartoe worden ordeningscriteria geëxpliciteerd (§ 2.3.). Voordat een conceptuele structuur kan worden uitgewerkt is het echter noodzakelijk om eerst dieper op de begrippen kringloop, ecosysteem en evenwicht in te gaan. Dat leidt dan tot verschillende niveau's van deze begrippen (§ 2.4.). Met deze uitwerking naar niveau's is het mogelijk om dan de conceptuele structuur uit te werken (§ 2.5.).

2.1. Ecologisch denken

In de World Conservation Strategy (IUCN, 1980) en elders is een pleidooi gehouden voor een nieuwe internationale economische orde, gebaseerd op wat 'sustainable development' wordt genoemd. In essentie gaat het daarbij om de ontwikkeling van een samenleving die niet gebaseerd is op potverteren, maar op de ontwikkeling van een samenleving waarin maximaal welzijn en economische ontwikkeling afgestemd zijn op ecologische processen. Het is "... a pattern of social and structural economic transformations (i.e. "development") which optimized the economic and other social benefits available in the present without jeopardizing the likely potential for similar benefits in the future." (Barbier, 1987; p. 105). Ook in het in 1987 verschenen Brundtland rapport wordt een dergelijke ontwikkeling voorgestaan (WCED, 1987).

Uitgangspunt voor sustainable development is dat natuurlijke hulpbronnen niet onnodig worden aangetast en dat ingrijpen van de mens niet kan leiden tot definitieve verstoring van ecologische processen. Het gaat om 'een manier van denken waarin natuur en milieu (...) beschouwd worden als noodzakelijke levensvoorwaarde en waarin de mens zichzelf (...) ziet als deel van een systeem dat zich uitstrekt in verleden en toekomst en naar plaatsen van buiten onze eigen grenzen' (Reinders, 1987).

Een dergelijke beschouwingwijze wordt *ecologisch* genoemd. Gesproken wordt dan over een ecologische visie (bijvoorbeeld Achterberg, 1986), inclusief denken (Schaefer, 1978), een humaan ecologische benadering (bijvoorbeeld Bybee, 1984; 1987) of ecologisch denken (Reinders, 1987).

Herhaaldelijk is er -onder meer door de laatste drie auteurs- voor gepleit om deze ecologische visie met name ten grondslag te leggen aan het biologieonderwijs. Het gaat er dan om dat mensen een ecologische benaderingswijze leren toepassen. De voorkeur wordt derhalve gegeven aan het begrip ecologisch denken.

Een bruikbare omschrijving daarvan wordt gegeven door Achterberg (1986).

Hij stelt:

"Als we mens en natuur in een ecologisch licht beschouwen betekent dat niet dat we ons licht uitsluitend bij de ecologie als wetenschap hebben opgestoken. Het betekent alleen dat het conceptuele kader in termen waarvan de plaats van de mens in de natuur wordt begrepen op belangrijke punten verwant is met het soort perspectief op de natuur dat in de ecologie op empirisch wetenschappelijke wijze gestalte krijgt. Aandacht en interesse worden door dit kader gericht op relaties -zowel tussen organismen onderling als tussen organisme en gemeenschap of systeem, gemeenschappelijke afkomst, interdependentie, autonomie en kwetsbaarheid." (p. 114/115).

en:

"We leven en kunnen niet anders leven dan in onderlinge afhankelijkheid en wisselwerking met andere levende wezens en met de niet levende natuur. Met andere woorden, we leven en kunnen niet anders leven dan in ecosystemen"(p. 115).

Bij ecologisch denken gaat het dus om het kunnen hanteren van een op de ecologie gebaseerd conceptueel kader, dat betrekking heeft op ecosystemen waar de mens deel van uitmaakt. Binnen dat conceptueel kader moet dan de afhankelijkheid van de mens van zijn relaties worden verduidelijkt, evenals de kwetsbaarheid van de ecosystemen waar de mens deel van uitmaakt. Het onderwijs zal zich moeten richten op de ontwikkeling van dit conceptueel kader.

'Ecologisch denken' verschilt op twee punten van de gangbare opvatting over ecologie. In de eerste plaats heeft ecologisch denken betrekking op ecosystemen waar de mens deel van uitmaakt, en dus niet op ecosystemen waarvan planten en dieren de enige biotische elementen zijn. In de tweede plaats zullen beschouwingen over de kwetsbaarheid van deze humane ecosystemen en de afhankelijkheid van overige biotische en niet-biotische elementen er toe leiden dat waarden toegekend zullen worden aan deze ecosystemen en aan deze relaties. Ecologisch denken leidt tot normatieve uitspraken omdat het mede de positie van de mens in beschouwing neemt.

Wil ecologisch denken in het onderwijs kunnen worden aangeleerd, dan is het noodzakelijk dat het wordt geoperationaliseerd en dat met name uitspraken worden gedaan over de inhoud van dit aan de ecologie ontleende conceptueel kader. Dit conceptueel kader zal aan een ecologische theorie moeten worden ontleend, wil ecologisch denken kunnen leiden tot voldoende

gefundeerde uitspraken. Het probleem daarbij is echter dat de laatste 10-12 jaar veelvuldig kritiek is geleverd op de theoretische onderbouwing van de ecologie.

Geconstateerd werd dat de gangbare systeemtheorieën als de Algemene Systeemtheorie van Von Bertalanffy en de cybernetica in onvoldoende mate uitspraken opleverden die voldoende met de empirie overeenkwamen. Zelfs het begrip ecosysteem kreeg veel kritiek te verduren. Tot voor kort lukte het niet om daar een meer adequate theorie voor in de plaats te formuleren. Lange tijd konden binnen de ecologie twee benaderingen onderscheiden worden, een 'population-community approach' en een 'proces-functional approach' (O'Neill e.a., 1986).

In de populatie-levensgemeenschapbenadering worden ecosystemen opgevat als netwerk van interagerende populaties, terwijl abiotische elementen tot achtergrond, tot milieu, worden verklaard. Begrippen die binnen deze benadering worden gehanteerd zijn: populatie, populatiegroei, competitie, predatie, natuurlijke selectie en biologisch evenwicht.

In de functionele benadering wordt gesteld dat 'the system (is) composed of physical-chemical-biological processes active within a space-time unit' (op.cit., p. 9). In deze benadering spelen biotische en abiotische elementen een gelijkwaardige rol. Begrippen die binnen deze benadering worden gehanteerd zijn: energiestroom, nutriëntencyclus, cyclus van stoffen. Deze benadering leidt er toe dat organismen niet meer als afzonderlijke entiteiten worden beschouwd: wortelstokken van planten maken bijvoorbeeld deel uit van een nutriëntencyclus.

Duidelijk zal zijn dat met beide benaderingen belangrijke ecologische verschijnselen benoemd kunnen worden. Beide benaderingen zijn in zekere zin dan ook complementair. Veel ecologen hebben veelal in navolging van Odum (zie § 2.4.2.) deze beide opvattingen met elkaar proberen te verzoenen, in die zin dat gesteld wordt dat beide aspecten belichten van het begrip ecosysteem. In § 2.4.5. zal uitgewerkt worden op welke wijze het begrip 'evenwicht' met deze beide opvattingen kan worden verbonden. Een probleempunt dat de genoemde systeemtheorieën niet oplossen was het probleem van de grenzen van ecosystemen. Voor sommige ecosystemen, met name voor ecosystemen waar scherpe geografische grenzen omheen getrokken kunnen worden, zoals een meer of een eiland, zijn de grenzen duidelijk. In de meeste gevallen zijn de systeemgrenzen echter onduidelijk en in vergaande mate arbitrair (De Zeeuw, 1977).

In onze cultuur (en niet alleen in de onze) neigen we er naar onze omgeving als constant te zien en we zoeken naar verklaringen hoe deze constantie, dit evenwicht, bewaard wordt. Het begrip 'evenwicht' -dat reeds door de Grieken werd gehanteerd- heeft eeuwenlang als een soort aanname op achtergrond gefungeerd, veelal binnen een theologische context (Egerton, 1973). Impliciet fungeerde de evenwichtsoopvatting steeds als vast referentiepunt voor waardering (Harms & Smeets, 1988). Het huidige milieubeleid is dan ook impliciet bijna steeds gebaseerd op de opvatting dat evenwicht moet worden bewaard of nagestreefd (zie § 3.1.). Het 'waarnemen' van evenwicht wordt echter voor een groot deel bepaald door de schaal waarop we onze omgeving waarnemen. In de ecologie is natuurlijk al lang bekend dat plantengemeenschappen een climaxstadium kunnen bereiken; impliciet wordt dan verondersteld dat dit climaxstadium behouden blijft. Zodra gedetailleerder naar ecosystemen gekeken wordt en vooral naar ecosystemen van een geringer omvang kan het beeld dat ecosystemen systemen zijn die zichzelf in evenwicht houden moeilijk worden gehandhaafd. De gangbare systeemtheorieën geven hierbij geen steun meer.

Verscheidende auteurs hebben aangetoond dat 'the cybernetic paradigm is appropriate in dealing with observation sets within which the ecosystem responds stably to perturbations' (O'Neill e.a., op.cit.; p. 47).

De systeemtheorieën gaven evenmin een adequate verklaring voor de begrenzing van ecosystemen in de tijd. Of met andere woorden voor het feit dat ecosystemen ook een begin en eindpunt hebben en dus principieel niet in evenwicht zijn.

Op dit punt zijn de laatste tien jaar echter belangrijke theoretische vorderingen gemaakt door ontwikkeling van theorieën over zichzelf-orderende systemen. Zichzelf-orderende (dissipatieve) systemen moeten als open systemen worden opgevat die niet in evenwicht zijn. In deze systemen kunnen zich met het bereiken van evenwichtstoestanden (voorlopig) zogenaamde autopoietische structuren ontwikkelen (bijvoorbeeld Jantsch, 1980): er ontstaat orde uit chaos (Prigogine & Stenger, 1985). In zichzelf-orderende systemen neemt de entropie af en niet toe zoals op grond van de Tweede Hoofdwet van de thermodynamica verwacht zou worden. Deze nieuwe systeemtheorieën worden evolutionaire systeemtheorieën genoemd, omdat met deze theorieën tevens een verklaring voor evolutie gegeven kan worden, een verklaring voor het ontstaan van het leven en voor het ontstaan van levensvormen en systemen met een toenemende complexiteit (dat wil zeggen organisatie). "By the evolution of man, nature has developed her own eye for self-reflection: autopoiesis has enabled nucleic acids and proteins to look at themselves (Bloch, 1984, p. 15). Deze nieuwe systeemtheorieën zijn inmiddels ook naar de ecologie uitgewerkt (Allen, 1981; Johnson, 1981; O'Neill e.a., 1986) en het ziet ernaar uit dat hiermee een adequate theoretische fundering voor ecologische verschijnselen kan worden geboden. Holling heeft zelfs een ecologie ontwikkeld van systemen die niet in evenwicht zijn. Daarin wordt onder meer gesteld dat hoe meer ecosystemen in evenwicht zijn, hoe kwetsbaarder ze zijn voor klimaatwisselingen of de introductie van een nieuw soort (Jantsch, 1980, p.66). In de grote Amerikaanse meren als Lake Erie heeft het milieumanagement tot een catastrofe geleid, juist doordat het evenwicht zo dicht werd benaderd. O'Neill e.a. (op. cit.) stellen dat de hiërarchische structuur van open systemen het gevolg is van evolutie en de hiërarchische structuren moeten worden opgevat als autopoietische structuren (op cit., p. 101-122). Volgens hen zijn hiermee de problemen rond de begrenzing van ecosystemen in ruimte en tijd opgelost.

Het is veelbetekend dat in de ecologie, en dat blijkt ook uit het citaat van Achterberg, veelal gesproken werd over een conceptuele basis en dat in toenemende mate gesproken wordt over een ecologische theorie. Kernpunt in de nieuwe ecologische theorievorming is dat ecosystemen niet primair worden gezien als stabiele systemen met stationaire toestanden, maar als zich ontwikkelend evolutionaire systemen. Vanuit de optiek van ecosystemen als evolutionaire systemen is stabiliteit het eventueel tijdelijk resultaat van de historische ontwikkeling van het systeem. In de loop van de tijd kunnen verschillende evenwichtstoestanden ontstaan, waarbij de aard van het evenwicht afhankelijk kan zijn van min of meer toevallige fluctuaties van bijvoorbeeld de populatiegrootte (Allen, 1981; Prigogine & Stenger, 1984). In § 2.4.3. wordt hierop nader ingegaan.

De verschillen tussen met name cybernetische en evolutionaire ecologie hebben gevolgen voor opvattingen over de relatie van de mens met de natuur en over de mate waarin de mens controle over de natuur kan uitoefenen (Kwa, 1984). In de cybernetische ecologie wordt er van uitgegaan dat bijvoorbeeld door vervuiling een storing in het systeem kan ontstaan die

wordt opgeheven zolang met de vervuiling tenminste geen drempelwaarde overschreden wordt. Wordt de drempelwaarde overschreden dan leidt dat tot vernietiging van het systeem. "Het gevecht om de hoogte van drempelwaarden, waarbij de milieubescherming opkomt voor een hogere veiligheidsmarge, terwijl de industrie die marge minder ruim bemeten wil zien, illustreert desondanks dat beiden dezelfde kijk op de natuur hebben." (Kwa, op.cit.; p. 27). Nogal wat ecologen (en industrieëlen en milieubeschermers) beschrijven ecosystemen dus volgens een machine metafoor. "Er staan ons in dit model maar twee mogelijkheden open: of we slagen erin de delicate controlemechanismen van de natuur intact te houden, of we falen en veroorzaken de dood van de natuur" (Kwa, op.cit.; p. 28). Daarnaast suggereert de cybernetica een instrumentarium voor de beheersing van de natuur waarmee vernietiging kan worden vermeden en tegelijkertijd een optimale exploitatie kan worden bereikt (op.cit.; p. 35).

Gesteld kan worden dat in een evolutionaire benadering, de mens van scheidsrechter over ecosystemen verandert in een medespeler, gelijkberechtigd aan de andere spelers, in een spel dat helemaal geen scheidsrechter kent, waarvan de spelregels voortdurend wisselen, en waarvan elke uitslag een voorlopige is. De enige beloning die het spel oplevert is in het spel te mogen blijven. In spel beschikken we niet over volledige controle zoals we die als ingenieur van een cybernetisch systeem hebben. We zijn immers afhankelijk van de zetten van onze medespelers. Planning van het management kan hoogstens betekenen dat we enkele zetten vooruit proberen te denken (op.cit.; p. 36). Het enkele zetten vooruit denken dwingt de mens om de instrumentele relatie tot de natuur om te zetten in een strategische relatie, gebaseerd op de vraag welke ontwikkelingen van de natuur wenselijk zijn. Ook binnen een evolutionaire benadering kan niet om milieuproblemen worden heen gegaan.

Peterman, Clark & Holling (1979) wijzen erop dat het streven naar een optimale controle van vispopulatie (bijvoorbeeld door vast te houden aan stringente vangstquota) juist kan leiden tot grote veranderingen in het ecosysteem, doordat door evolutionaire verandering ook de drempelwaarden verschuiven. Naar hun mening is het dan ook verstandiger beleidsmaatregelen te richten op een diverse exploitatie dan op een optimale exploitatie.

Dit voorbeeld laat zien dat alhoewel milieubeschermers misschien dan wel dezelfde kijk op de natuur hebben als industrieën, hun standpunt ten aanzien van drempelwaarden heel wat verstandiger is. Als in de loop van de tijd drempelwaarden kunnen verschuiven, is het verstandiger die niet te scherp te benaderen.

Duidelijk zal zijn dat theorieën waarin ecosystemen gezien worden als evoluerende systemen een adequate theoretische basis kunnen leveren voor diegenen die stellen dat de mens op een andere manier met zijn omgeving zal moeten leren omgaan en die zich daarbij tot op heden veelal baseren op ethische (bijvoorbeeld Achterberg, 1984; Sterling, 1985) en filosofische beschouwingen (bijvoorbeeld Schroevers, 1984). Het is dan ook evident dat de nieuwe theorieën de meeste gewenste fundering voor ecologisch denken leveren.

De constatering dat de evolutionaire theorieën de meest gewenste fundering voor ecologisch denken leveren betekent natuurlijk nog niet dat deze theorieën nu maar direct in het onderwijs geïntroduceerd moeten worden.

Als bezwaren daartegen kunnen worden aangevoerd dat deze theorie voor leerkrachten te nieuw en te onbekend zijn en voor leerlingen veel te moeilijk. Dat moge zo zijn, het kernidee is relatief eenvoudig en er lijkt weinig op tegen te zijn het kernidee te introduceren. Het kernidee is dan uiteraard dat ecosystemen een geschiedenis hebben, een beginpunt en een eindpunt: een ecosysteem wordt gekenmerkt door zijn ontwikkeling en niet door een stabiele toestand. Het aanleren van een dergelijk beeld is niet moeilijker dan het beeld dat ecosystemen wel een stabiele toestand bewaren. Voor leerkrachten kan het probleem herleid worden tot wat andere accenten en voorbeelden.

Problemen ontstaan echter doordat leerlingen in beleid en in berichtgeving nog steeds geconfronteerd worden met een beeld waarin evenwicht als norm wordt gehanteerd. Dat betekent dat het gewenst is het beperkt geldige cybernetische beeld uit te werken en te laten zien dat het inderdaad maar beperkt geldig is. In feite is het dus nodig om beide modellen te introduceren om vervolgens te kunnen laten zien dat alhoewel het ene model volop wordt gehanteerd, het in feite kan leiden tot onverantwoorde beleidsmaatregelen. Om dat te kunnen laten zien is het nodig dat het evenwichtsbegrip zorgvuldig wordt geïntroduceerd, het evenwichtsbegrip zoals dat aanvankelijk werd gehanteerd in de populatie-levensgemeenschap benadering en vervolgens in de cybernetische benadering. In de bovenbouw HAVO/VWO wordt bij scheikunde het begrip entropie geïntroduceerd. Daardoor bestaat de mogelijkheid om in aansluiting daarop in het biologieonderwijs evolutionaire systeemtheorieën uit te werken. In aansluiting op wat reeds werd gesteld, kan dus geconcludeerd worden dat het kernidee zonder al te veel problemen op elementair niveau kan worden geïntroduceerd en dat het in de bovenbouw in aansluiting daarop mogelijk is evolutionaire systeemtheorie te introduceren.

Met bovenstaande redenering is in feite een ontwikkeling geschetst die in grote lijnen correspondeert met de wijze waarop zich de afgelopen 200 jaar de ecologische theorie vormde. Een verschil is echter dat ook op elementair niveau een accent gelegd wordt op ontwikkeling en niet op evenwicht. Een dergelijke historische weg wordt in het scheikundeonderwijs ook gevolgd bij de ontwikkeling van het molecuulbegrip.

Een andere weg leidend tot de ontwikkeling van een adequate fundering voor het ecologisch denken zou kunnen zijn om leerlingen zo vroeg mogelijk ervaringen op te laten doen met concrete evoluerende systemen om van daaruit het theoretische kader verder uit te werken. Een aanzet voor deze tweede weg is reeds uitgewerkt door Walgenbach (Walgenbach, 1986; Walgenbach & Wolze, 1987); hij experimenteerde in school met gistdeeg als zich ontwikkelend biosysteem. Misschien moet ecologisch denken wel worden ontwikkeld vanuit het leren bouwen van systemen in het algemeen. Walgenbach stelt in ieder geval voor om in het onderwijs aan het leren bouwen van systemen een belangrijke plaats toe te kennen.

Onduidelijk is hoe deze ontwikkeling kan leiden tot ecologisch denken. Immers, daarna moeten de leerlingen alsnog de stap maken naar systemen waar zij zelf deel van uit maken. Evengoed kan echter beargumenteerd worden dat beide ontwikkelingen elkaar kunnen versterken. In dit boek wordt de ontwikkeling van het ecologisch denken uitgewerkt volgens de geschetste ecologische lijn, een feite lijn leidend tot de ontwikkeling en uitwerking van het begrip ecosysteem. Het begrip evenwicht speelt hierin een cruciale rol omdat het enerzijds nog steeds als norm voor beleid wordt gehanteerd en anderzijds maar een beperkte geldigheid heeft.

Om de relatie mens - omgeving aan te geven is het voorts zeer relevant om gebruik te maken van het begrip kringloop. Alle veranderingen op aarde kunnen weergegeven worden als kringlopen. De procesbenadering, waar het begrip kringloop deel van uit maakt, maakt het ook mogelijk de aarde (Gaia) als superecosysteem of superorganisme op te vatten. Veel recente milieuproblemen met betrekking tot de samenstelling van de dampkring (broeikaseffect, aantasting ozonlaag) worden pas duidelijk als gebruik gemaakt wordt van het begrip kringloop. Ook hier is echter voorzichtigheid geboden. Kringlopen worden meestal opgevat en afgebeeld als gesloten systemen of als open systemen waarin steeds evenwicht wordt bereikt. In zich ontwikkelende systemen zal uiteraard verandering optreden in de componenten en de relaties tussen de componenten van het ecosysteem. En ook veranderingen in de processen treden op. Kringlopen -in feite een weergave van de processen die in ecosystemen spelen- zijn dus evengoed aan ontwikkeling onderhavig als de ecosystemen waarin ze kunnen worden onderscheiden.

Resumerend wordt gesteld dat het voor een operationalisering van het ecologisch denken in het onderwijs vooral van belang is de begrippen ecosysteem, kringloop en evenwicht uit te werken, volgens de weg die hier is aangeduid. Duidelijk zal inmiddels ook zijn dat het voor een operationalisering van belang is een sequentie van het leeraanbod uit te werken.

Op het probleem van sequentiëring van ecologisch denken wordt in § 2.3. ingegaan. Omdat een sequentie van inhouden natuurlijk niet alleen gebouwd kan zijn op vakinhoudelijke overwegingen, maar ook op leerpsychologische en leertheoretische overwegingen zal daar nu eerst op worden ingegaan.

2.2. Ecologisch leren denken

In § 2.1. is uiteengezet dat het om ecologisch te denken ondermeer noodzakelijk is dat de begrippen "kringloop", "evenwicht" en "ecosysteem" kunnen worden gehanteerd. De vraag is dan ook hoe deze begrippen kunnen worden aangeleerd. Om deze vraag te kunnen beantwoorden is het nodig om in te gaan op recente opvattingen over leren.

De laatste decennia worden vooral constructivistische theorieën over leren gehanteerd. Kernpunt daarbij is dat leren wordt opgevat als een interactioneel proces. Enerzijds breiden we onze cognitieve structuur uit door interactie met onze omgeving. Anderzijds structureren we onze omgeving met behulp van onze cognitieve structuur. Piaget noemde deze processen respectievelijk accommodatie en assimilatie.

Constructivistische opvattingen gaan ervan uit dat lerenden geen holle vaten zijn, maar dat zij hun kennis (cognitieve structuur) uitbreiden met behulp van de kennis waarover zij reeds beschikken. Als lerenden in een nieuwe situatie komen zullen zij die trachten te structureren met de hen ter beschikking staande kennis.

Voor het onderwijs is het dan ook van groot belang om over kennis te beschikken van de voorkennis van de lerenden. Binnen de theorie van Ausubel (zie met name Novak, 1986) wordt de voorkennis van de lerende gezien als de factor die het meest van invloed is op het leerproces.

De laatste 10 jaar is veel onderzoek gedaan naar voorkennis van lerenden. Op dit punt werd voortgeborduurd op het oudere werk van Piaget. In diens *The Childs Conception of the World* (Piaget, 1929) wordt uitgewerkt hoe kinderen tegen allerlei verschijnselen aankijken. Het onderzoek van de laatste 10 jaar richtte zich echter veel meer op de voorstellingen

(preconcepties, alternatieve frameworks) van leerlingen ten aanzien van begrippen als 'kracht' en 'energie'. Uit dit onderzoek blijkt steeds weer dat de voorstellingen van lerenden niet in overeenstemming zijn met gangbare wetenschappelijke opvattingen. Gesproken wordt dan ook wel over misconcepties.

Een belangrijk punt is dat veel van de voorstellingen of preconcepten van lerenden wel degelijk functioneel zijn in de leefwereldcontexten waarbinnen ze zijn opgebouwd. In veel onderwijs blijven de preconcepten behouden; dat wil zeggen dat naast het domein van leefwereldkennis een daarvan gescheiden domein van schoolse (of wetenschappelijke) kennis wordt opgebouwd (Solomon, 1983; Lijnse, 1986). Kennis die binnen deze domeinen wordt opgedaan is binnen die domeinen functioneel, terwijl het in veel gevallen kennelijk niet goed lukt om de kennis die binnen de schoolse context is opgedaan in te bedden in dat deel van de cognitieve structuur dat functioneel is binnen leefwereldcontexten. Lerenden slagen er in veel gevallen niet in om wat op school wordt geleerd toe te passen in hun eigen omgeving.

Als het binnen ecologisch leren denken gaat om toepassing van de begrippen kringloop, evenwicht en ecosysteem, zal het uiteraard noodzakelijk zijn dat de kloof tussen de beide kennisdomeinen overbrugd wordt. Dat betekent dan dat het onderwijs zich met name zal moeten richten op uitbouw van die voorkennis (of preconcepten) die deze kloof kan overbruggen. In veel gevallen kunnen preconcepten echter op hinderlijke wijze interfereren, waardoor het noodzakelijk wordt om deze preconcepten om te vormen ('conceptual change'). Onderzoek heeft aangetoond dat het bewerkstelligen van 'conceptual change' niet eenvoudig is. Een probleem daarbij is dat tot op dit moment nog geen adequate theorie beschikbaar is, ondanks aanzetten daartoe van ondermeer Posner e.a. (1982) en Driver (Driver & Oldham, 1985; Driver, 1988). Voor een overzicht van de huidige stand van zaken kan worden verwezen naar Hashweh (1986), Licht (1987) en White (1987). Op grond van deze onderzoeksresultaten kunnen een aantal conclusies getrokken worden die van belang zijn voor een didactiek van natuur- en milieueducatie.

In de eerste plaats ligt het voorlopig voor de hand te trachten het onderwijsleerproces zodanig te structureren dat de cognitieve structuur van de lerenden kan worden opgebouwd op basis van beschikbare voorkennis, of indien daarover niet beschik kan worden, op basis van leerervaringen met concreet materiaal. Het is niet erg realistisch te veronderstellen dat gedurende het onderwijsleerproces de beschikbare voorkennis voortdurend opnieuw kan worden vastgesteld. Dat betekent dat in veel gevallen aangenomen zal moeten worden dat wat reeds eerder aan de orde is geweest voldoende beheerst wordt om de volgende stap ook te kunnen maken. Structurering van het onderwijsleerproces gericht op aansluiting op de cognitieve structuur van de lerenden zal dus in de praktijk in veel gevallen neer komen op structurering van het leeraanbod.

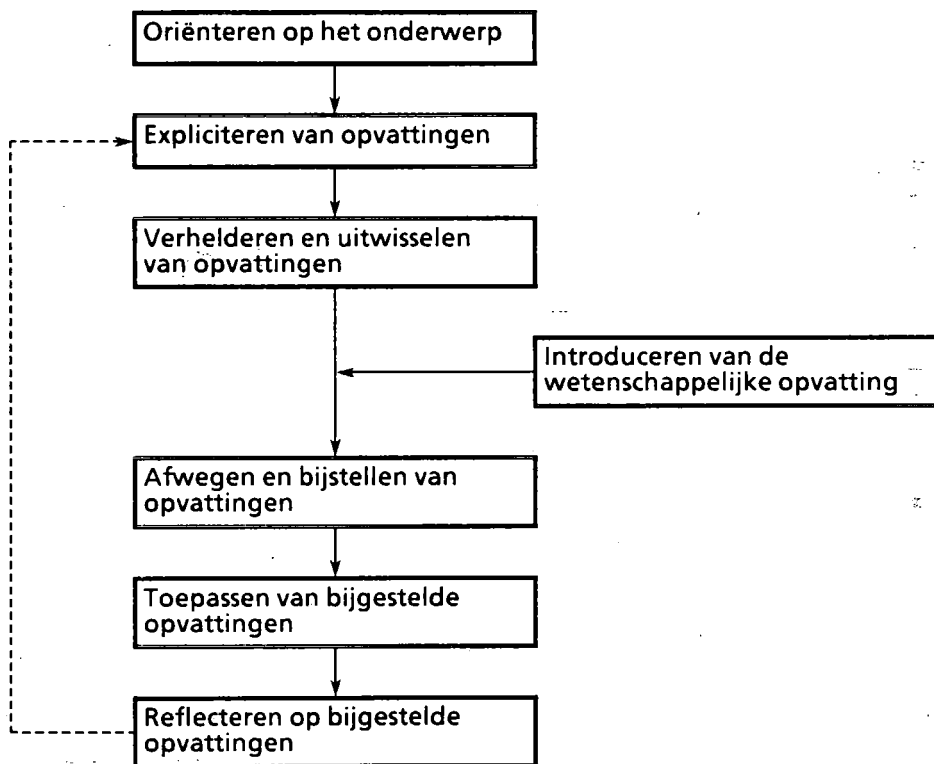
In de tweede plaats is het onmogelijk te voorkomen dat lerenden hinderlijke preconcepties ontwikkelen. Dat betekent dat het daar waar preconcepten hinderlijk interfereren met het leeraanbod, serieus getracht zal moeten worden om conceptual change te bewerkstelligen. Dat zal vooral het geval zijn als het gaat om theoretische begrippen.

En in de derde plaats zal het noodzakelijk zijn dat lerenden alle nieuwe begrippen die worden aangeleerd in leefwereldcontexten leren toepassen. Dat betekent met name dat, tegen de gangbare traditie in, onderwijstijd moet worden gereserveerd voor toepassing van het geleerde in leefwereldcontexten.

Voor ontwikkeling van het ecologisch denken is het dus van belang om het leeraanbod te structureren en wel zodanig dat de begrippen "kringloop", "evenwicht" en "ecosysteem" worden opgebouwd. In § 2.3. zal nader op de problemen met betrekking tot de sequentiëring van begrippen worden ingegaan.

Voor ontwikkeling van het ecologisch denken is tevens van belang dat het onderwijsleerproces zodanig gestructureerd wordt dat de lerenden hun (pre)concepties die van belang zijn voor ontwikkeling van begrippen die leiden tot de introductie van de begrippen "kringloop", "evenwicht" en "ecosysteem" kunnen worden ingebracht. Zolang geen strategieën beschikbaar zijn die specifiek zijn voor deze begrippen, zoals voor het begrip elektriciteit (Licht, 1988), ligt het voor de hand om gebruik te maken van de meer communicatief gerichte model zoals dat ontwikkeld is in het kader van het project Children's Learning in Science (CLIS) (zie bijvoorbeeld Driver & Oldham, 1985) (figuur 3).

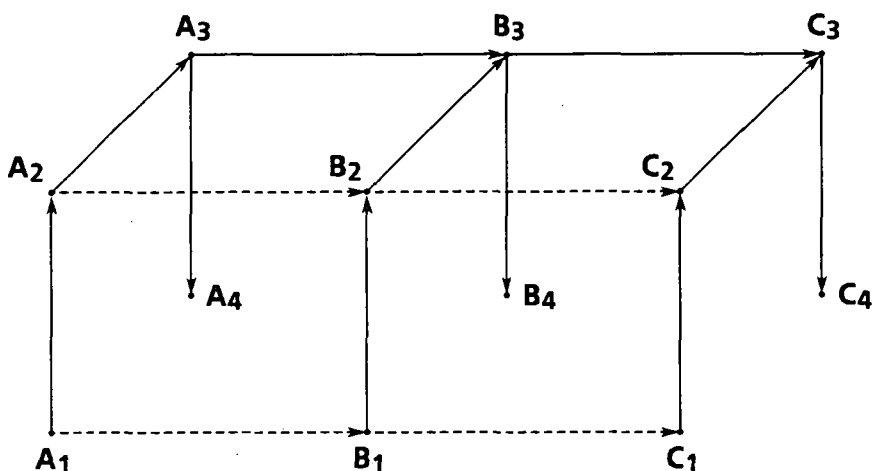
Een vrijwel identiek model is overigens gepresenteerd op grond van wetenschapstheoretische overwegingen (Hodson, 1988).



Figuur 3. Het door het project Children's Learning in Science ontwikkelde model voor 'conceptual change' (naar Driver & Oldham, 1985).

En tot slot zal het noodzakelijk zijn dat de lerenden uitgenodigd worden om alle begrippen van de sequentie leidend tot ontwikkeling van de begrippen 'kringloop', "evenwicht" en 'ecosysteem' toe te passen in leefwereldcontexten.

In figuur 4 zijn de hierboven beschreven consequenties voor structurering van het onderwijsleerproces met elkaar in verband gebracht.



Figuur 4. Een sequentie bestaand uit de begrippen A - B - C. Ten aanzien van ieder van deze begrippen zijn aangegeven:

1. Preconcepten in leefwereldcontexten;
2. Preconcepten in schoolse contexten;
3. Concept in schoolse context (het leeraanbod);
4. Toepassing van het concept in schoolse context.

Het leerproces van de lerenden zal in veel gevallen niet volgens de "ideale" weg (A₃ (→ A₄) → B₃ (→ B₄) → C₃ (C₄) kunnen verlopen, maar bijvoorbeeld volgens A₁ → A₂ → A₃ (→ A₄) → B₃. Conceptual change zal zich in dit geval eventueel afspelen tussen A₂ en A₃. Duidelijk zal zijn dat zich in iedere stap van de "ideale" weg complicaties kunnen voordoen. Dat kan er niet alleen toe leiden dat preconcepties gedurende langere tijd interfereren en dat zich eventueel gescheiden kennissystemen ontwikkelen, maar ook dat de einddoelen, de toepassing van de begrippen in leefwereldcontexten, niet gerealiseerd worden.

De hierboven aangeduide constructivistische visie op leren heeft ingrijpende consequenties voor de rol van de onderwijsgevende en de te hanteren didactiek. In de eerste plaats moet de onderwijsgevende zich realiseren dat lerenden hun eigen cognitieve structuur opbouwen en dat zij daarmee de werkelijkheid structureren. De onderwijsgevende kan aanbieden; hij kan niet afdwingen dat wat wordt aangeboden wordt geïncorporeerd in de cognitieve structuur van de lerenden. Uiteraard kan hij/zij desnoods wel afdwingen dat het aangeboden wordt gereproduceerd, maar daardoor wordt er hooguit -en wellicht zelfs dat niet- toe bijgedragen dat zich een kennissysteem ontwikkelt dat in een schoolse context van betekenis is. Van groot belang is dat onderwijsgevend in ieder geval notitie nemen van de voorkennis en preconcepten van de lerenden om te luisteren naar opvattingen van de lerenden en dat ze worden uitgenodigd om hun (pre)concepten uit te wisselen.

Uit de omschrijving van ecologisch denken in § 2.1. blijkt uiteraard dat het bij ecologisch denken niet alleen gaat om cognitieve aspecten.

Uiteindelijk gaat het om het vinden van een evenwicht tussen individuele zingeving en maatschappelijke acceptatie. Dat betekent dat waardenontwikkeling van fundamenteel belang is en dat affectieve aspecten daar een belangrijke rol bij kunnen spelen.

Vanuit een constructivistische opvatting over leren wordt het belang van ontwikkeling van waarden en affectieve aspecten zeker onderkend. In een constructivistische visie over leren wordt er van uitgegaan dat het cognitieve element (kennis, ervaring) een voorwaarde is voor de ontwikkeling van waarden. Betekenisverlening aan objecten en gebeurtenissen, en zeker aan complexe samenhangen als kringlopen en ecosystemen, is alleen mogelijk indien cognitieve aspecten voldoende zijn uitgebouwd.

Het is van belang hier te verwijzen naar het onderscheid dat gemaakt moet worden tussen lesdoelstellingen en leerplandoelstellingen (zie § 1.3.).

2.3. Criteria voor sequentiëring

In § 2.1. is uiteengezet dat het bij ontwikkeling van het ecologisch denken gaat om de wijze waarop de kern van NME, de relatie mens-milieu, kan worden uitgewerkt. Uiteengezet werd dat de begrippen kringloop, ecosysteem en evenwicht daarbij een cruciale rol spelen. De vraag is dan ook hoe het leeraanbod gestructureerd moet worden willen deze begrippen tot op het gewenste niveau gehanteerd kunnen worden. Deze vraag heeft in feite betrekking op criteria die bij een dergelijke ordening gehanteerd dienen te worden.

De te hanteren ordeningscriteria dienen op adequate wijze theoretisch gefundeerd te zijn, omdat uitgegaan wordt van de vooronderstelling dat de volgorde waarin inhouden worden aangeboden van invloed zal zijn op de wijze waarop het leerproces zal verlopen. In § 2.2. werd uitgewerkt dat -met name door de bedoelde begrippen stapsgewijs op te bouwen- getracht moet worden om interferentie met hinderlijke preconcepten te voorkomen. De ordeningscriteria zullen dan ook -bij het ontbreken van een integrale didactische theorie- vooral ontleend worden aan leerpsychologie, kennistheorie en curriculumtheorie.

Van belang is dat enkele theorieën beschikbaar zijn waarin het kernidee een belangrijke rol speelt. Het gaat dan met name om het kiembegrip in de leertheorie van Davydov (Davydov, 1983) en om het begrip epitoom in de ontwerptheorie van Reigeluth (Reigeluth & Stein, 1983). Het ligt dus voor de hand een criterium voor ordening te ontleen aan het kiem- (of epitoom) begrip.

Door kennistheoretici wordt veelal een onderscheid gemaakt in verschillende kennisniveau's of aard van de kennis. Dat is van belang omdat daarmee een onderscheid gemaakt kan worden tussen aard van begrippen of tussen niveau's waarop begrippen kunnen worden uitgewerkt en beheerst. Onder vakdidactici in Nederland neemt de belangstelling voor niveautheorieën toe (Van Hiele, 1973; Ten Voorde, 1977; Licht, 1987; Van der Valk e.a., 1988).

Tot slot ligt het voor de hand om een begrip pas te introduceren als de begrippen waardoor het wordt gekarakteriseerd of die nodig zijn om het te beschrijven aan de orde zijn geweest. Dit criterium kan 'het criterium van de noodzakelijke voorkennis' worden genoemd. Posner & Strike (1976) spreken over "logical prerequisite". Dit criterium is met name ook terug te vinden in de theorie van Gagné (1977).

Resumerend zijn dus de volgende drie ordeningscriteria gekozen:

- a. het criterium van de noodzakelijke voorkennis en toenemende complexiteit;

- b. het criterium van te onderscheiden kennisniveau's;
 - c. het criterium van uitwerking van een kiem (of epitoom).
- Deze criteria worden nu nader uitgewerkt.

a. Het criterium van de noodzakelijke voorkennis en toenemende complexiteit

Als begrip A gedefinieerd wordt door de begrippen B en C, ligt het voor de hand B en C te beschouwen als noodzakelijke voorkennis voor A. Toepassing van dit criterium leidt er toe dat in het algemeen begrip A complexer zal zijn dan de begrippen B en C.

Binnen een conceptuele structuur gericht op de ontwikkeling van het ecologisch denken gaat het er vooral om de vraag te beantwoorden welke begrippen als noodzakelijke voorkennis gezien moeten worden voor de begrippen ecosysteem, kringloop en evenwicht.

Het criterium heeft voor de ontwikkeling van het ecologisch denken ook enkele meer specifieke uitwerkingen.

Op de eerste plaats kan vanuit het organisatieniveau van het organisme (het 'object' niveau) een sequentie naar zowel hogere als lagere organisatieniveau's worden uitgewerkt (Boersma, 1986).

Het ligt dus voor de hand om eerst organismen aan de orde te laten komen voordat de ecosystemen aan de orde komen waarvan die organismen deel uitmaken. En de Aarde (Gaia) zou pas als (aangetast) zelfregulerend systeem aan de orde moeten komen nadat aandacht geschonken is aan ecosystemen en geografisch afgebakende systemen die als subsysteem van de Aarde kunnen worden opgevat.

Op de tweede plaats is het in aansluiting daarop ook mogelijk een sequentie naar toenemende complexiteit te onderscheiden in de relatie mens-milieu, zoals die omschreven is in § 2.1. (figuur 5).

b. Het criterium van te onderscheiden kennisniveau's

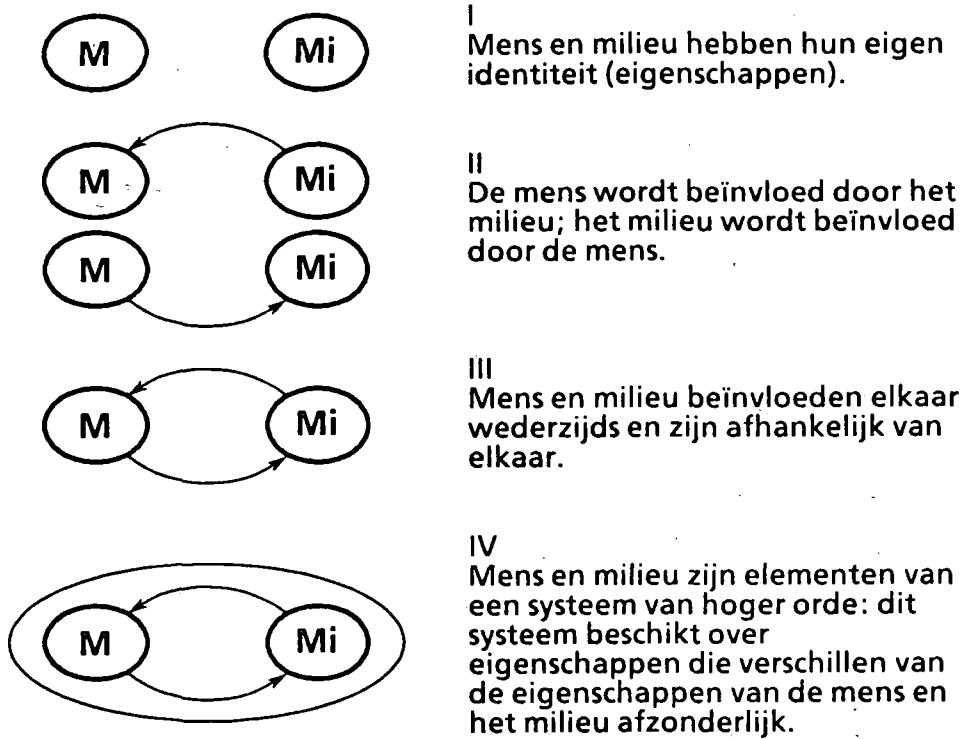
Door leerpsychologen als Davydov (1984) en kennistheoretici als Kuipers en Zandvoort (1985) wordt een onderscheid gemaakt tussen concrete kennis en theoretische kennis. Concrete (of empirische) begrippen zijn gebaseerd op waarneming of generalisatie daarvan, terwijl theoretische begrippen deel uit maken van een theorie. Theoretische begrippen doen uitspraken over concrete objecten, gebeurtenissen of generalisaties daarvan vanuit de theorie. Aan waarneming van objecten of gebeurtenissen kunnen op inductieve wijze generalisaties of wetmatigheden worden ontleend. Deze generalisaties of wetmatigheden kunnen nadien in de theorie worden ingepast, maar anderzijds laten theorieën zich niet door inductie aan wetmatigheden ontleen. Voor totstandkoming van theorieën is een idee van buitenaf noodzakelijk, een niet-logische stap. Tussen generalisaties of wetmatigheden en theorieën is dus een niveausprong.

Resumerend kunnen dus drie kennisniveau's worden onderscheiden:

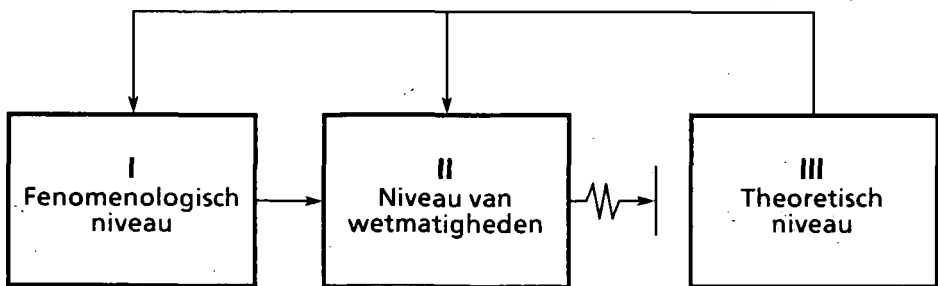
- I Fenomenologisch niveau
- II Niveau van wetmatigheden
- III Theoretisch niveau

De hierboven aangeduide relaties tussen de kennisniveau's is afgebeeld in figuur 6.

De relaties tussen de drie kennisniveau's hebben betekenis voor het sequentiëren van inhoud. Voor II is kennis van I vereist en alhoewel III niet logisch aan II kan worden ontleend zal duidelijk zijn dat het weinig zinvol is een theorie te introduceren voordat kennis is opgedaan over de objecten, verschijnselen of wetmatigheden waar de theorie uitspraken over doet.



Figuur 5. Sequentie naar toenemende complexiteit met betrekking tot de relatie mens (M)-milieu (Mi).



Figuur 6. Relaties tussen kennisniveau's.

Aan deze beschouwing over kennisniveau's en hun onderlinge relaties kan een sequentie worden ontleend volgens welke inhoudende die met deze kennisniveau's corresponderen kunnen worden aangeboden:

- I Het fenomenologisch niveau: objecten, gebeurtenissen en hun interacties;
- II Het niveau van wetmatigheden: generalisaties en wetmatigheden op basis van I;
- III Het theoretisch niveau: theorie die uitspraken doet over I en II;
- IV Toepassing van het theoretisch niveau op I en II.

De laatste stap van deze sequentie zal veelal niet leiden tot introductie van nieuwe begrippen: de begrippen van de theorie zullen worden toegepast. Daaruit mag niet geconcludeerd worden dat deze stap niet van belang is, integendeel. Juist met deze stap zal vaak de verbinding van het ecologisch denken naar milieuproblemen worden gelegd.

Het begrip ecosysteem en de begrippen evenwicht en kringloop -voor zover ze gezien worden als eigenschappen van ecosystemen- moeten worden opgevat als theoretische begrippen. Na introductie van deze begrippen is het mogelijk om deze begrippen toe te passen op milieuproblemen.

In de theorie van Ausubel wordt gesteld dat het gewenst is het meest omvattende begrip zo spoedig mogelijk te introduceren, omdat het dan kan fungeren als 'organizer' voor kennis (Novak, 1986). Het begrip ecosysteem is duidelijk het meest omvattend.

c. Het criterium van uitwerking van een kiem (of epitoom)

Dit criterium, ontleend aan de theorieën van Davydov (1983) en de elaboratietheorie van Reigeluth (bijvoorbeeld Reigeluth & Stein, 1983), impliceert dat het kernidee eerst wordt aangeboden en dat het vervolgens systematisch in een aantal stappen wordt uitgewerkt. In sommige gevallen kan deze 'kiem' ook overeenkomen met het meest omvattende begrip van Ausubel.

Hierboven -onder a- is reeds aangegeven dat in de ontwikkeling van de relatie mens - milieu, de kiem van NME, vier stappen onderscheiden kunnen worden. Gesteld zou kunnen worden dat de kiem is gelegd naar stap II; daarna zou de kiem systematisch kunnen worden uitgewerkt volgens de stappen III en IV.

Duidelijk zal zijn dat de hierboven omschreven criteria in belangrijke mate convergeren en elkaar aanvullen. Een aantal verbindingen werden reeds aangeduid.

De criteria hebben ook gemeen dat ze niet primair afhankelijk zijn van de leeftijd of ontwikkelingspsychologisch gedefinieerde fase van ontwikkeling van de leerlingen.

Indien de begrippen ecosysteem, kringloop en evenwicht voldoende specifiek zijn uitgewerkt, leiden deze criteria tot een conceptuele structuur. In § 2.4. zullen de begrippen ecosysteem, kringloop en evenwicht ieder worden uitgewerkt tot op inhoudelijke gronden te onderscheiden niveau's. Daarna zullen in § 2.5. de geformuleerde ordeningscriteria op deze niveau's worden gelegd, waardoor een conceptuele structuur kan worden geconstrueerd.

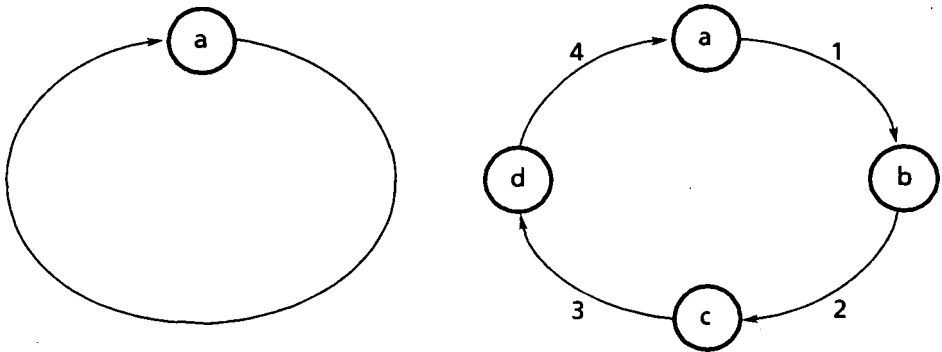
2.4. Uitwerking van sleutelbegrippen

2.4.1. Kringloop

Letterlijk betekent kringloop niets anders dan rondlopend proces: iets verandert zodanig dat het veelal via een aantal tussenstappen weer in de oorspronkelijke vorm terugkeert (figuur 7).

Het begrip 'kringloop' omvat dus drie elementen:

1. Stoffen of materialen a, b, c, d, (etc.) en weer stof/materiaal a.
2. Processen 1, 2, 3, etc.: stof/materiaal a verandert in stof/materiaal b volgens proces 1; etc.
3. De kring: stoffen/materialen veranderen zodanig dat ze weer in hun oorspronkelijke vorm terugkeren.

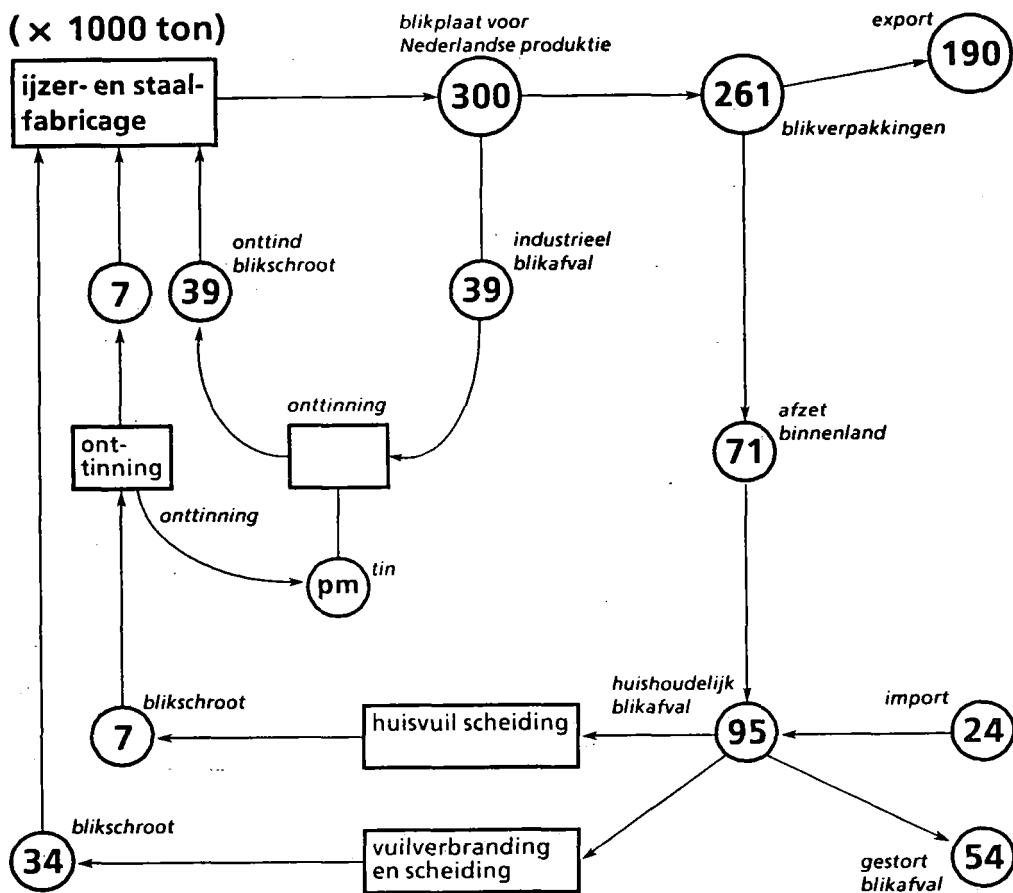


Figuur 7. Het principe van een kringloop

De complexiteit van het begrip kringloop wordt bepaald door de complexiteit van deze drie elementen. Maar in feite leiden deze drie elementen tot twee soorten inzicht: het inzicht dat kringlopen van stoffen/materialen nu eenmaal onderscheiden kunnen worden (desnoods zonder kennis van alle processen en produkten tijdens de kringloop) en inzicht in de processen en produkten waaruit een kringloop geconstrueerd kan worden. De complexiteit van het begrip 'kringloop' is derhalve vooral bepaald door de kringloop in kwestie: een waterkringloop is nu eenmaal eenvoudiger dan een stikstofkringloop, zowel wat betreft de stoffen die deel van deze kringloop uitmaken als wat betreft de processen tussen de stoffen.

Op inhoudelijke gronden kunnen twee soorten kringlopen worden onderscheiden: natuurlijke kringlopen en produktiekringlopen. In natuurlijke kringlopen als de CO₂-kringloop worden cyclische processen weergegeven waar de mens deel van uitmaakt. Deze processen lopen nu hooguit anders dan vroeger. Produktiekringlopen als de kringloop van glas, papier of blik hebben betrekking op gebruik en hergebruik (recycling) van materialen. De processen lopen uitsluitend doordat de mens -op grond van motieven als schaarste of vervuiling- de grondstoffen herwint. Een kenmerk van produktiekringlopen is dat ze open zijn: er wordt altijd minder herwonnen dan er uit grondstoffen wordt aangemaakt (zie figuur 8).

Uiteraard maken produktiekringlopen altijd deel uit van kringlopen op mondiaal niveau als de waterkringloop, stikstof- en koolstofkringloop en de kringloop van gesteenten.



recycling industrieel blikafval 100%
 recycling huishoudelijk blikafval $(34 + 7) : 95 = 43\%$

Figuur 8. Blikkringloop (naar: Informatiecentrum blikverpakking, z.j.)

Kringlopen maken duidelijk hoe processen verlopen en welke tussenproducten (compartimenten) daarbij onderscheiden kunnen worden. In kringlopen kan de mens in meer of mindere mate worden opgenomen. Natuurlijke kringlopen maken niet zonder meer duidelijk wat de invloed van de mens nu precies is, tenzij stappen in de kringloop gekwantificeerd worden, en kwantitatief kan worden aangegeven wat ingrepen van de mens voor gevolgen hebben. Kan dat niet, bijvoorbeeld omdat de kringloop voor jongere leerlingen dan te ingewikkeld wordt, dan kan de negatieve invloed van de mens met behulp van een kringloop alleen verduidelijkt worden als de invloed zo groot is dat schakels van de kringloop gaan ontbreken en de kring niet meer gesloten wordt.

Kringlopen hebben een bepaalde schaal. Kringlopen die binnen een bepaald ecosysteem kunnen worden onderscheiden maken deel uit van kringlopen van systemen van hoger orde, die uiteindelijk weer deel uitmaken van kringlopen op mondiaal niveau. Dat betekent dat als in een ecosysteem

elementen verdwijnen, bijvoorbeeld vernietiging van een bodem, dat uitsluitend in dat specifieke ecosysteem de kringloop ophoudt te bestaan. Een kringloop van hoger orde (dat wil zeggen onderscheiden binnen een systeem dat van hoger orde is dan het systeem dat werd vernietigd) blijft dan in principe bestaan.

Op grond van de hierboven omschreven complexiteit van het begrip kringloop valt direct op dat de ene kringloop complexer is dan de andere en/of dat kringlopen met een verschillende mate van complexiteit kunnen worden weergegeven. Het ligt dan ook voor de hand een onderscheid te maken tussen twee 'niveau's' van het begrip kringloop:

Kringloop (1): Kringlopen van materialen of stoffen, waarbij de materialen of stoffen niet zelf veranderen; bijvoorbeeld de waterkringloop;

Kringloop (2): Kringlopen van stoffen, waarbij de stoffen door chemische reacties veranderen in andere stoffen; bijvoorbeeld de stikstofkringloop.

In kringlopen (1) veranderen niet de materialen of stoffen, maar gaat het om de pijlen. Pijlen betekenen daar overgang naar een andere aggregatietoestand (bijvoorbeeld verdamping) of transport. Een voorbeeld daarvan is de waterkringloop (figuur 9) of de papierkringloop (figuur 10). De complexiteit van een kringloop (1) wordt volledig bepaald door de processen die door de pijlen worden weergegeven.

Uiteraard vereist iedere kringloop ook specifieke voorkennis.

Ook de voedselkringloop is een voorbeeld van kringloop (1); de kringloop van voedingsstoffen uiteraard niet, dat is een kringloop van niveau (2). Uiteraard kan de voedselkringloop in meerdere of mindere mate figuratief of abstract worden weergegeven. In figuur 11 zijn twee nogal uiteenlopende voorbeelden gegeven.

Gezien het feit dat kleine waterkringlopen, eenvoudige produktiekringlopen en de voedselkringloop specifieke voorkennis vereisen (zie § 2.5.) is hier een onderscheid gemaakt in:

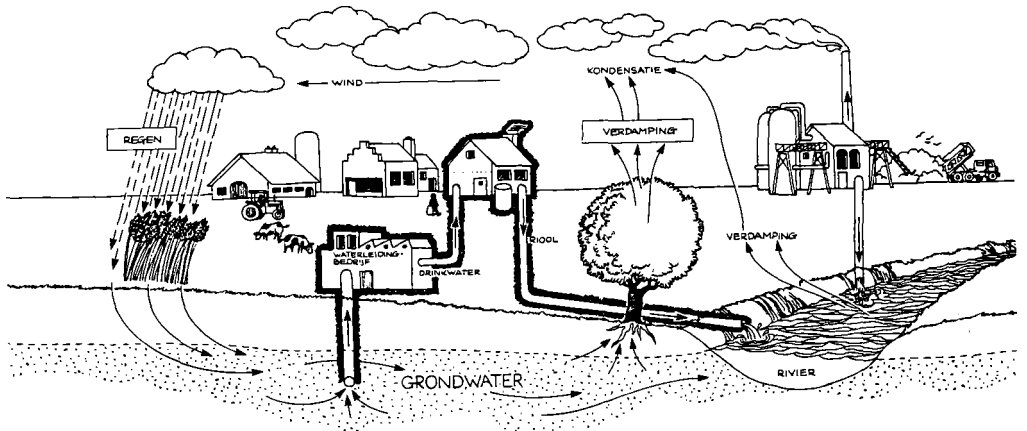
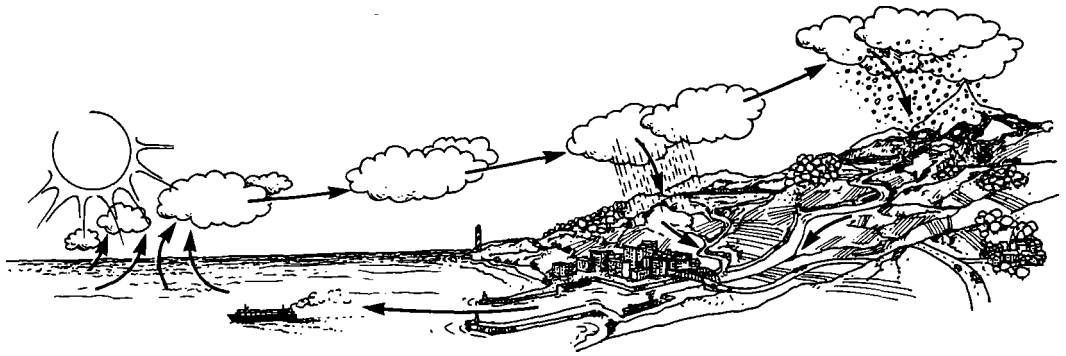
Kringloop (1a): kleine waterkringloop;

Kringloop (1b): eenvoudige produktiekringloop (bijvoorbeeld papier);

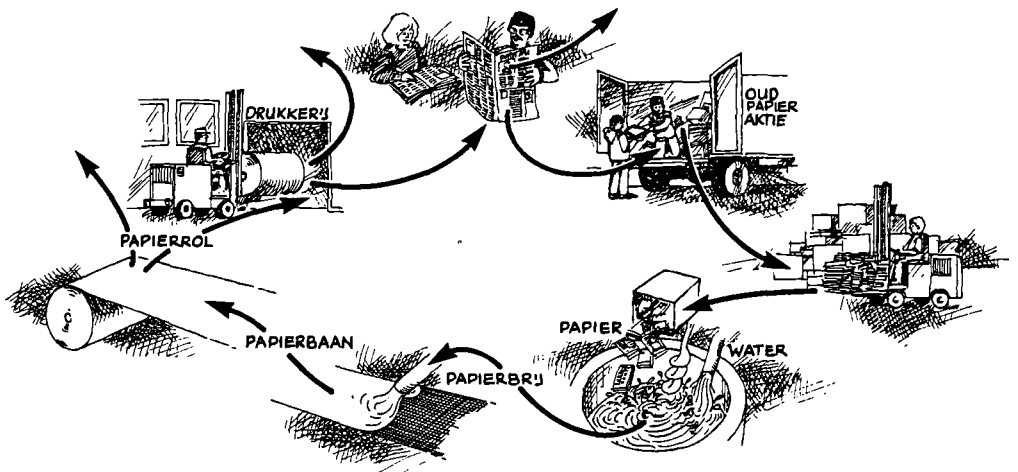
Kringloop (1c): voedselkringloop.

Deze voorbeelden van kringloop (1) worden regelmatig in het onderwijs gebruikt en zijn ook heel bruikbaar om het 'idee' van de kring (element a) te ontwikkelen.

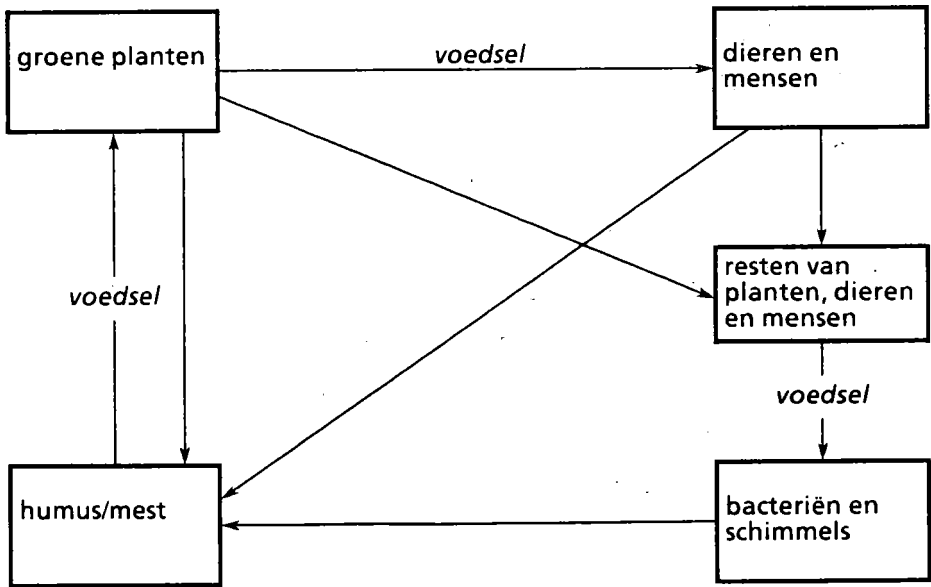
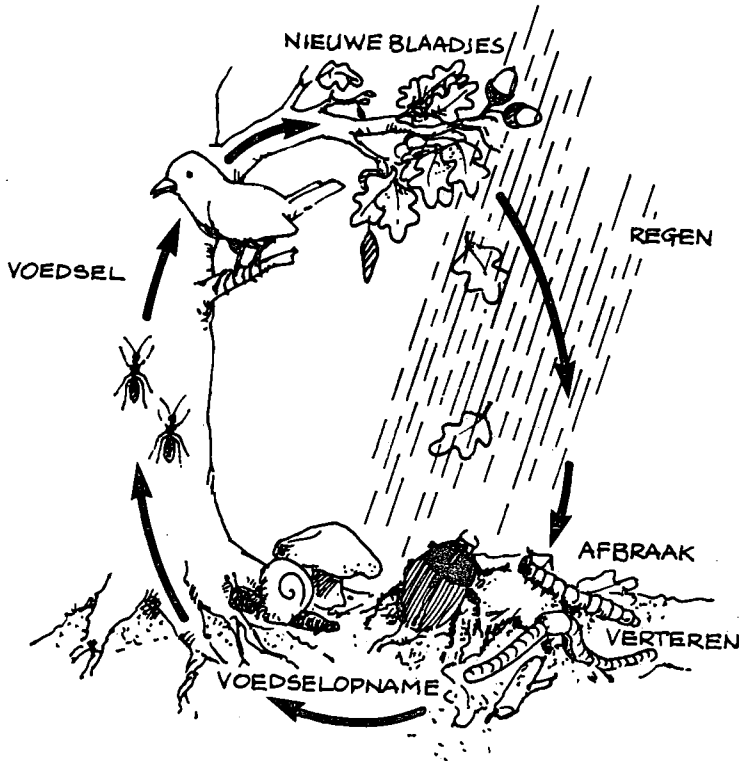
In kringlopen (2), wordt het begrip chemische reactie bekend verondersteld: uit stof a ontstaat onder conditie 1 stof b. De pijlen duiden dan ook chemische processen aan; de stoffen worden door pijlen verbonden. In veel afbeeldingen van kringlopen (2) worden niet alleen stoffen afgebeeld, maar ook processen en objecten; daardoor ontstaan quasi-eenvoudige kringlopen. Figuur 12 toont een voorbeeld van een quasi-eenvoudige kringloop (2) en een voorbeeld waarin vooral stoffen zijn weergegeven. Alle bio(geo)chemische cycli kunnen weergegeven worden als kringloop (2).



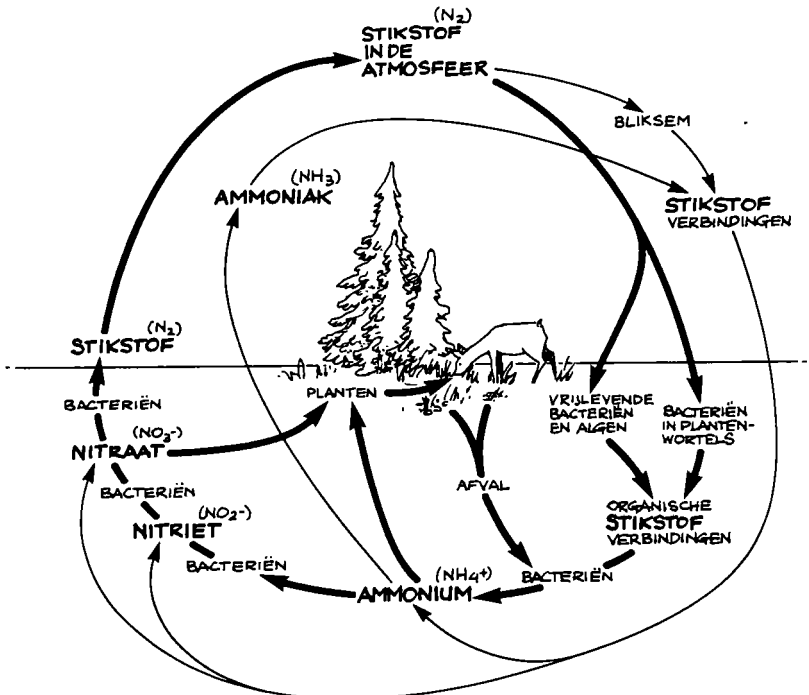
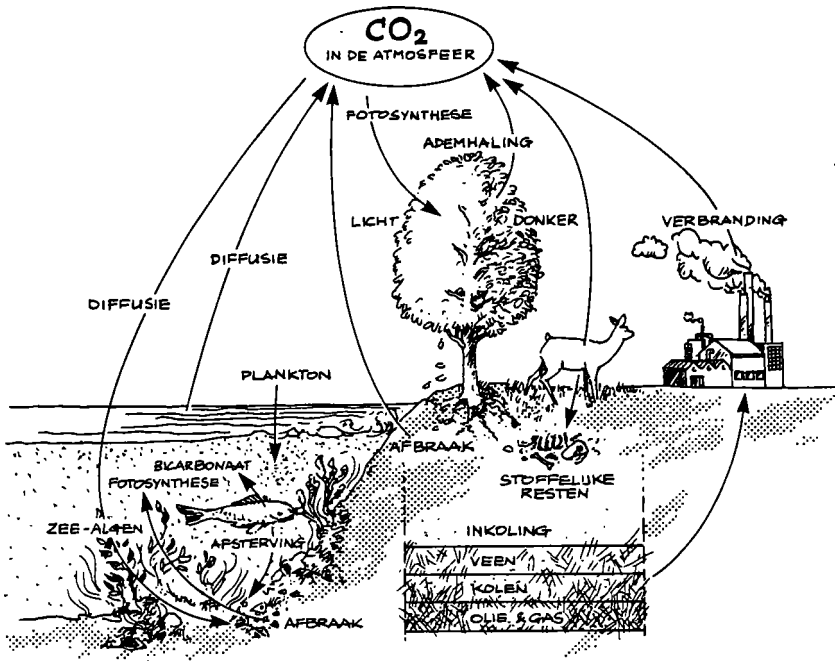
Figuur 9. Twee afbeeldingen van de waterkringloop. In de bovenste afbeelding verandert alleen de aggregatietoestand; in de onderste afbeelding (Uit: Goedvolk & Reinders, 1988) ligt het accent op menselijke invloed in de waterkringloop.



Figuur 10. Recycling van papier.



Figuur 11. Twee afbeeldingen van een voedselkringloop.



Figuur 12. Koolstofkringloop (a) en stikstofkringloop (b).

Op grond van vereiste voorkennis kan in kringlopen (2) het volgende onderscheid gemaakt worden:

Kringloop (2a): Kringloop van stoffen, waarbij in de compartimenten de naam van de stoffen is vermeld (figuur 12a);

Kringloop (2b): Kringloop van stoffen, waarbij in de compartimenten de molecuul- of structuurformule is afgebeeld (figuur 12b).

Uiteraard vereisen kringlopen van niveau (2b) meer chemische voorkennis dan kringlopen van niveau (2a). In veel gevallen zullen stofkringlopen zo complex zijn (bijvoorbeeld de fosfor- of stikstofkringloop) of zullen stoffen opgenomen zijn die zonder chemische voorkennis nauwelijks betekenis hebben (bijvoorbeeld nitraat/nitriet), dat het onderscheid tussen kringlopen (2a) en (2b) weinig zinvol is.

2.4.2. *Ecosysteem*

In § 2.1. is kort ingegaan op enkele theoretische problemen rond het begrip ecosysteem. Gesteld werd ondermeer dat met name de cybernetische benadering leidt tot een statisch beeld van ecosystemen. Bovendien blijken de eigenschappen waar ecosystemen op grond van de cybernetica over zouden moeten beschikken -eigenschappen als evenwicht (zie § 2.4.3.)- maar op een zeer beperkte empirische ondersteuning te kunnen reken. Betoogd werd verder dat de nieuwe evolutionaire systeemtheorieën een bruikbaarder ecosystemenbegrip hanteren.

Voorgesteld werd echter om zowel het cybernetisch als het evolutionair systeemtheoretisch ecosystemenbegrip te introduceren en om daarbij in grote lijnen de historische weg te volgen. Met name zal ingegaan worden op het op cybernetische systeemtheorie gebaseerde ecosystemenbegrip zoals dat is uitgewerkt door Odum (1971). Eerst zal echter kort worden ingegaan op het klassieke systeemtheoretische beeld van ecosystemen en op de geschiedenis van het begrip.

Het begrip ecosysteem is een benaming voor een systeem van een hiërarchisch hoger niveau dan het organisme: het is een systeem dat bestaat uit organismen, abiotische elementen en hun onderlinge relaties. Een ecosysteem heeft dan ook enerzijds kenmerken die alle systemen hebben en anderzijds een aantal kenmerken waarover alleen ecosystemen beschikken. Het systeembegrip heeft in de filosofie een lange geschiedenis, maar het werd voor het eerst expliciet door Von Bertalanffy geformuleerd en verheven tot kernbegrip van de Algemene Systeem Theorie (Von Bertalanffy, 1968, p. 11), voor het eerst geformuleerd in 1928.

Volgens Von Bertalanffy kan een systeem worden gedefinieerd als een "set of elements standing in interrelations" (p. 55), of -met wat meer woorden- als een verzameling elementen of gebeurtenissen die als eenheid gezien kunnen worden vanwege hun interafhankelijkheid en interactie van hun elementen of gebeurtenissen (Sutton & Harmon, 1973, p. 15). Organismen en andere biologische systemen worden door hem aangeduid als open systemen, als systemen die in evenwicht zijn met hun omgeving. Het zijn open systemen omdat ze stoffen, energie en informatie uitwisselen met hun omgeving. Organismen onderhouden onder meer door hun stofwisseling contact met hun omgeving; zonder stofwisseling kunnen organismen niet bestaan. Open systemen houden door feedbackmechanismen ten aanzien van grote aantallen parameters evenwichtsituaties in stand. Bij het overschrijden van een bepaalde waarde wijzigt de interactie tussen de elementen zich zodanig dat de oorspronkelijke waarde hersteld wordt. Open systemen

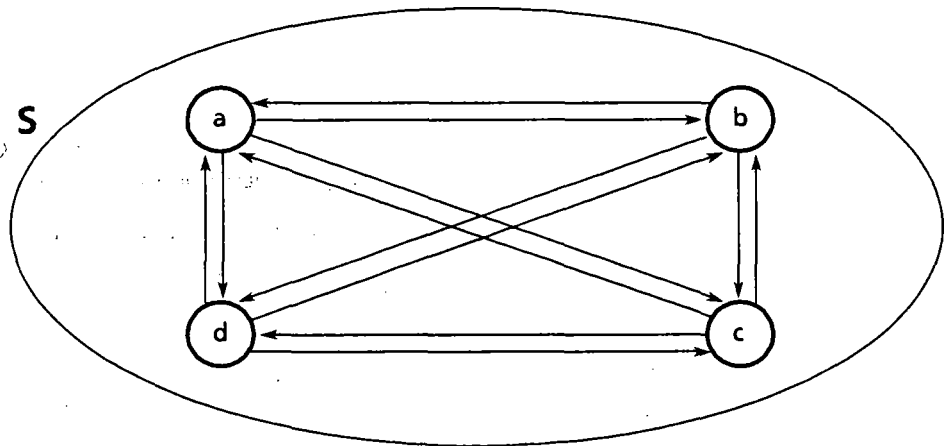
beschikken resumerend dus over de volgende eigenschappen:

- ze bestaan uit een verzameling elementen die als eenheid gezien kunnen worden;
- de elementen interageren met elkaar;
- ze wisselen materie, energie en informatie uit met hun omgeving;
- ze houden een evenwichtssituatie in stand door middel van feedbackmechanismen (zelfregulatie).

In biologische systemen kunnen verschillende organisatieniveau's worden onderscheiden, niveau's die hiërarchisch ten opzichte van elkaar staan. Een organisme bestaat uit weefsels, weefsels uit cellen, cellen uit organellen, organellen uit moleculen, etc. Maar organismen maken ook deel uit van populaties, en populaties maken deel uit van een levensgemeenschap, etc. Ieder organisatieniveau is een open systeem met de hierbovengenoemde eigenschappen. Maar ieder organisatieniveau is ook weer element in een systeem van een hoger organisatieniveau (van "hoger orde"). Voor de meeste open systemen geldt dat ze dus bovendien over de volgende eigenschappen beschikken:

- ze maken deel uit van een hiërarchisch geordende reeks organisatieniveau's;
- ze zijn tevens element van een systeem van hoger orde.

Open systemen hebben door bovengenoemde eigenschappen vaak een op het eerste gezicht "onlogisch" gedrag. Doordat open systemen zichzelf reguleren en een evenwichtssituatie ten opzichte van bepaalde parameters in stand houden, ontstaat het fenomeen dat niet de beginsituatie bepalend is voor de eindsituatie, maar de parameters van het systeem. Een zelfde eindsituatie kan dus veroorzaakt worden door verschillende oorzaken. Vergelijk het met een mobile: beweging van een aantal objecten veroorzaakt beweging van de hele mobile en dit geldt voor ieder van de objecten, maar welk object ook bewogen wordt, het evenwicht wordt opnieuw bereikt. De relaties tussen de objecten van een systeem kunnen zeer complex zijn. Laten we uitgaan van een eenvoudig systeem S, bestaande uit vier elementen, a, b, c en d. De mogelijke relaties tussen de elementen kunnen dan als volgt worden uitgebreid (figuur 13).



Figuur 13. Relaties tussen de elementen a, b, c en d van een systeem S

In principe beïnvloedt ieder element ieder ander ("alles hangt met alles

samen"); dit wil zeggen dat het -zolang niet precies de aard van de interactie beschreven is- niet goed mogelijk is, en als uitwendige oorzaken ontbreken, om aan te geven of veranderingen van a een oorzaak zijn van veranderingen van b of dat veranderingen van b juist oorzaak zijn van veranderingen van a. Stel dat a en b twee populaties zijn en dat b a opeet. Als er niets bekend is over eventuele externe oorzaken kan geen uitspraak worden gedaan of toename van populatie a nu oorzaak is van een toename van populatie b of niet, als de invloed van alle andere elementen van het systeem waar beide deel van uitmaken niet voldoende gekwantificeerd is. Om die reden is het vaak moeilijk de oorzaak aan te wijzen van veranderingen binnen systemen; in veel gevallen is het dan ook relevanter te spreken over circulaire causaliteit dan over lineaire causaliteit. Het systeem herstelt zijn evenwicht, en daar kunnen een groot deel van de elementen van het systeem bij betrokken zijn. Maar ook ingrepen van buitenaf kunnen op het eerste gezicht "onlogische" effecten hebben. Accumulatie van zware mineralen kan ertoe leiden dat bij een populatie predatoren die niet rechtstreeks met de bron van verontreiniging in aanraking komt een drempelwaarde overschreden wordt, waardoor die populatie sterk in omvang afneemt.

De zienswijze dat organismen via 'onzichtbare draden' met elkaar en hun omgeving verbonden zijn, is geen nieuw idee, alhoewel volgens Odum(1971) de term ecosysteem voor het eerst werd gebruikt door Tansley in 1935. Aan het eind van de 19e eeuw werden in de Europese, Amerikaanse en Russische literatuur echter enkele soortgelijke begrippen geïntroduceerd; zo introduceerde Mobius in 1877 het begrip "biocoenosis" voor wat we nu "levensgemeenschap" zouden noemen.

Van betekenis is ongetwijfeld de christelijk-regiële opvatting dat God de wereld heeft geschapen en organismen om deze wereld te bewonen. De organismen waren fraai aangepast aan hun omgeving, maar dat kwam niet door een causale relatie tussen organismen en omgeving, maar doordat God ze zo had geschapen. Dit beeld staat haaks op het beeld dat organismen en hun omgeving interageren en dat hun onderlinge interacties mede oorzaak zijn voor het evolueren van het systeem in zijn totaliteit.

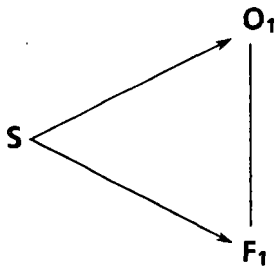
Het is niet verwonderlijk dat juist in het werk van Darwin de overgang van het begrip van de Schepper als ambachtsman naar het beeld van een evoluerend systeem gevonden kan worden. Gruber (1974) reconstrueerde deze overgang in het denken van Darwin, met name uit diens aantekeningen die hij tijdens de reis met de Beagle (1831-1836) maakte. Gruber onderscheidt daarin 5 fasen (zie figuur 14).

Pas in de laatste fase is sprake van een autonoom systeem waarin God niet rechtstreeks tussenbeide komt.

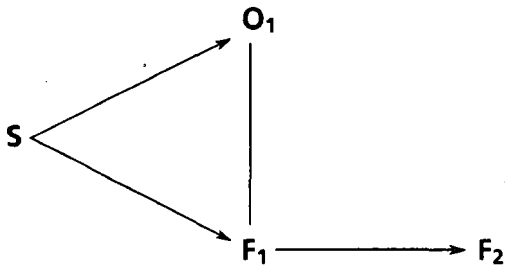
Een werkelijke fundering van het begrip "ecosysteem" kon pas gegeven worden nadat het kon worden ingebed in de Algemene Systeem Theorie. Vermoedelijk gebeurde dat pas in de 50er jaren toen Evans voorstelde het begrip ecosysteem als basale eenheid in de ecologie te beschouwen (Evans, 1956). Nadien is het begrip vooral uitgewerkt door Odum (1971).

Odum definieert een ecosysteem als volgt: (p. 8)

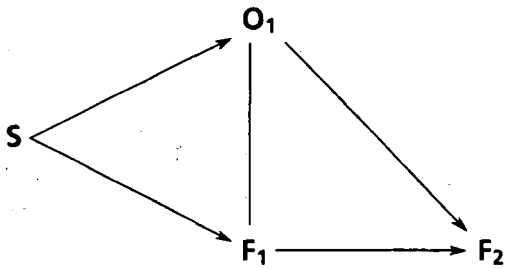
"Any unit that includes all of the organisms in a given area interacting with the physical environment so that a flow of energy leads to clearly defined trophic structures biotic diversity and material cycles (i.e. exchange of materials between living and nonliving parts) within the system is an ecologic system or ecosystem."



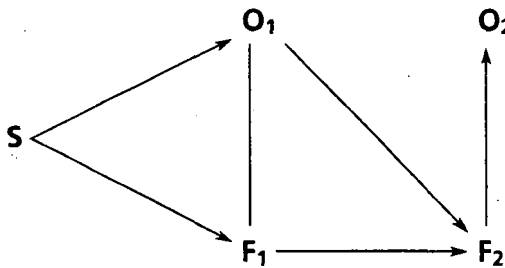
I 1832 en daarvoor: De Schepper (S) maakte een organische wereld (O) en een fysische wereld (F): O was volmaakt aangepast aan F.



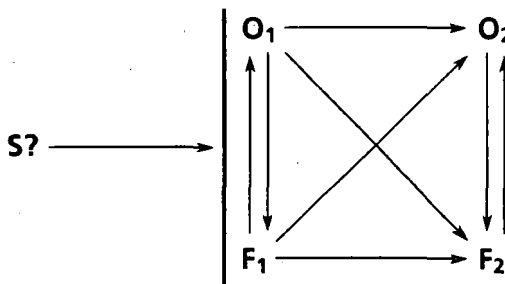
II 1832-1834: De fysische wereld ondergaat voortdurende verandering, beheerst door natuurlijke wetten zoals samengevat in Lyells Principles of Geology. In andere opzichten lijkt II op I.



III 1835: De activiteiten van de levende organismen dragen bij tot de evolutie van de fysische wereld. In andere opzichten lijkt III op II.



IV 1836-1837: Verandering in de fysische wereld brengt veranderingen in de organische wereld met zich mee. In andere opzichten lijkt IV op III.



V 1838 en daarna: De fysische en organische wereld evolueren beide continu en zijn in wisselwerking met elkaar. De Schepper, als er een bestaat, kan het natuurlijk stelsel tot aanzien hebben gebracht; Hij komt echter niet tussenbeide in de werking ervan maar staat *buiten* het stelsel.

Figuur 14. De ontwikkeling van het begrip "ecosysteem" bij Darwin (uit: Gruber, 1974).

Odum werkt deze omschrijving vervolgens uit naar structuren en functies, waarbij het gaat om inzicht in de relatie tussen beide. Voor beschrijving van ecosystemen onderscheidt hij zes groepen elementen namelijk:

1. Anorganische stoffen die deel uitmaken van kringlopen.
2. Organische stoffen die de verbinding vormen tussen biotische en abiotische elementen.
3. Klimaatfactoren als temperatuur en vochtigheid.
4. Producenten, de autotrofe organismen; met name groene planten.
5. Macroconsumenten, heterotrofe organismen; met name dieren.
6. Microconsumenten, (saprofieten), heterotrofe organismen; met name bacteriën en schimmels.

De elementen (1) t/m (3) zijn de abiotische elementen, de elementen (4) t/m (6) de biotische elementen.

Vanuit functioneel standpunt gezien maakt Odum het volgende onderscheid:

1. Energiestromen.
2. Voedselketens.
3. Spreiding in tijd en ruimte.
4. Nutriënten- (biogeochemische) kringlopen.
5. Ontwikkeling en evolutie.
6. Zelfregulatie.

De populatie-levensgemeenschapbenadering blijkt uit de biotische elementen 4 t/m 6), de procesbenadering komt tot uitdrukking in Odums functionele categorieën.

Op grond van de historische ontwikkeling van het begrip ecosysteem kunnen achtereenvolgens drie niveau's van het begrip ecosysteem worden onderscheiden:

1. Ecosystemen gedefinieerd volgens hun elementen en hun onderlinge interacties: in feite een uitbreiding van de populatie-levensgemeenschapbenadering.
2. Ecosystemen gedefinieerd op grond van de processen die onderscheiden kunnen worden: de procesbenadering.
3. Ecosystemen gedefinieerd als evolutionaire systemen.

Het ligt echter voor de hand om niet drie maar vijf niveau's van het begrip ecosysteem te onderscheiden. Immers, in § 2.4.1. werden twee niveau's van het begrip kringloop onderscheiden die ieder weer in een aantal subniveau's werden onderverdeeld. Het ligt dan ook voor de hand om de niveau's van het begrip ecosysteem hiermee in overeenstemming te brengen. Daar komt bij dat de functies die Odum onderscheidt geheel verschillend van aard zijn en voor een belangrijk deel ook beroep doen op verschillende voorkennis.

Op grond van deze overwegingen zijn de hieronder genoemde vijf niveau's onderscheiden. Daarbij is tevens aangegeven welke functies in de niveau's aan de orde komen.

Ecosysteem (1) : Ecosystemen worden gedefinieerd door hun elementen en hun onderlinge interacties; voedselrelaties komen aan de orde als belangrijke categorie van interacties; evenwicht wordt gedefinieerd door verandering van de omvang van populaties binnen grenswaarden -zie § 2.4.3.-; spreiding in de ruimte kan aan de orde komen.

- Ecosysteem (2) : Als ecosysteem (1); bovendien worden in ecosystemen kringlopen van materialen of stoffen onderscheiden, waarbij alleen de 'aggregatietoestand' verandert: kringlopen (1).
- Ecosysteem (3a): Als ecosysteem (1); bovendien worden stofkringlopen onderscheiden, onder vermelding van de naam van de betrokken stoffen: kringlopen (2a).
- Ecosysteem (3b): Als ecosysteem (1); bovendien worden stofkringlopen onderscheiden, waarbij gebruik gemaakt wordt van molecuul- of structuurformules: kringlopen (2b).
- Ecosysteem (4) : Als ecosysteem (1); daarnaast worden ecosystemen gekenmerkt door energiestromen; ook voedselketens kunnen als energiestroom worden gezien.
- Ecosysteem (5) : Als ecosysteem (1); daarnaast worden ecosystemen gekenmerkt door ontwikkeling (en spreiding in tijd en ruimte); evenwicht is een eigenschap die in de ontwikkeling van ecosystemen tijdelijk kan optreden, daarvoor en daarna worden ecosystemen gekenmerkt door non-evenwicht (zie § 2.4.3.)

De niveau's 1 t/m 5 leveren te samen een uitwerking op van het begrip zoals dat door Odum werd gedefinieerd en zoals dat kan worden verrijkt vanuit de nieuwe evolutionaire systeemtheorieën.

2.4.3. Evenwicht

Het begrip evenwicht speelt in discussies over het milieu vaak een belangrijke rol: het evenwicht mag niet verstoord worden. Het begrip wordt daarmee gehanteerd als een normatief begrip. In § 2.1. is echter uiteengezet dat het niet zo eenvoudig is om een scherp beeld te krijgen van wat ecologisch denken nu is, met name omdat er veel onduidelijkheid heerst over wat nu onder een ecosysteem moet worden verstaan. De conceptuele onduidelijkheden en de beperkte bruikbaarheid van de conceptuele kaders die tot voor kort moesten worden gehanteerd blijken vooral uit het begrip evenwicht zoals dat veelal werd en wordt gehanteerd. Bovendien was de wetenschappelijke status van het begrip heel lang zeer bedenkelijk.

De onduidelijkheden laten zich al direct illustreren door het grote aantal begrippen dat wordt gehanteerd om evenwicht aan te duiden. Om maar enkele van de meest gebruikte te noemen: biologisch evenwicht, ecologisch evenwicht, evenwicht in de natuur, steady state, homeostasis, Fliessgleichgewicht, balance of nature, dynamisch evenwicht, cybernetisch evenwicht. Deze begrippen zijn maar -zoals zal blijken- ten dele synoniem aan elkaar. Ze zijn ten dele gerelateerd aan verschillende benaderingen van de ecologie (zie § 2.1.), ten dele voeren ze ook terug op de metafysische oorsprong van het begrip.

Egerton (1973) concludeert op grond van een historisch bronnenonderzoek dat het begrip 'balance of nature' sinds de Grieken gefungeerd heeft als een soort aanname op de achtergrond. Pas in de 17e eeuw werd het idee meer geëxpliciteerd, niet in een ecologische maar in een theologische context: evenwicht was één van de wonderen van God. Zo schrijft William Derham in 1713 het volgende:

"The balance of the Animal World is throughout all Ages, kept even, and by a curious Harmony and just Proportion between the increase of all Animals, and the length of their lives, the World is through all Ages well, but not overstored." (Egerton, op.cit., p. 333).

Natuurlijk werden ook de 17e en 18e eeuw geteisterd door plagen en de vraag rijst dan ook hoe een dergelijk beeld van evenwicht en harmonie staande gehouden kon worden. Voor plagen was echter een geheel andere verklaring gevonden die niets te maken had met de goddelijke oorsprong van het evenwicht. Integendeel, plagen waren het werk van de duivel.

Tot in de 20e eeuw bleef evenwicht een onduidelijk en impliciet begrip. De problemen met het begrip evenwicht namen echter vooral toe doordat getracht werd om de vanuit systeemtheorieën afkomstige evenwichtsbegrippen empirisch te verifiëren. Dat gold met name voor het begrip 'steady state' (Fließgleichgewicht) dat werd ontleend aan de algemene systeemtheorie (Von Bertalanffy, 1968) en het cybernetisch evenwichtsbegrip. De empirische ondersteuning was uiterst twijfelachtig en had voornamelijk betrekking op modelsystemen die slechts uit een beperkt aantal populaties bestonden. Het begrip werd dan ook zwaar bekritiseerd en veel biologen zagen af van het gebruik er van. Nieuwe begrippen als 'resilience' werden geïntroduceerd, waarmee de veerkracht van ecosystemen werd aangegeven. Egerton (op. cit.) stelt zelfs dat de meeste ecologen 'think in terms of the balance of nature when they need a poetic or propagandistic phrase for a discussion of conservation or pollution' (p. 346). En zo belandde het begrip evenwicht of daarvan afgeleide begrippen als 'drempelwaarde' tot in ministeriële nota's en schoolboeken.

Een aantal auteurs heeft getracht orde te scheppen in de verschillende evenwichtsbegrippen en om een scherpe definitie van ecologisch evenwicht te geven (Jansen, 1972; Eulefeld & Schaefer 1978; Boersma, 1984). Daarop zal worden ingegaan aan de hand van de in § 2.1. geschetste benaderingen van de ecologie.

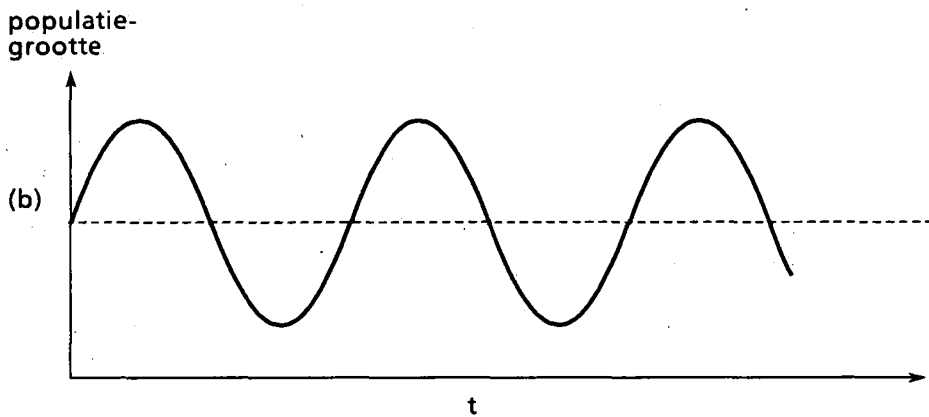
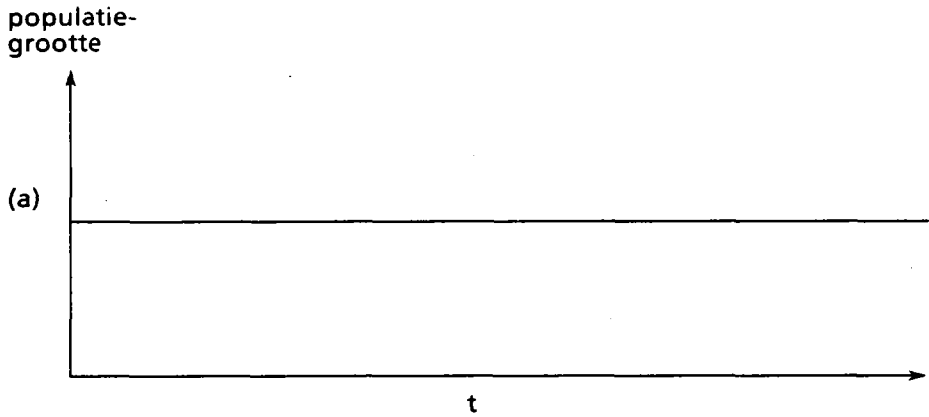
In § 2.1. zijn de populatie/levensgemeenschapbenadering en de functionele benadering geschetst; beide benaderingen werden door Odum samengevoegd in zijn begrip ecosysteem (zie § 2.4.2.). Daarnaast werd gesteld dat de evolutionaire benadering wel tot bevredigende verklaringen leidt. Van elk van deze drie benaderingen wordt nu uitgewerkt welke betekenis evenwicht daarbinnen heeft.

In de populatie/levensgemeenschapsbenadering gaat het om evenwicht in populaties en levensgemeenschappen. In principe kan evenwicht in populaties in twee 'vormen' voorkomen. In figuur 15a is de nataliteit gelijk aan de mortaliteit, waardoor de omvang van de populatie met een rechte lijn kan worden weergegeven.

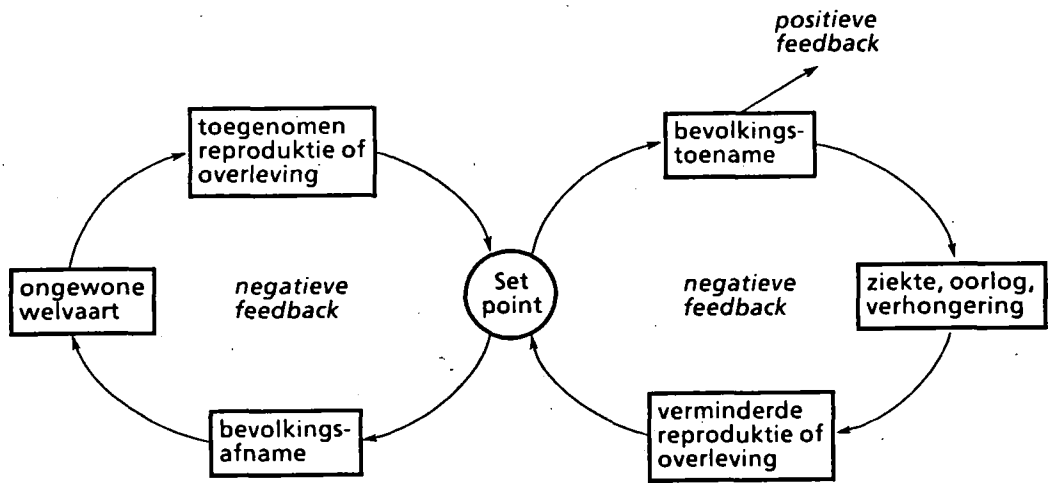
In de praktijk zal de omvang van een populatie fluctuaties vertonen; in dat geval wordt gesproken van evenwicht als de fluctuaties schommelen binnen grenzen (figuur 15b).

Schommelingen in populaties rond een gemiddelde waarde (set point) kan worden weergegeven in een zogenaamde demostaat (zie figuur 16).

Negatieve feedback leidt er toe dat het set point opnieuw wordt bereikt. Oorzaken van negatieve feedback zijn niet in de demostaat aangegeven. Als het zogenaamde homeostatische niveau (drempelwaarde) overschreden wordt, is sprake van positieve feedback. Positieve feedback leidt tot verdere groei van de populatie of tot afname (of sterven) van de populatie.



Figuur 15. Evenwicht in een populatie.

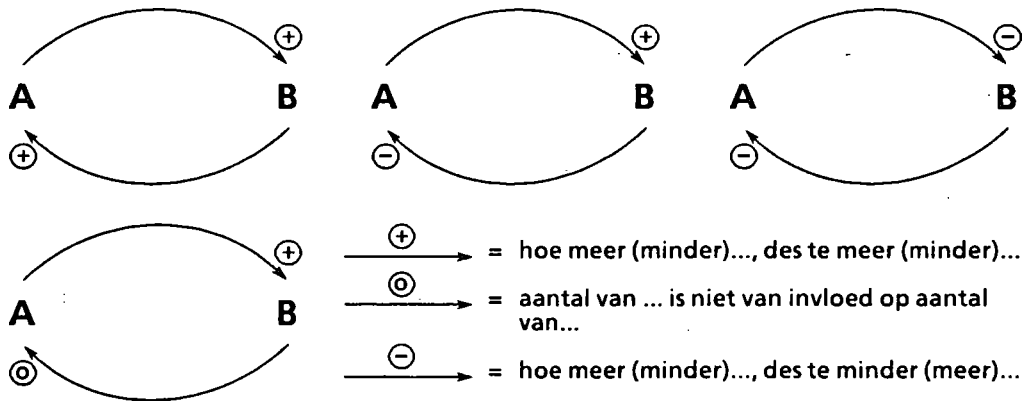


Figuur 16. Demostaat van de wereldbevolking.

In levensgemeenschappen is sprake van tenminste twee populaties die elkaar onderling beïnvloeden. Relaties tussen populaties van verschillende organismen kunnen worden weergegeven in een regelkring. Afhankelijk van de aard van de relaties tussen de populaties leidt een grotere populatie A tot een kleinere of grotere populatie B (figuur 17).

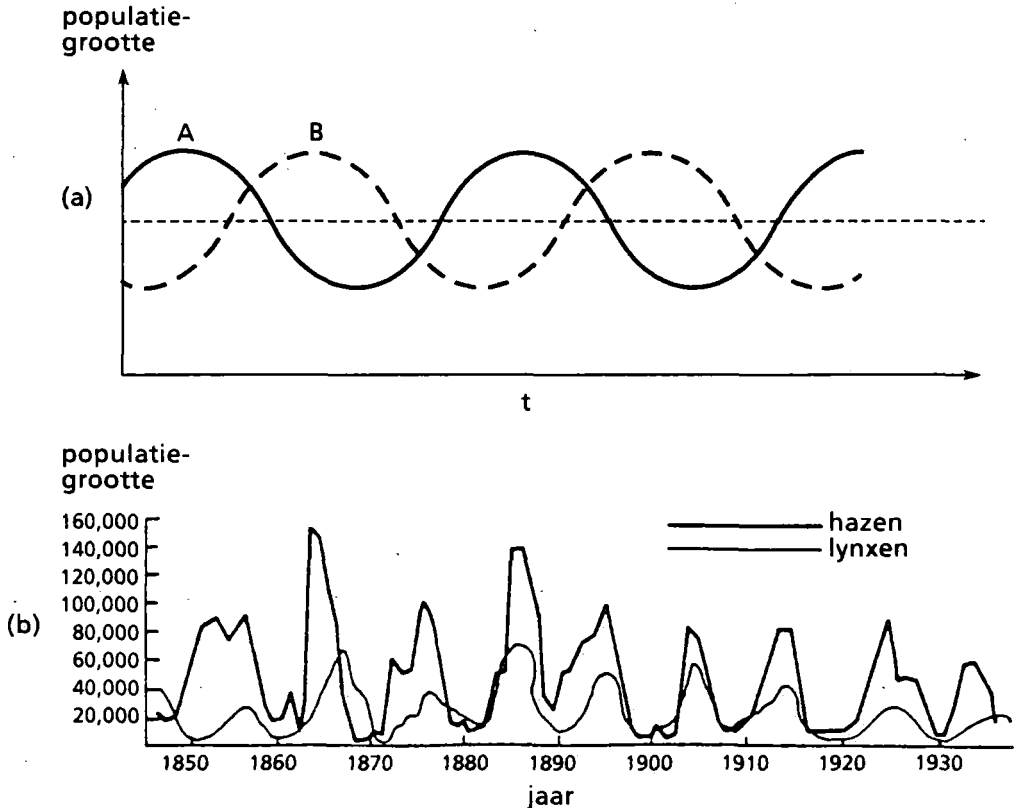
Type interactie	Type regelkring	Omschrijving
1. Coöperatie	+/+	Beide populaties profiteren; de interactie is niet voorwaardelijk voor A en B
2. Mutualisme	+/+	Beide populaties profiteren; de interactie is wel voorwaardelijk voor A en B
3. Commensalisme	+/o	Eén populatie profiteert, de andere wordt niet beïnvloed
4. Competitie	-/-	De ene populatie tast de andere aan; beide populaties verminderen in omvang
5. Predatie	+/-	Eén populatie profiteert; de interactie is voorwaardelijk voor A of B
6. Parasitisme	+/-	Eén populatie profiteert; de interactie is voorwaardelijk voor A en B

Typen regelkringen



Figuur 17. Relaties tussen populaties weergegeven in typen regelkringen.

Duidelijk zal zijn dat de omvang van de populaties A en B -net als in figuur 15- ook in de tijd kan worden uitgezet. In predator-prooi-relaties volgen de pieken in de grootte van de populaties A en B elkaar dan in de tijd op (figuur 18).

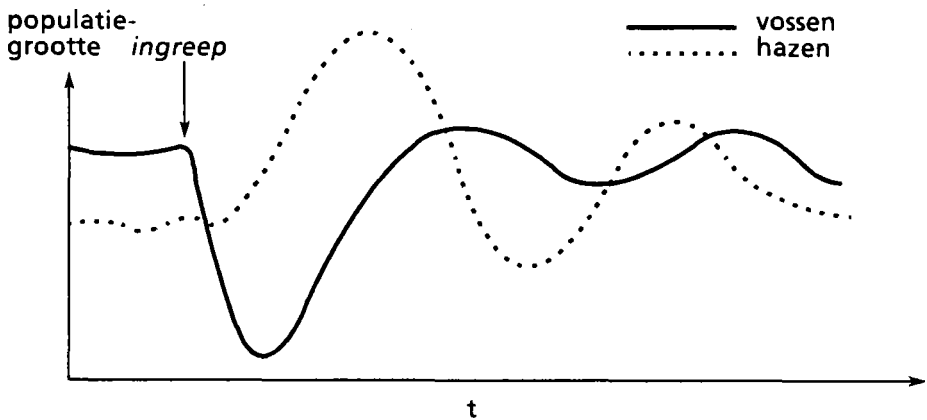


Figuur 18. Predator-prooi relatie, waarbij de populatiegrootte om een gemiddelde waarde schommelt; in (a) is een modelstelsel weergegeven, in (b) de afwisseling in populatiegrootte van sneeuwhazens en lynxen (uit: Sutton & Harmon, 1973).

Levensgemeenschappen waarvan de omvang van de populaties tussen grenzen schommelt, vertonen wat Eulefeld en Schaefer (1978) ecologisch evenwicht noemen (p. 34). Onder ecologisch (of biologisch) evenwicht verstaan zij de toestand van een levensgemeenschap waarbij het soortenspectrum door regulatie over langere tijd bewaard blijft en de populatiegrootte van de soorten binnen constante grenzen varieert (zie ook: Boersma, 1984; p. 119). Deze definitie illustreert dat het in de populatie/levensgemeenschap benadering inderdaad om evenwicht in levensgemeenschappen gaat en niet om evenwicht in ecosystemen.

Ingreep van de mens op de populatiegrootte van een van de soorten is direct zichtbaar in de populatiegrootte van de andere populatie (zie figuur 19). De schommelingen die ontstaan dempen uit tot de normale schommelingen hersteld zijn.

In de functionele benadering van de ecologie gaat het om begrippen als energiestromen en kringloop van stoffen. Cybernetische modellen zijn vooral binnen deze functionele benadering gehanteerd. Eulefeld en Schaefer (op cit; p. 123/124) maken een onderscheid tussen direct en indirect dynamisch evenwicht (Fließgleichgewicht, steady state; resp. homeostasis).



Figuur 19. Populatiegrootte van vossen en hazen na ingreep van de mens op de populatiegrootte van de vossen.

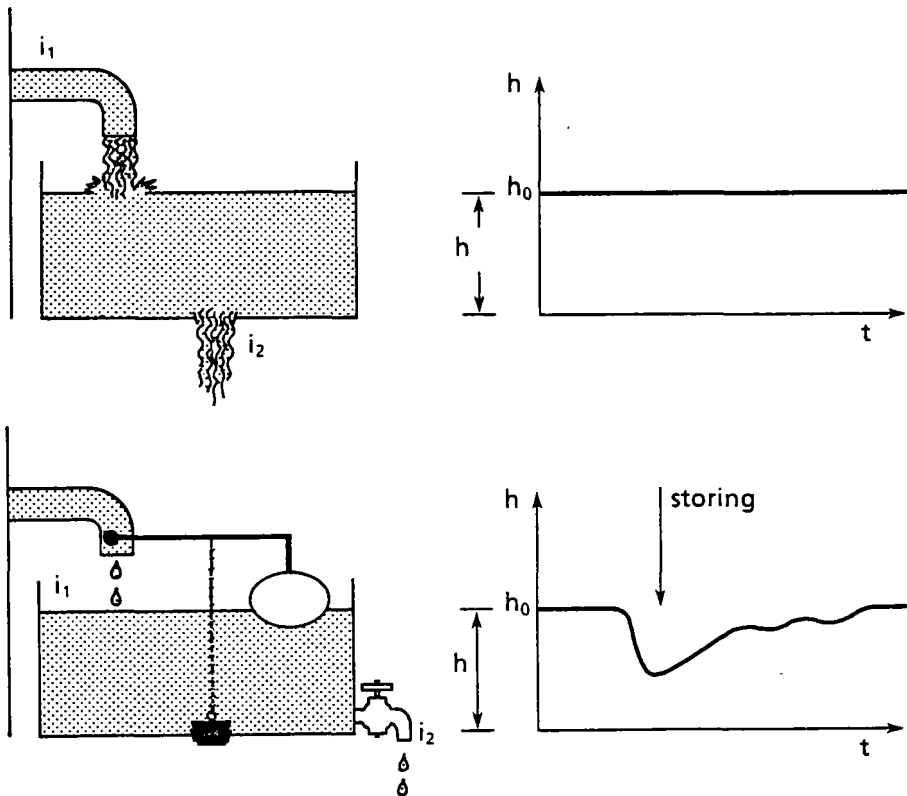
Bij een direct dynamisch evenwicht is de instroom gelijk aan de uitstroom; de waarde van een parameter verandert niet in de tijd (zie figuur 20a). Direct dynamisch evenwicht komt eigenlijk alleen in modelsystemen voor, bijvoorbeeld bij systemen met gelijke input van energie. In natuurlijke ecosystemen treden in de tijd echter grote schommelingen in de input van energie op.

Indirect dynamisch evenwicht onderscheidt zich van direct dynamisch evenwicht doordat verstoringen pas na verloop van tijd zijn uitgedempt. Door verstoring van de variabele h wordt een terugkoppelingsmechanisme in werking gesteld waardoor de oorspronkelijke waarde van h wordt hersteld (zie figuur 20b).

Indirect dynamisch evenwicht kan met een demostaat worden aangegeven (zie figuur 16). Opslag van reservevoedsel kan bijvoorbeeld als dynamisch evenwicht worden afgebeeld. Bij onderbreking van de toevoer van voedsel (stoffen/energie) worden de reserves aangesproken, waarna de reserves zich bij herstel van de toevoer weer geleidelijk zullen herstellen.

In het algemeen kunnen kringlopen worden opgevat als een regelkring van meer dan twee stappen (zie figuur 17). Veronderstel een kringloop van de stoffen A, B, C en D. Toename van A veroorzaakt dan toename van B, etc. Aangezien organismen in stofkringlopen sleutelposities innemen en van populaties verwacht moet worden dat de omvang binnen grenzen fluctueert, betekent dat idealiter de maxima en minima van de stoffen A, B, C en D na elkaar vallen (zie figuur 21a). Uiteraard is in deze kringloop alleen sprake van evenwicht als alle stoffen deel van de kringloop uit blijven maken. Zodra op een gegeven moment bijvoorbeeld steeds de helft van stof C systematisch aan de kringloop wordt onttrokken, loopt de kringloop af en is er geen sprake meer van evenwicht (zie figuur 21b).

In kringlopen als de stikstofkringloop waarin stoffen zitten die in overmaat in de atmosfeer aanwezig zijn, leidt het onttrekken van een stof C-er van uitgaande dat B de stikstof in de atmosfeer is- natuurlijk niet direct tot het verstoren van het evenwicht (zie figuur 21c).

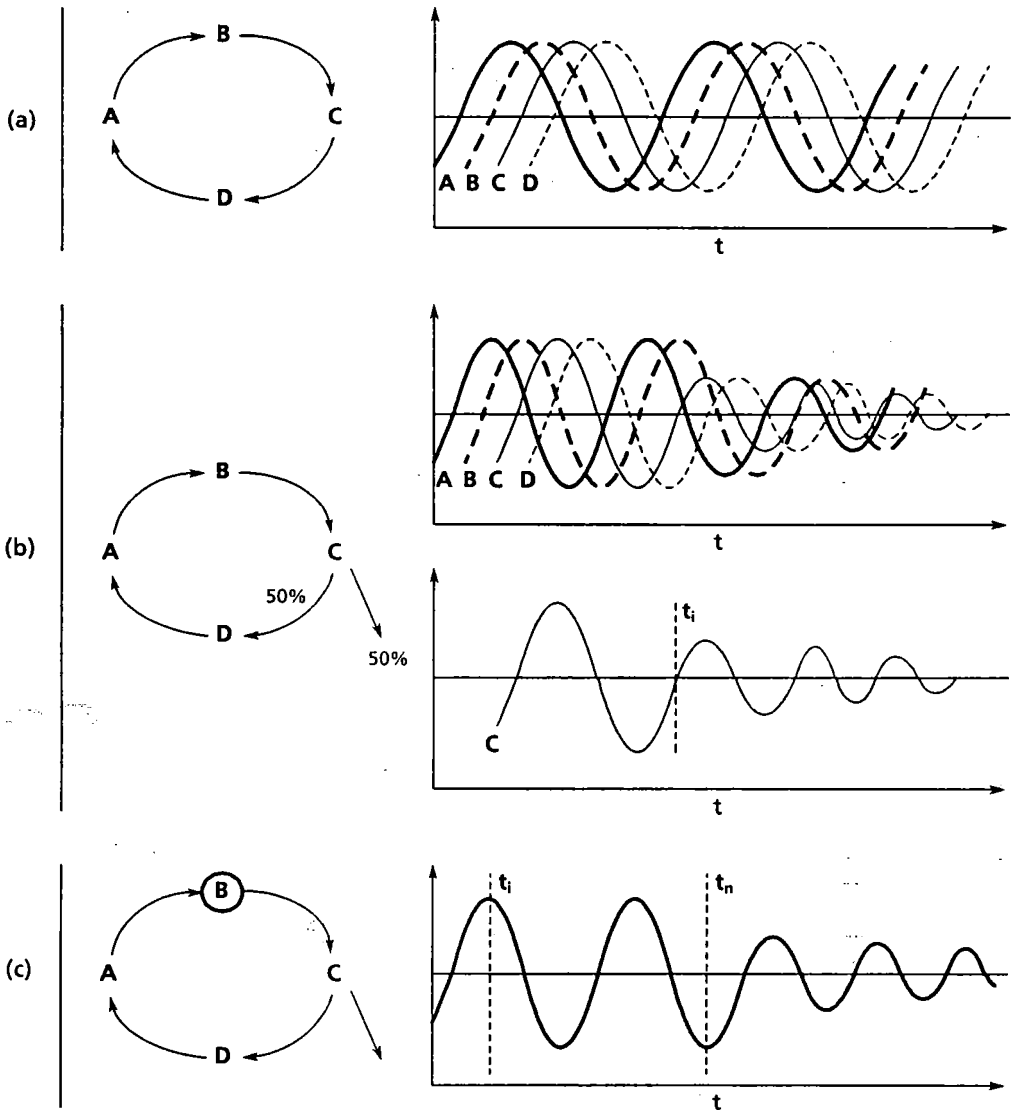


Figuur 20. Direct dynamisch evenwicht (a) en indirect dynamisch evenwicht (b). Bij direct dynamisch evenwicht is de instroom gelijk aan de uitstroom ($i_1 = i_2$), waardoor $h = \text{constant}$; bij indirect dynamisch evenwicht (de stortbak) neemt de instroom (i_1) tijdelijk toe indien de uitstroom (i_2) tijdelijk is toegenomen (naar Eulefeld & Schaefer, 1978).

Pas als C blijvend aan de kringloop wordt onttrokken, zal op een moment t_n een kritisch punt worden bereikt waarbij de hoeveelheid van C (en dus ook D en A) niet langer binnen grenzen zal schommelen, maar afloopt. Deze situatie dreigt zich voor te gaan doen door het grootschalig kappen van bossen in het tropische gebieden.

De vraag is of in ecosystemen evenwichtssituaties kunnen worden onderscheiden. Zowel indirect dynamisch evenwicht als ecologisch evenwicht treden op binnen een functionele benadering van ecosystemen. Het probleem is dat evenwicht alleen binnen beperkte grenzen in tijd en ruimte kan worden herkend en dat hele trajecten daartussen kennelijk meer door non-evenwicht dan door evenwicht kunnen worden getypeerd. Evolutionaire systeemtheorieën geven een verklaring voor dit onevenwichtige gedrag van ecosystemen.

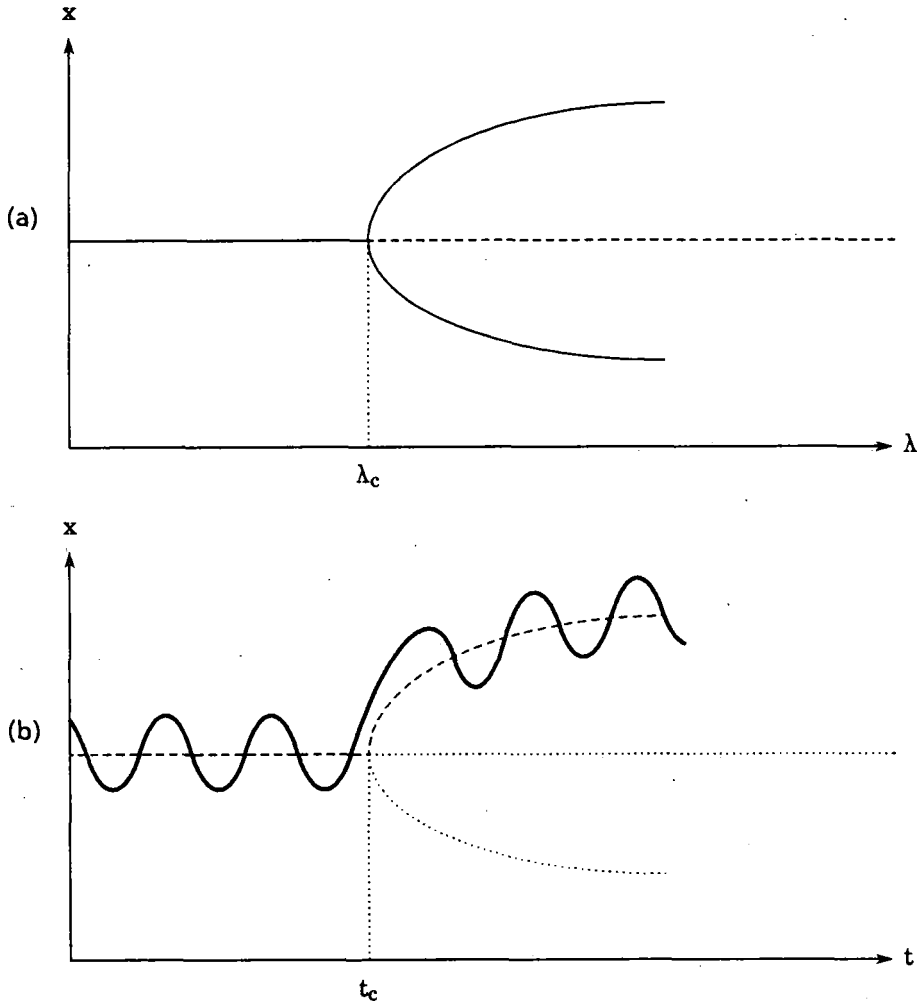
Centraal in de geschiedenis van allerlei systemen staat het verschijnsel zelforganisatie, het ontstaan van bepaalde structuren door verandering van een systeem langs een parameter λ , binnen een bepaald interval.



Figuur 21. Evenwicht in stofkringlopen. In (a) fluctueert de omvang van A, B, C en D binnen grenzen; in (b) wordt vanaf t_i 50% van stof C onttrokken waardoor de kringloop afloopt; in (c) is stof B in overmaat aanwezig waardoor ook al wordt vanaf t_i stof C gedeeltelijk aan het systeem onttrokken, pas vanaf t_n (als er geen overmaat meer is) de kringloop afloopt.

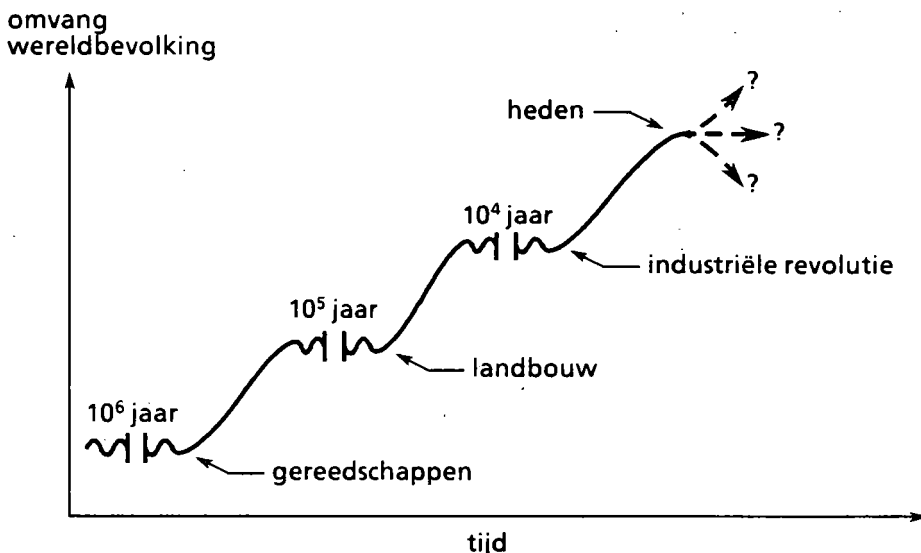
In een systeem in evenwicht zal de waarde van een andere parameter X (bijvoorbeeld de populatiegrootte) gelijk blijven zijn zolang $\lambda < \lambda_C$. Zolang $\lambda < \lambda_C$ is het systeem in evenwicht (zie fig. 22). Bij λ_C staat het systeem op een tweeknopping en bij $\lambda > \lambda_C$ zijn in principe twee evenwichtssituaties mogelijk. Door 'toeval' (de toevallige waarde van X bij λ_C) kan het systeem nu in een van beide mogelijke evenwichtssituaties

terecht komen. Bij verandering van een parameter X van systemen kunnen dergelijke tweesprongpunten ook meermalen voorkomen en kunnen stabiele (evenwichts-) en instabiele (niet-evenwichts-) intervallen elkaar afwisselen.



Figuur 22. Tweesprong diagram, waarbij parameter λ een functie is van X . In (a) is aangegeven dat er bij $\lambda > \lambda_c$ twee stationaire toestanden zijn (naar Prigogine & Stengers, 1985); in (b) is de mogelijke ontwikkeling van een systeem weergegeven waarbij bij t_c het systeem door schommeling van X om een gemiddelde waarde bij toeval in een hogere evenwichtssituatie terecht komt.

Dergelijke verschillende evenwichtssituaties, afgewisseld met perioden van niet-evenwicht, worden ook zichtbaar als de omvang van de wereldbevolking tegen de tijd worden afgezet (figuur 23). De perioden van niet-evenwicht komen overeen met de positieve feedback aangegeven in de demostaat (zie figuur 16).



Figuur 23. Bevolkingstoename van 1 miljoen jaar geleden tot nu (log/log-schaal) (naar Sutton & Harmon, 1973).

Op grond van het voorafgaande zal duidelijk zijn dat het begrip evenwicht binnen ieder van de drie benaderingen een eigen betekenis heeft. Het ligt dan ook voor de hand om drie niveau's van het begrip evenwicht te onderscheiden. Omdat de systemen waar het begrip evenwicht in de populatie-levensgemeenschapbenadering nog verschillend gedefinieerd kunnen worden is het eerste niveau nog onderverdeeld in drie subniveau's.

Evenwicht (1a): Evenwicht van een populatie (figuur 15).

Evenwicht (1b): Evenwicht van een systeem dat uit twee populaties bestaat (figuur 18).

Evenwicht (1c): Evenwicht van een levensgemeenschap.

Evenwicht (2) : Evenwicht van een ecosysteem.

Evenwicht (3) : evenwicht binnen een evoluerend systeem (figuur 22, 23).

2.5. Een conceptuele structuur

Op grond van de in § 2.3. geformuleerde ordeningscriteria en de in § 2.4. uitgewerkte sleutelbegrippen kan nu een conceptuele structuur worden uitgewerkt. In een conceptuele structuur is een ordening van begrippen aangegeven, zodanig dat noodzakelijke voorkennis daarin is verwerkt (in feite ordeningscriterium a) (zie Reigeluth et.al., 1980; Boersma & De Kievit, 1987).

Een conceptuele structuur gericht op de ontwikkeling van het begrip kringloop werd reeds eerder gepresenteerd (Boersma, 1988).

Eerder werd reeds door Spreckelsen (1973) een soortgelijke conceptuele structuur ontwikkeld voor het vak natuurkunde, lopend van de basisschool tot in het tertiair onderwijs. Daarmee werd geïllustreerd dat een conceptuele structuur kan worden uitgewerkt tot een leeraanbod over

leerjaren of zelfs schooltypen heen. Een conceptuele structuur zoals die hier is geconstrueerd, leidend tot theoretische kennisniveau's van de in § 2.4. uitgewerkte begrippen, kan onder meer worden uitgewerkt tot een longitudinaal leerplan van 4 tot 18 jaar. Alvorens nader in te gaan op de gebruiksmogelijkheden van de conceptuele structuur, zal nu eerst worden beschreven hoe de conceptuele structuur is geconstrueerd. De volgende werkwijze is gehanteerd:

- a. Op grond van criterium b, de onderscheiden kennisniveau's, is de vraag gesteld welke theoretische voorkennis noodzakelijk is voor de ontwikkeling van deze begrippen (criterium a); dat leidde tot een uitwerking van deze begrippen naar verschillende niveau's (zie § 2.4.).
- b. Vervolgens werden een viertal clusters onderscheiden waarin de niveau's van de drie begrippen aan elkaar gerelateerd werden en wel zodanig dat ze tot een vergelijkbaar theoretisch niveau zijn uitgewerkt. De vier clusters zijn als volgt getypeerd:
Cluster A: Kringloop (1a), (1b) en (1c);
 Ecosysteem (1) en (2);
 Evenwicht (1a), (1b), (1c) en (2).
Cluster B: Kringloop (2a) en (2b);
 Ecosysteem (3a) en (3b).
Cluster C: Ecosysteem (4).
Cluster D: Ecosysteem (5);
 Evenwicht (3).
- c. Ieder van de vier clusters is vervolgens met behulp van criterium (a) uitgewerkt en wel zodanig dat de begrippen geplaatst zijn binnen de onderscheiden kennisniveau's (zie figuur 24 t/m 27). Criterium (c), de ontwikkeling van de kiem, is verwerkt in het traject dat leidt tot de ontwikkeling van het begrip ecosysteem.

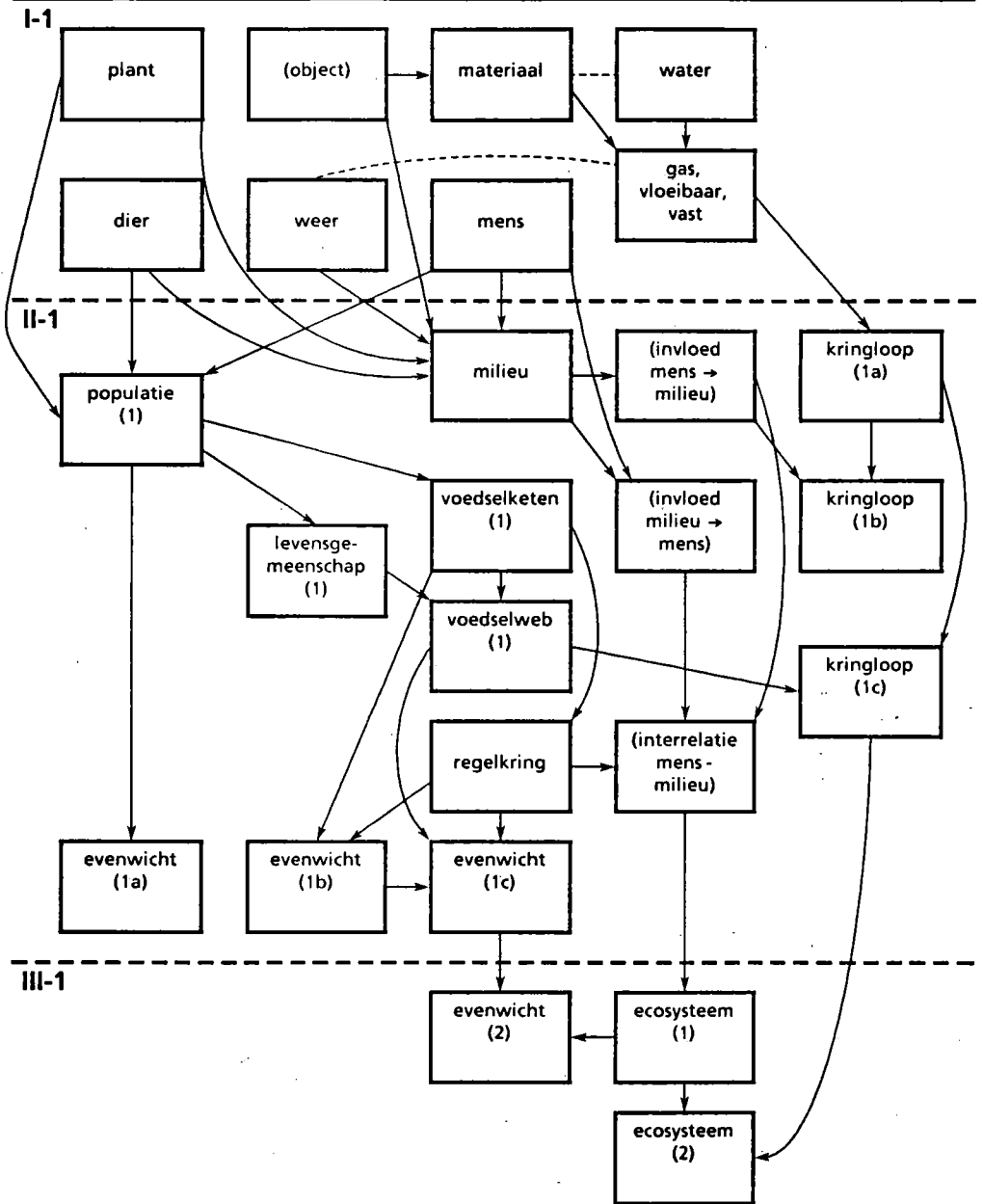
De vier clusters A t/m D (figuur 24 t/m 27) zijn, zoals blijkt, ook onderling met elkaar verbonden. Cluster A omvat noodzakelijke voorkennis voor de clusters B, C en D; de clusters B, C en D omvatten geen noodzakelijke voorkennis voor elkaar.

In figuur 24 zijn de drie kennisniveau's aangegeven (I, II en III). Een aantal begrippen staan tussen haakjes; daar wordt mee bedoeld dat het om het begrip gaat en dat het label (de naam van) voor het begrip op zich weinig relevantie heeft.

Ook bij een aantal andere begrippen dan kringloop, ecosysteem en evenwicht is een niveauaanduiding toegevoegd: de betekenis daarvan kan aan de noodzakelijke voorkennis worden ontleend.

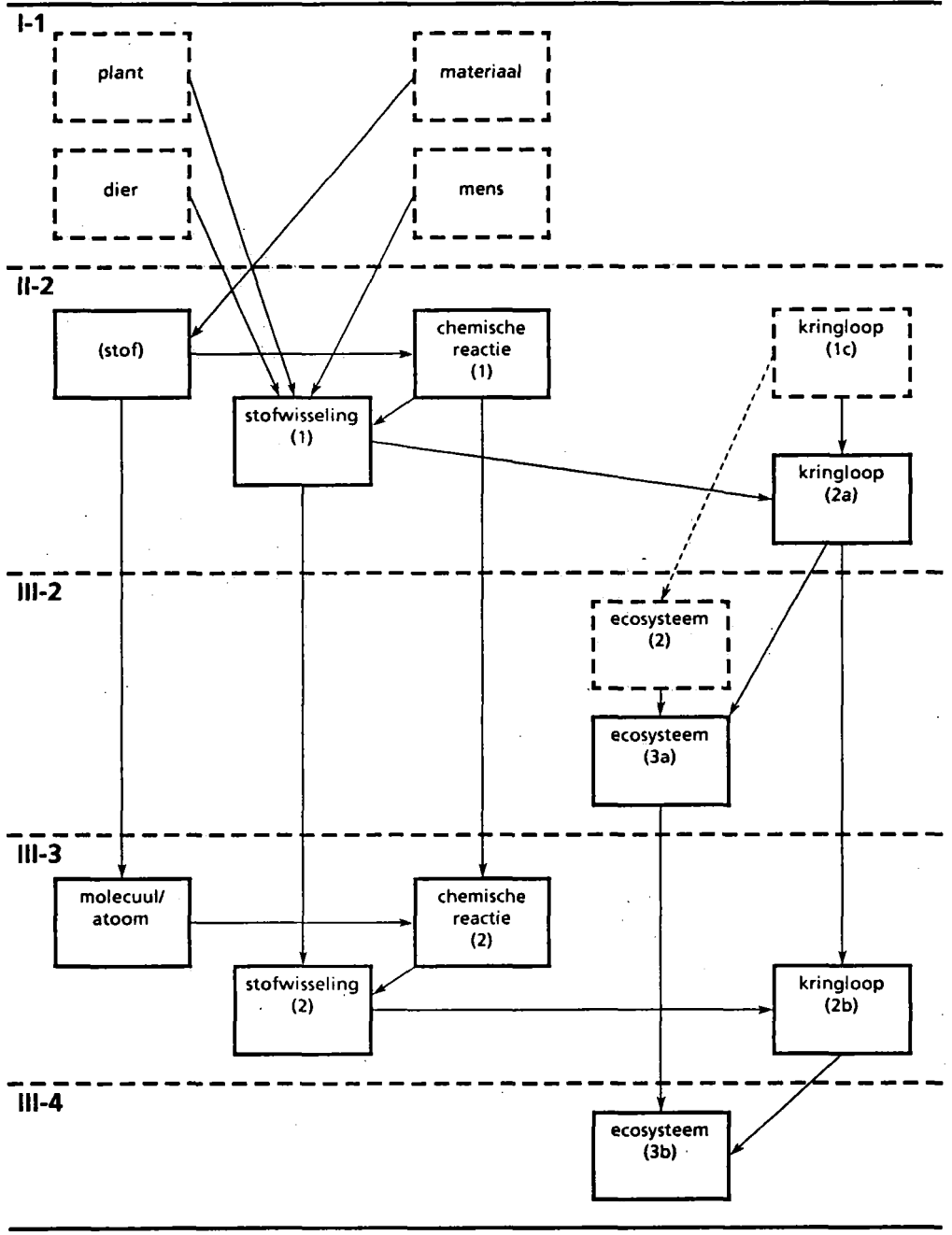
In de figuren 25 t/m 27 zijn de kennisniveau's steeds opnieuw aangegeven en wel zodanig dat iedere volgende maal dat een kennisniveau aan de orde komt dat door middel van een volgnummer is aangegeven. Cluster B (figuur 25) omvat drie verschillende kennisniveau's III en die zijn dan ook doorgenummerd: III-2 (na III-1 in figuur 24) etc.

Een aantal begrippen die in de clusters B t/m D noodzakelijke voorkennis vormen voor andere begrippen werden al in cluster A (figuur 23) geïntroduceerd. Deze begrippen zijn met een stippellijn omkaderd. Het energiebegrip in figuur 26 staat de eerste keer tussen haakjes. Daarmee wordt bedoeld dat het om het energiebegrip op het niveau van verschijnsel (elektriciteit, warmte, licht) gaat en niet om het theoretische energiebegrip.

A

Figuur 24. Cluster A van de conceptuele structuur.

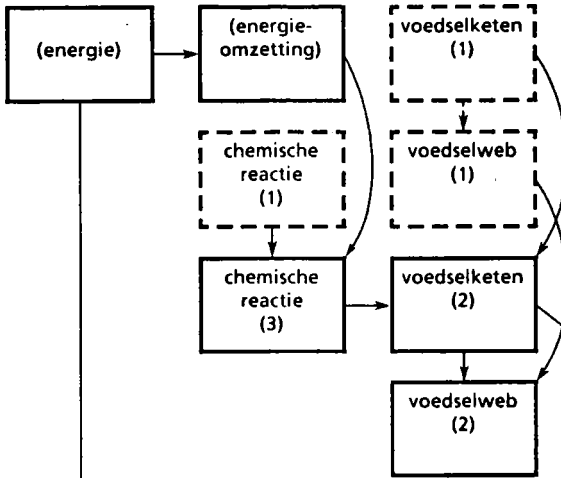
B



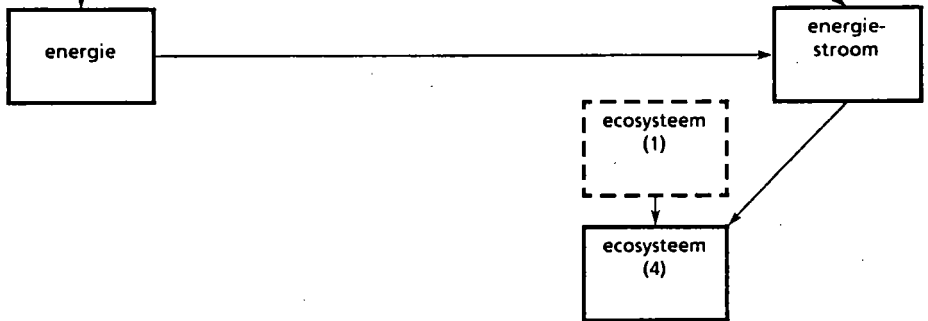
Figuur 25. Cluster B van de conceptuele structuur.

C

II-3



III-5



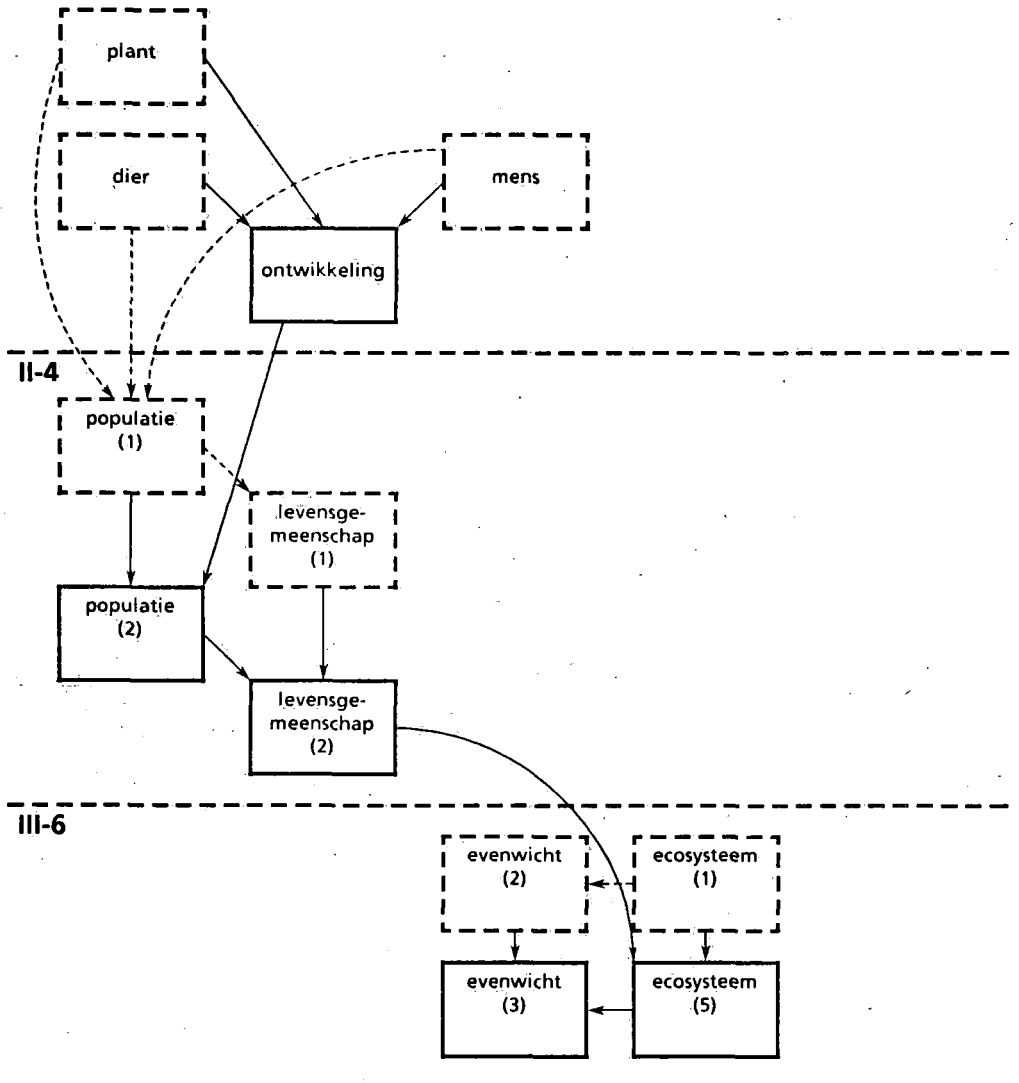
Figuur 26. Cluster C van de conceptuele structuur.

Niet alle begrippen die in de figuren 24 t/m 27 zijn opgenomen behoren tot NME; voor een deel zijn het begrippen die deel uit maken van de vakken natuuronderwijs en aardrijkskunde in het basisonderwijs, en de vakken aardrijkskunde, biologie, natuurkunde en scheikunde (natuuronderwijs) in het voortgezet onderwijs. Daarnaast zijn er begrippen opgenomen, bijvoorbeeld het begrip levensgemeenschap, die tot een van de schoolvakken gerekend behoren te worden, maar die door dat het hier relaties of systemen betreft waar de mens deel van uit maakt, onder de definiëring van NME vallen. In de figuren is dus tevens aangegeven hoe elementen van NME op de schoolvakken aansluiten.

De conceptuele structuur die hier is afgebeeld is niet gerelateerd aan leeftijden. In constructivistische theorieën over leren, zoals die in § 2.2. zijn aangeduid, wordt er van uitgegaan dat de voorkennis bepaalt welke kennis in de cognitieve structuur kan worden opgenomen en dat niet de leeftijd of ontwikkelingsfase daarvoor bepalend zijn.

D

I-2



Figuur 27. Cluster D van de conceptuele structuur.

Aangezien in veel gevallen NME ingebed moet worden in de bestaande schoolvakken, zal in de meeste gevallen de bestaande schoolpraktijk dan ook bepalen wanneer welke delen van de conceptuele structuur aan de orde kunnen komen. Dat betekent dat toch enkele vaste punten kunnen worden aangegeven.

Begrippen van het fenomenologisch niveau in cluster A (I-1) komen aan de orde in natuuronderwijs zoals dat door het project Natuuronderwijs voor de Basisschool is omschreven (NOB, 1987). Ook de begrippen kringloop (1a),

(1b) en (1c) en voedselketen worden vaak in de hoogste klassen van de basisschool geïntroduceerd. Maar deze begrippen worden ook vaak (opnieuw) geïntroduceerd in de brugklas of 2e klas van het voortgezet onderwijs. Het begrip ecosysteem (1) wordt echter slechts incidenteel in de onderbouw geïntroduceerd; veelal gebeurt dat niet eerder dan in de 4e klas van het voortgezet onderwijs.

De begrippen chemische reactie en molecuul worden thans in de meeste gevallen pas in de 3e klas van het voortgezet onderwijs geïntroduceerd, zodat het voor de hand ligt de begrippen ecosysteem (3a) en (3b) en kringloop (2b) te reserveren voor de 3e of 4e klas. Het abstracte energiebegrip heeft voor de meeste leerlingen pas enige betekenis nadat het in de 3e of 4e klas bij natuurkunde is ontwikkeld. Veel leerlingen hebben echter ook nadien nog een inadequaat inzicht in het energiebegrip (Duit, 1986).

Resumerend lijkt het voor de hand te liggen om de clusters A en D te incorporeren in de basisvorming; de clusters B en C zouden dan in de bovenbouw aan de orde moeten komen. Opgemerkt moet overigens worden dat cluster C eventueel nog kan worden uitgebreid met het begrip entropie en dat dit begrip nog kan worden verbonden met ecosysteem (5); daardoor ontstaat dan de mogelijkheid om evolutionaire systeemtheorie met meer diepgang te introduceren (zie § 2.1.). De complexiteit daarvan is echter zodanig dat het de vraag is of dat eerder haalbaar is dan in 5 Atheneum.

De conceptuele structuur kan op verschillende manieren worden gehanteerd. Enerzijds kan de conceptuele structuur een van de hoofdelementen zijn voor een longitudinaal leerplan NME. De conceptuele structuur wordt dan gehanteerd als conceptuele leerplanstructuur (Boersma & De Kievit, 1987). De conceptuele structuur kan echter ook worden gebruikt bij het ontwerpen van een lessenreeks, les, of zelfs als leeractiviteit. Steeds kunnen er stappen aan worden ontleend die achtereenvolgens moeten worden uitgewerkt. Aan figuur 24 (Cluster A) kan bijvoorbeeld de sequentie voedselketen-regelkring-evenwicht (1b) worden ontleend. Dat betekent dan dat een onderwijsleeractiviteit moet worden ontworpen waarin leerlingen vanuit het begrip voedselketen het begrip regelkring ontwikkelen; dat moet dan zodanig worden toegepast dat het begrip evenwicht (1b) er uit kan worden afgeleid. De onderwijsleeractiviteit bestaat dan wellicht uit een onderwijsleergesprek waarin de sequentie tot vragen is verwerkt. Tot slot zou leerlingen gevraagd kunnen worden beide populaties in een grafiek uit te zetten (zie figuur 18).

Verder is het natuurlijk ook mogelijk om de conceptuele structuur te gebruiken bij analyse van schoolboeken, bijvoorbeeld in het kader van lesvoorbereiding. De conceptuele structuur van het schoolboek kan worden vergeleken met de conceptuele structuur die hier is gepresenteerd. Op grond daarvan kan dan worden bepaald op welke plaatsen aanvullende uitleg gegeven moet worden of waar eventueel van het schoolboek zal worden afgeweken. In veel schoolboeken blijkt bijvoorbeeld het begrip kringloop (1c) op een onduidelijke manier verbonden te zijn met de begrippen levensgemeenschap (1) en ecosysteem (1), als het begrip ecosysteem al geïntroduceerd wordt. In veel schoolboeken blijft ook impliciet dat het in voedselketens om populaties gaat.

Tenslotte kan de conceptuele structuur ook gebruikt worden om -en daar gaat het in het kader van dit boek vooral om- milieuproblemen mee te beschrijven. Milieuproblemen kunnen beschreven worden op fenomenologisch niveau, op het niveau van wetmatigheden of op theoretisch niveau.

Milieuproblemen kunnen ook beschreven worden -en dat is daar een uitwerking van- met behulp van de begrippen zoals die gerangschikt zijn in de clusters A t/m D. Alvorens daar in hoofdstuk 3 nader op in te gaan, zal eerst worden ingegaan op aard en oorzaak van milieuproblemen en hoe daar in de klas mee kan worden omgegaan.

3 Milieuproblemen in het onderwijs

Anno 1988 staan milieuproblemen hoog op politieke agenda's. De situatie was al lang alarmerend, maar begint nu als serieus maatschappelijk probleem erkenning te krijgen, vooral als het gaat om verschijnselen op mondiale schaal. Sommigen vragen zich zelfs af of het al niet te laat is. In Europa zijn grote delen van de bossen inmiddels afgeschreven, terwijl in de tropen het regenwoud nog steeds in ijtempo wordt gekapt. Onder invloed van veranderingen in de atmosfeer lijken klimaatsveranderingen onafwendbaar.

Vanuit beleidskringen wordt steeds harder geroepen (tot nu toe) dat ingrijpende maatschappelijke veranderingen op til zijn. Kleine veranderingen zijn al wel waarneembaar, al was het alleen al de groei in kosten die voor het milieu worden gemaakt. Het is bijna onafwendbaar dat de leerlingen van vandaag in een maatschappij zullen functioneren die alle zeilen moet bijzetten om de omgeving leefbaar te houden. Alle redenen dus om milieuproblemen in het onderwijs te behandelen.

In de praktijk blijkt dat veel scholen dat ook doen, al verschilt de wijze waarop nogal. Dit heeft onder meer te maken met de complexiteit van milieuproblemen. Milieuproblemen worden voor een deel verklaard vanuit natuurwetenschappelijke kaders (§ 3.1.1.). De oplossingen vragen echter altijd om maatschappelijke veranderingen, die uiteindelijk ook individuen raken.

Maar het is geen uitgemaakte zaak of de veranderingen beginnen en/of eindigen bij individuen (§ 3.1.2.).

In de onderwijspraktijk lijken docenten daarover in verwarring te geraken. De vraag is welke doelstellingen nagestreefd en welke beoogde effecten verwacht mogen of kunnen worden (§ 3.2.).

Van groot belang is natuurlijk de vraag hoe milieuthema's in het onderwijs kunnen worden ingepast. Daartoe wordt een model gepresenteerd om het omgaan met milieuproblemen -van probleemsignalering tot probleemoplossing- in beeld te brengen (§ 3.3.). Dat model kan ook gebruikt worden om actuele milieuproblemen aan de orde te stellen (§ 3.4.1.). Tot slot wordt aangeduid hoe een milieuprobleem, op basis van het in hoofdstuk 2 uitgewerkte ecologisch denken kan worden uitgewerkt (§ 3.4.2.).

3.1. Oorzaken van en oplossingen voor

3.1.1. Oorzaken en oplossingen

Langzamerhand worden we vrijwel dagelijks geconfronteerd met milieuproblemen. Weliswaar nog zelden aan den lijve, maar dan toch in ieder geval via berichtgeving in de media. Het zijn vooral de grootschalige problemen en de calamiteiten die onder de aandacht worden gebracht. Een nucleaire ramp, mestoverschotten, verbrokkeling van de

ozonlaag, een gifschandaal, plotselinge sterfte van vissen zijn voorbeelden van milieurampen met nieuwswaarde. De calamiteiten leveren in berichtgevingen vrij snel een directe oorzaak op, een schuldige. Een produktieproces, gebrekkige veiligheidsnormen, illegale activiteiten. Menselijke fouten worden dan in verband gebracht met de signaleerde verstoring. Ook de effecten op mens en milieu en de (ad-hoc) maatregelen worden meestal genoemd.

In de media wordt op zijn minst de suggestie gewekt dat we met goed gedefinieerde milieuproblemen zitten waarvoor een eenduidige oorzaak (en schuldige) aan te wijzen is. Zo eenvoudig ligt het echter niet. Een eerste probleem zit al in de aard van de berichtgeving. Eijkelhof & Lijnse (1987) lieten zien dat in de berichtgeving over het ongeval met de kerncentrale in Tsjernobyl uiteenlopende voorstellingen gehanteerd werden ten aanzien van onder meer straling en radioactiviteit. In veel gevallen weken deze voorstellingen sterk af van de gangbare fysieke omschrijvingen. Over te nemen maatregelen nadat een milieuramp is geconstateerd, blijven berichten soms zelfs geheel achterwege. Hooguit wordt het publiek geconfronteerd met verschillende meningen over hoe de samenleving zou moeten reageren. Met "de samenleving" wordt dan bedoeld: "de wetenschap", "de politiek", "de publieke opinie", "het bedrijfsleven". Berichtgeving over genomen maatregelen is vaak onduidelijk. Bovendien hebben de oplossingen vaak een sterk technologisch karakter en zijn ze voor het publiek veelal minder goed te beoordelen. En het gaat er toch vooral om dat de "uitwas" wordt gecorrigeerd? Dat is toch de taak van de overheid! Met een zekere regelmaat echter verschijnen echter ook artikelen waaruit blijkt dat de ernst van de milieuproblemen zodanig is dat we het met aanpassingen niet meer redden en dat het fundamenteel anders moet. Een meer fundamentele aanpak van milieuproblemen kan alleen gerealiseerd worden als daarvoor voldoende mate maatschappelijke en politieke ondersteuning is. Als belanghebbenden inzien dat belang op korte en lange termijn niet samenvallen en accepteren dat lange termijn belangen prevaleren.

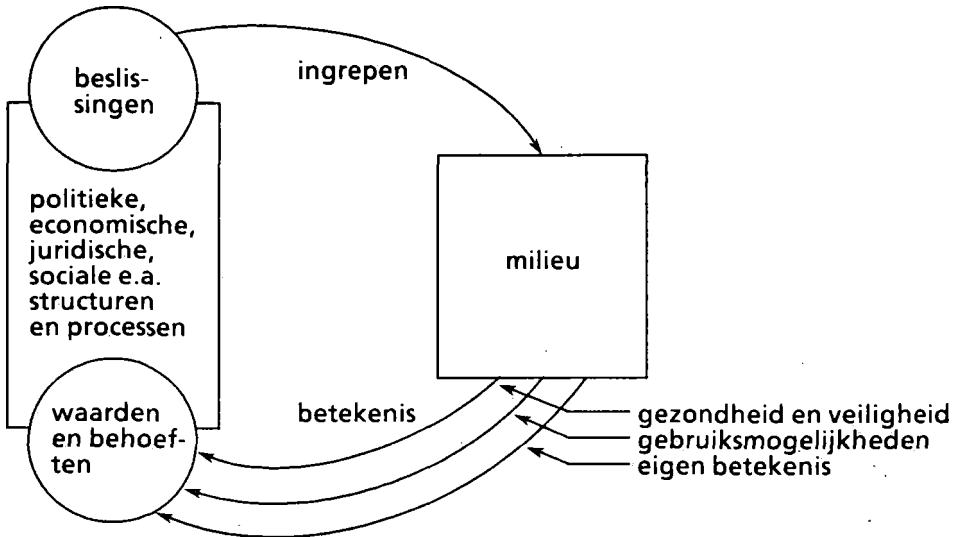
Geconstateerd moet worden dat het in veel gevallen helemaal niet duidelijk is wat de oorzaken van een milieuprobleem zijn en zelfs of iets wel een milieuprobleem is. Het ligt dan ook voor de hand om terwille van terminologische duidelijkheid te rade te gaan bij de milieukunde of bij anderen die zich met het oog op onderontwikkeling baseren op elementen van de milieukunde.

Udo de Haes (1984) omschrijft een milieuprobleem als "een aantasting of dreigende aantasting van de kwaliteit van het milieu" en als "verstoring van de mens- en milieurelatie" (p. 23). Het NME-VO project (1988) definieert milieuproblemen als volgt: "we spreken pas van een milieuprobleem als de effecten van menselijk ingrijpen negatief gewaardeerd worden".

De eerste definitie gaat uit van het formuleren van milieukwaliteiten. De tweede hanteert waarderingscriteria. In beide gevallen gaat het om door mensen toegeschreven belangen aan het milieu, uitgedrukt in kwaliteits- respectievelijk waarderingsnormen.

Dat komt nog scherper tot uitdrukking in de omschrijving van Bouwer & Klaver (1987), die een milieuprobleem omschrijven als "een situatie die wordt ervaren als een actuele of potentiële verstoring van essentiële mens-milieu-relaties of van het welzijn van andere organismen" (p. 4). Zowel in de omschrijving van Bouwer & Klaver als in die van Udo de Haes wordt gesproken over mens-milieurelaties, terwijl er hier van uitgegaan wordt dat juist de relatie mens-milieu het object van NME is.

Gezien deze convergentie ligt het erg voor de hand om te putten uit de conceptuele kaders van de milieukunde. Geconstateerd kan worden dat de milieukundige terminologie zoals die door Udo de Haes is gehanteerd redelijk gangbaar is; ook het NME-VO project (op cit.) baseert zich op een door hem ontwikkeld model met betrekking tot de relatie mens-milieu (zie figuur 2). Udo de Haes geeft zelf de volgende uitwerking van dit model (figuur 28).



Figuur 28. De relatie mens - milieu (naar: Udo de Haes, 1984).

In dit model zijn drie typen betekenissen van het milieu voor de mens onderscheiden, namelijk gezondheid en veiligheid, gebruiksmogelijkheden en een eigen (intrinsieke) betekenis. Ook "de mens" is verder uitgewerkt: het gaat om maatschappelijke processen waarin enerzijds betekenis wordt verleend aan het milieu en waarbij anderzijds op grond daarvan beslissingen genomen worden ten aanzien van de ingrepen in het milieu. Kritiek op dit model werd reeds in § 1.4. gegeven. Daar werden twee kritiekpunten genoemd:

1. Het model laat na mens en milieu binnen één systeem te brengen waardoor algemene systeemeigenschappen als "ontwikkeling" en "evenwicht" buiten beeld blijven.
2. Het model is niet expliciet verbonden met een algemene theorie, alhoewel het impliciet gebaseerd is op cybernetische systeemtheorie/systeemecologie.

In § 2.1 werden verschillende theoretische fundamenten binnen de ecologie geschetst, waarbij geconcludeerd werd dat de gangbare theorieën, veelal gebaseerd op cybernetische systeemtheorie en/of systeemecologie lang niet in alle opzichten adequaat zijn. Binnen deze benadering plaatst de mens zich in de rol van scheidsrechter, waarbij het milieu gezien wordt als beheersbaar systeem. In dit model kan de mens aan de knoppen van het systeem draaien en beschikken over vernietiging of handhaving. Als alternatief hiervoor werden de kaders van ecologisch denken geschetst, waarbij de mens wordt gezien als deelnemer aan zich ontwikkelende ecosystemen. Evenwichtssituaties (met de daarbij behorende set van drempelwaarden) zijn daarbij slechts van tijdelijke aard (zie § 2.4.3.).

Het ecologisch denken kan bovendien als synthese worden gezien van de twee groepen theorieën die volgens Boersema (1984) worden gehanteerd voor het geven van verklaringen over oorzaken van milieuproblemen. Hij onderscheidt de volgende typen theorieën:

1. De historische theorieën.

Deze spreken zich uit over het ontstaan van milieuproblemen vanuit een historisch gegroeid verschijnsel. Bijvoorbeeld: "het milieuprobleem is inherent aan industriële samenlevingen". "Het milieuprobleem is veroorzaakt door een veranderende houding van de mens tegenover de natuur".

2. Theorieën die een bepaald principe centraal stellen.

De gehanteerde principes komen vaak voort uit ecologische theorieën of zijn daar sterk mee verwant. Voorbeelden zijn uitspraken over kringlopen: "milieuproblemen ontstaan als kringlopen worden doorbroken". Boersema noemt het holisme, kringloopbegrip en systeemdymanica als voorbeelden van gehanteerde principes.

In het kader van didactiekontwikkeling NME is het in aansluiting wat in § 2.1. is vermeld over ecologisch denken -en in aansluiting op het onderscheid dat Boersema maakt- van belang dat met betrekking tot oorzaken van milieuproblemen drie aspecten aan de orde komen, namelijk:

- a. Het ontstaan van het milieuprobleem, het milieuprobleem als resultante van historische processen; bijvoorbeeld bevolkingsgroei, veranderingen van productieprocessen en consumptiepatronen;
- b. een fundering van het milieuprobleem met behulp van aan het ecologisch denken ontleende begrippen met name: ecosysteem, kringloop, evenwicht;
- c. de (wijziging in) betekenisverlening/waardering van het milieuprobleem, in relatie tot te maken keuzen; bijvoorbeeld het afvragen van de (ogenschijnlijk) tegengestelde belangen van bedrijfsleven versus gezondheid en milieu.

Juist omdat het model van Udo de Haes -ook binnen NME- zo frequent wordt gehanteerd, is het van belang dat naast de punten van kritiek die hierboven al zijn aangegeven, op nog een paar punten van kritiek wordt ingegaan. Met name gaat het om het volgende:

3. De relatie die gelegd wordt tussen oorzaken van en oplossingen voor milieuproblemen is onjuist.
4. De koppeling tussen type ingrepen van de mens en organisatieniveau's is onvoldoende gefundeerd.

Beide punten zullen nu nader worden toegelicht.

Udo de Haes signaleert dat in de milieukunde signalering, beslissing en voorspelling; analyse; en oplossing van milieuproblemen ieder een eigen veld van onderzoek zijn (p. 26). Bij analyse zou het dan met name gaan om het geven van een beeld van het totaal van oorzaken en gevolgen van milieuproblemen. Hij wijst er dan op dat voor grote-schaal en lange-termijn problemen vaak oorzaken als bevolkingsgroei, productie-omvang en aard van de technologie worden genoemd, terwijl voor problemen op kleinere schaal en kortere termijn de verklaringen daarentegen vaak multicausaal zijn. De maatschappij is voor hem steeds begin- en eindpunt van analyse.

Twee zaken worden hiermee onvoldoende uitgewerkt. In de eerste plaats geeft hij in feite aan dat signalering, analyse en oplossing vanuit verschillende disciplines worden onderzocht. Dat leidt er toe dat, indien niet vanuit een zelfde metatheoretisch kader wordt gewerkt, het probleem, de analyse en de oplossingen vanuit een verschillend theoretisch kader worden beschreven, waardoor de kans op adequate oplossingen bepaald niet toeneemt. Onvoldoende wordt uitgewerkt dat een bepaalde theoretische keuze zal leiden tot bepaalde typen maatregelen. Hierop zal zo dadelijk verder worden ingegaan.

In de tweede plaats wordt gesteld dat een ingreep tot directe effecten zal leiden die op hun beurt tot indirecte effecten kunnen leiden. Hij gaat daarbij voorbij aan het inzicht dat ook in cybernetische systemen veel ingrepen pas op lange termijn effect zullen hebben, waardoor het onduidelijk is wat de oorzaak ervan is; en dat verschillende beginsituaties van een systeem kunnen leiden tot dezelfde eindsituaties (equifinaliteit). De nieuwe evolutionaire systeemtheorieën vestigen er bovendien de aandacht op dat een zelfde ingreep door "toeval" kan leiden tot verschillende effecten en dat effecten kunnen verschillen afhankelijk van de fase van ontwikkeling van het systeem.

Udo de Haes onderscheidt vier systeemniveau's: landschappen, ecosystemen, compartimenten (water, bodem, lucht en organismen) en factoren en componenten (fysische en chemische). Deze systeemniveau's corresponderen maar gedeeltelijk met organisatieniveau's, zoals die onder meer door Odum (1971) zijn onderscheiden. Landschappen zijn nog onnauwkeuriger omgrensde systemen dan ecosystemen en bovendien lijkt het op zijn minst zinvol om ook cellulaire systemen te onderscheiden. De biosfeer als systeem (Gaia) wordt door hem wel genoemd, maar wordt kennelijk niet relevant genoeg gevonden om in de reeks systeemniveau's opgenomen te worden. Een onderscheid tussen een populatie/levensgemeenschap-benadering en een procesbenadering wordt door hem niet gemaakt. De door hem onderscheide systeemniveau's hebben hooguit enige descriptieve waarde, maar zijn onvoldoende gefundeerd.

Desondanks verbindt hij deze systeemniveau's met een typologie van ingrepen, namelijk met:

- verontreiniging (dat wil zeggen toevoeging van iets);
- uitputting (dat wil zeggen verwijdering van iets);
- aantasting (dat wil zeggen verandering van iets).

Hij stelt dan: "De grenzen tussen deze soorten problemen zijn niet scherp. Toch biedt deze indeling, te samen met het systeemniveau waarop wordt ingegrepen en de verdere route van het milieu-effect, goede mogelijkheden voor een typering van milieuproblemen." (p. 23). De koppeling die hij voorstaat kan als volgt worden samengevat: verontreiniging werkt vooral op het fysisch/chemische systeemniveau in, uitputting op de compartimenten, aantasting op landschappen en populaties.

Naast de kritiek die reeds gegeven is op de systeemniveau's, rijst de vraag in hoeverre deze typologie van ingrepen niet voor ieder organisatieniveau geldt. Hier wordt er van uitgegaan dat dat inderdaad het geval is.

Verontreiniging treedt op door toevoeging van een element aan een systeem; het element kan in meer of mindere mate in het systeem worden opgenomen; een wasmachine in een beschermd landschap is ook vervuiling. Uitputting treedt op indien een van de elementen van een systeem geleidelijk aan aan het systeem onttrokken wordt. Dat wil zeggen als een kringloop ophoudt kring te zijn: ieder onttrekken van grondstoffen zonder dat effectieve recycling optreedt zal op den duur dus leiden tot uitputting.

Aantasting treedt op indien een van de componenten van het systeem is aangetast en op een andere wijze invloed heeft op andere elementen van het systeem; een zieke populatie sperwers kan er toe leiden dat populaties prooidieren in omvang toenemen.

Verontreiniging betekent verandering in het systeem en kan leiden tot meer of minder desastreuze veranderingen van het systeem. Een wasmachine in het landschap kan lang blijven liggen en zal voorlopig hooguit leiden tot irritatie van recreanten. Toevoeging van stoffen aan cellen kan echter leiden tot celdood en -indien daarmee functies verminderen of uitvallen- tot dood van het organisme en eventueel een reductie van de populatiegrootte. Duidelijk is dan ook dat toevoeging van elementen aan

bijvoorbeeld een cellulair niveau op den duur kan leiden tot aantasting op zowel cellulair niveau, organismisch niveau als ecosysteemniveau. Anderzijds kan aantasting op organismisch niveau ook leiden tot uitputting op cellulair niveau.

De conclusie is dan ook dat verontreiniging, uitputting en aantasting op alle organisatieniveau's kunnen spelen, maar ook dat een ingreep verschillende effecten kan hebben op verschillende organisatieniveau's.

Oplossingen voor milieuproblemen komen altijd neer op ander gedrag van mensen en vaak op bijstelling van maatschappelijke processen. Hierboven werd reeds aangegeven dat de aard van de maatregelen die moeten leiden tot bijstelling van gedrag van mensen of tot bijstelling van maatschappelijke processen in belangrijke mate bepaald wordt door het gekozen theoretisch vertrekpunt.

In de binnen de milieukunde gangbare cybernetische systeemopvatting wordt er, zoals in § 2.1. is uiteengezet (zie ook Kwa, 1984), impliciet van uitgegaan dat het milieu bestuurbaar is. Concreet kan dat dan leiden tot maatregelen die er op gericht zijn ecosystemen in takt te laten, dat wil zeggen geen elementen aan ecosystemen onttrekken (en dus kringlopen af te breken) en te trachten evenwichten te bewaren door te voorkomen dat drempelwaarden worden overschreden. Drempelwaarden vormen vaak de richtlijnen waarmee natuur en milieu tegemoet worden getreden: zolang drempelwaarden niet worden overschreden is er niets aan de hand en kan exploitatie worden voortgezet.

Uiteengezet werd ook dat de gangbare cybernetische systeemopvattingen maar een beperkte geldigheid hebben en dat evolutionaire systeemtheorieën in opkomst zijn. De stand van zaken is momenteel zodanig dat nog maar ten dele duidelijk is wat voor maatregelen genomen zouden kunnen worden vanuit een opvatting dat het gaat om systemen waaraan de mens deelnemer is, om systemen die zich in de loop van de tijd verder ontwikkelen. In feite is -gezien de ernst en omvang van veel milieuproblemen- de vraag juist welke maatregelen efficiënt kunnen zijn in ecosystemen die in niet-evenwicht zijn. Zijn de ontwikkelingen niet meer bij te sturen en wordt de mens meegesleurd in een ontwikkeling die hij zelf heeft veroorzaakt of versneld? Indien dat standpunt wordt ingenomen is slechts berusting mogelijk en hebben maatregelen nauwelijks zin. Het existentieel enig zinvolle standpunt is dat bijstelling van een ontwikkeling nog steeds mogelijk is en dat de mens nog mede invloed kan hebben op zijn toekomst. Inherent aan het ecologisch denken zoals dat in § 2.1. is gedefinieerd, is dat in veel gevallen effecten van ingrepen onvoldoende kunnen worden overzien, aangezien drempelwaarden waarbinnen evenwichten kunnen blijven bestaan, zich in de loop van de ontwikkeling van ecosystemen kunnen verleggen (Peterman, Clark & Holling, 1979).

Harms & Smeets (1988) stellen nadrukkelijk dat evenwichtstoestanden veelal impliciet als referentiepunten voor beleid hebben gefungeerd en dat in de evolutionaire opvatting van ecosystemen fixatie van een bepaalde toestand even willekeurig is als het toelaten van verandering.

In veel gevallen is milieubeleid dat hiermee rekening houdt voorlopig nog een illusie. Zo worden vangstquota in de Noordzee slechts bepaald op grond van onnauwkeurige schattingen van de omvang van populaties. Het ecosysteem waar de vispopulaties deel van uitmaken, is nog maar voor een deel in kaart gebracht, zodat het in feite nauwelijks mogelijk is om voorspellingen te doen over effecten van ingrepen. Gezien de ernst van de ingrepen in het ecosysteem -visvangst, lozingen- kunnen onverwachte effecten niet uitblijven. Het afsterven van een groot deel van de zeehondenpopulaties door virusinfectie kan als zo'n onverwacht effect

worden opgevat. Om in ecosystemen als de Noordzee naar een meer verantwoord milieubeleid te kunnen komen (en dus ook om op een meer verantwoorde manier vangstquota te kunnen bepalen) is het volgens Harms & Smeets (op. cit., p. 53) van belang "te beschikken over integrale waarnemings- en analysemethoden, waarmee de samenhang in een veranderend ecosysteem kan worden gevolgd (monitoring). Van grote betekenis lijkt daarbij om zelf-ordeningsprocessen (...) op te sporen. Dat wil zeggen processen of ontwikkelingen met een positieve feedback, die leiden tot een grotere ordening, differentiatie en samenhang (...)". Kernpunt in op ecologisch denken gebaseerde maatregelen zal moeten zijn dat de voorspelbaarheid van effecten van ingrepen (milieuproblemen en hun oplossingen) maar in beperkte mate mogelijk is en dat het toeval een rol speelt. Om de onvoorspelbaarheid niet nog geringer te maken zal het nodig zijn een einde te maken aan uitputting van hulpbronnen en vernietiging van ecosystemen en zal een koers naar "sustainable development" moeten worden ingezet (zie § 2.1.).

Om milieuproblemen te definiëren, oorzaken te analyseren en oplossingen te genereren is ecologisch denken zoals hier omschreven een geëigende ingang. Geïllustreerd werd echter dat verwacht moet worden dat ten aanzien van veel aspecten alleen nog maar onnauwkeurige uitspraken gedaan kunnen worden omdat enerzijds nog onvoldoende onderzoeksgegevens beschikbaar zijn en anderzijds maatregelen op grond van ecologisch denken nog niet altijd voldoende zijn geoperationaliseerd.

De nieuwe ecologische opvattingen maken echter duidelijk dat geen beslissingen genomen kunnen worden gericht op een in stand houden van een ideale natuur in evenwicht. Daarmee wordt de opvatting van Udo de Haes (op.cit.) onderstreept die stelt dat uitsluitend sprake kan zijn van een natuur- en milieuwaardering die kan worden ontleend aan maatschappelijke, ethische of esthetische motieven (Harms & Smeets, op.cit. p. 52). Deze waarden kunnen dan leiden tot handelen. In het ecologisch denken zoals dat hier is omschreven maakt de mens -met zijn waardentoekenningen- echter deel uit van ecosystemen en in laatste instantie van de biosfeer. Beleidsmaatregelen zouden primair gericht moeten zijn op het in stand houden van deze systemen; dat wil zeggen dat gestreefd zou moeten worden naar een grotere ordening, differentiatie en samenhang. Op dit punt onderscheidt ecologisch denken zich dan ook van de nieuwe evolutionaire ecologische opvattingen. Het gaat wel degelijk om het voortbestaan van deze systemen, omdat zij voorwaarde zijn voor het voortbestaan van de mens. De mens heeft een "Doppelstellung" (Kattmann, 1977). Hij is deelnemer aan deze systemen, maar om zijn invloed op de ontwikkeling van deze systemen goed aan te wenden, is het noodzakelijk dat hij ook als toeschouwer kijkt naar de effecten van zijn eigen gedrag. En dat betekent vooral het geven van waardentoekenningen aan maatschappelijke processen en individueel gedrag, niet op grond van hun intentie, maar op grond van hun effect.

3.1.2. Implementatie van oplossingen

In § 3.1.1. is uiteengezet wat het betekent als milieuproblemen volgens een bepaald theoretisch kader worden omschreven. Gesteld is ook -in aansluiting op binnen de milieukunde gangbare opvattingen- dat oplossingen in feite alleen gebaseerd kunnen worden op maatschappelijke geaccepteerde waarden die aan natuur en milieu worden toegeschreven. Daarmee wordt ook duidelijk dat het om oplossingen te implementeren noodzakelijk is om over kennis te beschikken met betrekking tot de wijze waarop maatschappelijke processen lopen en kunnen worden beïnvloed.

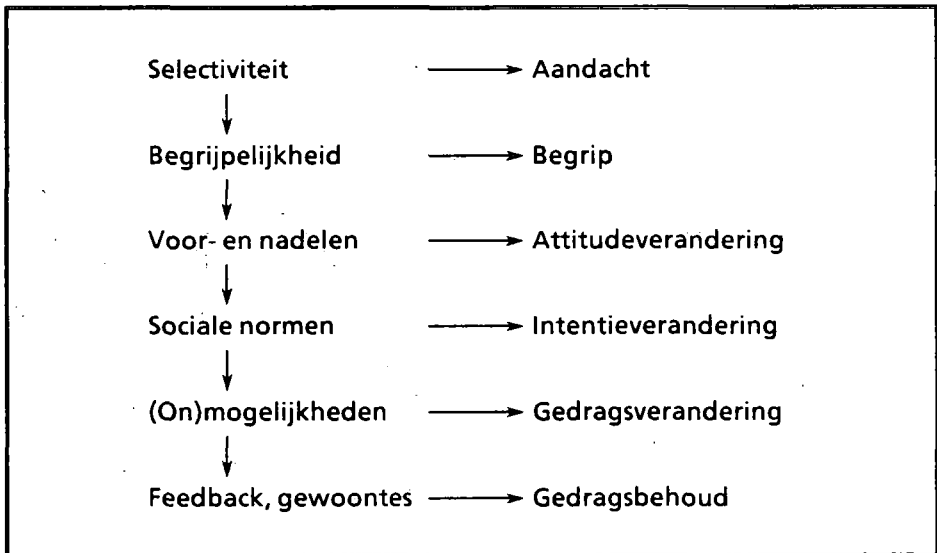
Wat betreft maatschappelijke processen onderscheidt Udo de Haes (1988) drie reguleringsmechanismen:

1. Fysieke mechanismen.
2. Sociale mechanismen.
3. Financiële mechanismen.

Onder fysieke mechanismen verstaat hij een uiteenlopend pakket van eisen die gesteld worden aan het gedrag van mensen, manieren van productie en aan produkten zelf. De eisen worden geformuleerd in wetten, verbodsbepalingen, sancties en dergelijke. Als voorbeelden kan gedacht worden aan snelheidsbeperkingen, aparte inzameling chemisch afval, de verplichting tot ontzwaveling van gassen en het bestraffend optreden tegen lozingen op oppervlaktewater.

Sociale mechanismen zijn onder te verdelen in voorlichting/educatie, procedures en overeenkomsten. Onder procedures wordt bijvoorbeeld verstaan milieu-accountancy, en milieu-effect-rapportages. Procedures zouden het milieu een volwaardiger plaats kunnen bezorgen in besluitvorming. Overeenkomsten zijn afspraken (veelal tussen overheden en bedrijven) die tot doel hebben vervuiling binnen bepaalde grenzen te houden. Voorbeelden zijn de afspraken om bepaalde drijfgassen uit spuitbussen te laten en om binnen een bepaalde termijn te streven naar fosfaatvrije wasmiddelen. Financiële mechanismen zijn op te vatten als regelingen die door middel van een financiële prikkel milieuvriendelijk gedrag trachten te bevorderen. Voorbeelden zijn het introduceren van statiegeld op produkten, het verlenen van subsidies bij bepaalde manieren van produceren, of het ontwikkelen van produkten (bijvoorbeeld investeringssubsidies op aanschaf van windturbines).

Fysieke mechanismen kunnen worden opgevat als strafprincipe, financiële als beloningsprincipe. Wat betreft voorlichting en educatie, komen in de literatuur allerlei variaties voor van het volgende model (naar Hommes, Van der Heijden en Kok, 1984).



Figuur 29. Model van attitudenverandering en gedragsverandering via milieu-educatie (naar Hommes, v.d. Heijden en Kok, 1984).

Aan de rechterzijde staan stappen genoemd, die door een persoon of groep moeten worden afgelegd. Aan de linkerzijde staan factoren die van extern moeten worden aangedragen om het veranderingsproces te initiëren en te doorlopen. De auteurs beroepen zich daarbij op sociaal-psychologische veranderingsmodellen als dat van Fishbein, McGuire en Rogers en voeren het model op als een generaal model voor milieu-educatie.

Essentieel in het model is dat gemikt wordt op een gedragsverandering door middel van het ingrijpen op psychische functies. Doordat de ontvanger anders over zaken gaat denken, ontstaat een moment waarop op basis van de nieuwe informatie, de ontvanger zijn gedrag verandert. In vakdidactische literatuur aangaande natuur- en milieueducatie komen we deze opvatting tegen als het gaat om het belang van attitudes (zie bijvoorbeeld Schermer 1987).

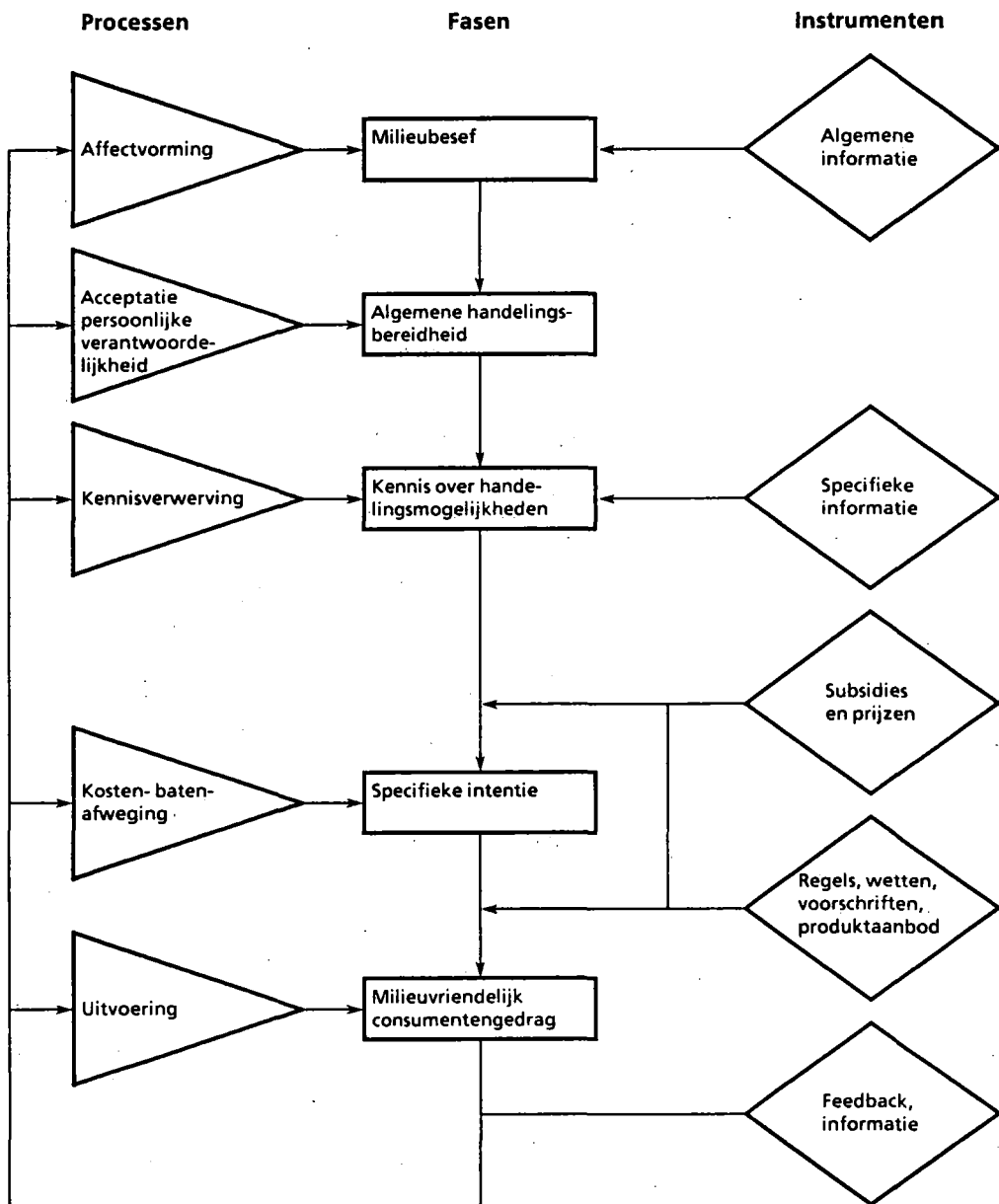
Het is echter zeer de vraag of "milieubesef" garanties biedt voor een gedragsverandering. Nelissen e.a. (1987) constateren belangrijke discrepanties tussen datgene wat mensen begrijpen en beseffen over milieuproblemen en hun dagelijkse doen en laten. Gedrag wordt in belangrijke mate bepaald door onder andere de inkomenspositie. Er zijn dus met andere woorden andere maatschappelijke factoren in het spel die bepalend zijn voor gedrag. De conclusie is dat een veranderde opvatting over de relaties tussen mens en milieu bij een individu geen garanties biedt voor gedragsverandering.

In hun beschouwingen over milieuvriendelijk consumentengedrag stellen Van Raaij en Pieters (1988) een model voor waarin aan de "instrumentzijde" ook fysieke en financiële regulering wordt benut om gedrag te beïnvloeden (figuur 30).

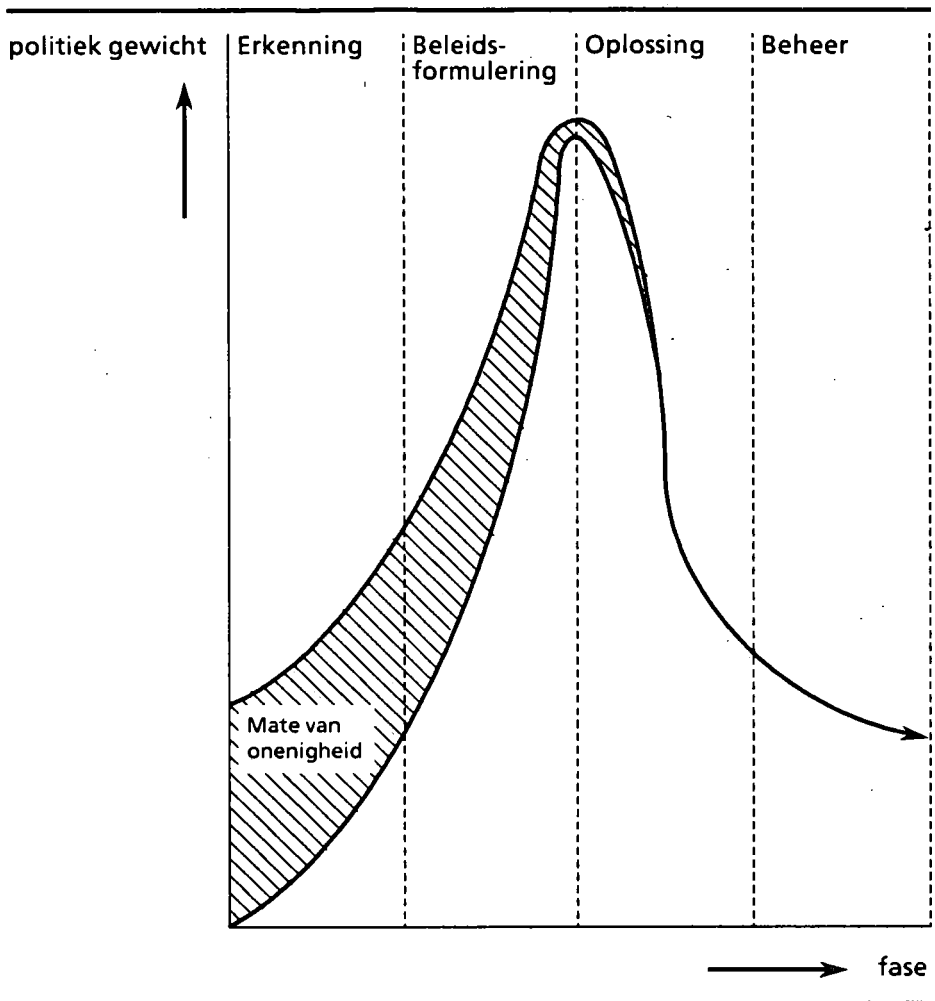
Dit model komt dicht bij de praktijk, waar steeds vaker het credo geldt dat mensen weliswaar moeten begrijpen waarom gedragsverandering noodzakelijk is, maar ook de mogelijkheden moeten krijgen om ander gedrag te realiseren. Het zal duidelijk zijn dat de mogelijkheden tot ander gedrag voor een groot deel in handen van de overheden liggen, doordat daar mogelijkheden liggen voor het inzetten van fysieke en financiële instrumenten.

Winsemius (1986), terugblikkend op zijn ambtsperiode als minister van VROM, merkt op dat ook politici een proces van bewustwording én externe prikkeling dienen te ondergaan, alvorens een probleem tot een oplossing gebracht kan worden. De externe prikkeling bestaat in dit geval uit geluiden uit de samenleving (onderzoekers, milieubeweging, andere overheden e.a.). Effect daarvan is dat de politieke prioriteit toeneemt en dat gelijktijdig een zekere mate van overeenstemming ontstaat over de oplossing(en). Dit proces wordt door Winsemius de beleidslevenscyclus genoemd (zie figuur 31).

In de figuren 30 en 31 wordt het vinden van oplossingen voor milieuproblemen als proces beschreven. De doelgroepen (respectievelijk consument en politicus) veranderen hun gedrag (milieuvriendelijk kopen respectievelijk beslissingen nemen) slechts onder grote inspanning. De externe prikkeling speelt daarbij een belangrijke rol. Een laatste aspect wat in het kader van oplossingen genoemd moet worden, is wat in de literatuur bekend staat als het prisoners dilemma (zie onder meer Van Asperen, 1985; Van Meegeren, 1988).



Figuur 30. Fasen, die uiteindelijk leiden tot milieuvriendelijk consumptiegedrag, met mogelijke aangrijpingspunten voor beleid (naar Van Raaij en Pieters, 1988).



Figuur 31. De beleidslevenscyclus (naar Winsemius, 1986)

Het prisoners dilemma kan als volgt worden omschreven:

Oplossingen voor de langere termijn, zo die al te vinden zijn, vragen een gedragswijziging in het hier en nu. Op korte termijn levert dat het individu echter geen voordelen op. Integendeel, vele veranderingen die nu ingezet zouden kunnen worden, betekenen (zeker in de beleving) verlies van allerlei maatschappelijke verworvenheden. Het laten staan van de auto is, vanuit het milieu gezien, zeer wenselijk. Maar vanuit individueel belang gezien is de "winst" langere reistijden, verlies van mobiliteit(sgevoel). Of die argumenten nu wel of niet reëel beschouwd moeten worden, feit is dat de keus van het individu niet naar een beperking van autogebruik gaat. Van Raaij & Pieters (1988) formuleren het als volgt: "een kenmerk van milieuvriendelijk gedrag is dat er doorgaans individuele kosten door de consument gemaakt moeten worden ten behoeve van collectieve baten (een schoner milieu)".

Illustratief zijn de pogingen om de klein chemisch afval (KCA)-fractie van het overig huishoudelijk afval te scheiden. Dit lukt alleen wanneer het in de huishoudens gebeurt. Voorlichtingscampagnes leveren weinig rendement op. Een inzamelstructuur zonder deugdelijke bekendheid met het systeem evenmin. De inzameling kan in principe volgens twee systemen worden aangepakt:

- een centraal depot waar KCA kan worden ingeleverd (een brengsysteem);
- een periodieke inzameling, huis aan huis (haalsysteem).

Mengvormen tussen deze twee zijn mogelijk.

De praktijk wijst uit dat haalsystemen het meeste rendement opleveren (Gemert & v.d. Pas, 1987). Kennelijk sluit dit het best aan bij hetgeen men in huishoudens kan of wil opbrengen. De kosten van haalsystemen zijn echter aanzienlijk hoger. Dat kan tot de paradoxale situatie leiden dat de reinigingsrechten moeten worden verhoogd. Met andere woorden het succes van de inzameling wordt "bestraft" met hogere lasten.

In Nederland kan over weinig onderwerpen zoveel beroering ontstaan als over hondepoep. Hondenbezitters en niet-eigenaren staan vaak lijnrecht tegenover elkaar als het gaat om de overlast die honden bezorgen. Maatregelen zijn gewenst en het nemen van maatregelen valt onder de competentie van lokale overheden. Hondpoep als milieuprobleem valt in het niet bij andere milieuproblemen, maar in de beleving van veel mensen scoort het heel hoog. De manieren waarop naar oplossingen wordt gezocht is illustratief voor het probleem: individuele lasten versus collectieve belangen. Een gemeente kan een aantal instrumenten inzetten om het probleem op te lossen (Schaepman en Slats, 1988).

Relatief eenvoudig is het om een beroep doen op de eigen verantwoordelijkheid van eigenaren om het huisdier in ieder geval niet op stoepen, speelplaatsen, etc. te laten poepen. Vaak zijn deze "spelregels" overigens al opgenomen in de Algemene Politie Verordening (APV). De naleving van deze regels is nihil. "Anderen houden zich er immers ook niet aan, dus waarom ik wel?" Toezicht door politie, op grond van de APV, wordt nergens getroffen door andere prioriteiten en gebrek aan menskracht. Het verplicht stellen van een of ander instrument om de rommel van straat te verwijderen (schepje, zakje, etc.) heeft alleen zin wanneer elke honde-eigenaar zich daarvan bedient en dient dus gecontroleerd en -bij nalatigheid- bestraft wordt.

Iets dergelijks geldt voor het invoeren van "gedoogzones". Waarmee bedoeld wordt: het aangeven van plekken waar de hond zijn gang kan gaan. Als laatste "oplossing" kan de gemeente er voor kiezen om de rommel zelf op te ruimen. Voor dit doel is een groeiend arsenaal van machines op de markt. Ook dit voorbeeld laat zien hoe moeilijk het is betrokkenen te bewegen tot ander gedrag. Een individuele benadering mislukt omdat de eenling zich gemakkelijk conformeert aan de gewoonten van anderen. Het collectief wordt kennelijk het best bereikt wanneer een zekere dwang wordt uitgeoefend. De aanpak van het KCA- en hondepeopprobleem laat zien welke moeilijkheden kunnen ontstaan wanneer oplossingen voor milieuproblemen op de schouders van individuen worden gelegd. Individuele gedragsveranderingen zijn moeilijk te bewerkstelligen.

De vraag is uiteraard of dit soort oplossingen wel echte oplossingen zijn. In het geval van KCA ligt het natuurlijk voor de hand om oplossingen te zoeken naar mogelijkheden voor produktiewijzen waar geen KCA bij ontstaat. Sommige produkten zouden niet op de markt mogen verschijnen. Oplossingen kunnen ook gevonden worden in het beïnvloeden van produktieprocessen, en wel zodanig dat milieu-uitputting, -aantasting, en -verontreiniging zoveel mogelijk worden voorkomen. Nieuwe technologieën, gericht op een

verminderde vervuiling ("schone technologie") en hergebruik van materialen worden daartoe tot ontwikkeling gebracht. Deze technieken moeten echter ontwikkeld worden binnen de huidige economische orde. Dat wil zeggen dat investeringen worden overwogen op basis van het te verwachten rendement. Dit geldt evenzeer voor hergebruik: de kosten die gemaakt moeten worden voor recycling zijn pas lonend wanneer er een afzetmarkt wordt gevonden voor de nieuwe produkten.

De overheid kan echter invloed uitoefenen op de produktiewijzen, door geruik te maken van de eerder genoemde fysieke, sociale en financiële instrumenten.

De belangen van het bedrijfsleven zijn in dat geval uiteraard van grote invloed. En ook daar liggen nog grote problemen om "het gedrag" van bedrijven (de produktiewijzen) af te stemmen op waarneembare milieuveranderingen (uitputting, verontreiniging, aantasting). Een citaat, van een medewerker van een grote suikerfabriek illustreert dat. (Groen, Scholtens & van Kasteren, 1987).

"Natuurlijk, er kwam wel eens iemand langs van het Rijksinstituut voor de Zuivering van Afvalwater. Dat het toch zo erg was, wat wij allemaal in de rivier lieten lopen. Zo'n man werd dan meegenomen naar een restaurant en kreeg een goed dineetje. "Zo, die hebben we weer mooi ingepakt. Die zien we de komende drie maanden niet terug". Zo ging dat. Maar toen ik eens bij hen op bezoek ging, bleken ze toch wel zomaar een "Dossier Halfweg" uit de kast te kunnen trekken. Ze wisten precies wat wij allemaal loosden! Veel beter dan wij zelf. Daar is het bedrijf toen wel behoorlijk van geschrokken. Je moet niet vergeten dat de Wet Verontreiniging Oppervlaktewater eraan zat te komen. Het werd ineens duidelijk dat er wat moest gaan gebeuren."

Aldus ir. R. de Vletter, gepensioneerd medewerker van het suikerbedrijf van CMS over de status van het milieu in de zestiger jaren. De "emancipatie" kwam pas toen wetgeving en economische argumenten gingen meespelen: "Ik kon toen onderzoek gaan doen. Het bleek dat bijna al onze vervuiling bestond uit suiker! Dat was een eye-opener! Er liep op veel plaatsen sap weg. Bij het reinigen van de bieten ging het er nogal grof aan toe, waardoor de buitenste cellen werden kapotgeslagen en leegliepen: weg suiker! We hebben dat toen anders opgezet met het gevolg dat we voor miljoenen aan suiker extra wonnen. Nou, toen was ik voor het bedrijf ineens van een lastige milieuman veranderd in iemand die geld kon verdienen. Toen kreeg ik ook de kans om iets te zoeken tegen die twintig procent vervuiling die we nog over hadden gehouden. Uiteindelijk is dat de anaerobe vergisting geworden."

In dit voorbeeld werd milieubelang bedrijfsbelang, onder invloed van een op handen zijnde overheidsmaatregel.

Het bewerkstelligen van oplossingen voor milieuproblemen is zeer complex. Niet in de laatste plaats doordat zowel kennis van het milieu, als van maatschappelijke sturingsmechanismen van belang is. Wat de maatschappelijke sturingsmechanismen betreft zijn in deze paragraaf enkele instrumenten genoemd. Zowel bij de sturing van het gedrag van de overheid, het gedrag van individuen, als dat van het bedrijfsleven valt op dat steeds sprake is van specifieke processen. In die processen speelt kennis van het milieu een belangrijke rol. Maar evenzeer de maatregelen die genomen worden om het gewenste gedrag ook op te kunnen roepen. Beloning- en strafprincipes worden dan ingezet.

Het zal ook duidelijk zijn geworden dat beïnvloeding van individueel gedrag een moeizaam proces is, waarbij educatie en voorlichting alleen weinig rendement opleveren. Dat zal ongetwijfeld ook samenhangen met het

feit dat een verandering in gedrag van een enkel individu een verwaarloosbaar effect heeft op het dichterbij brengen van een oplossing. Het wordt pas interessant als collectieve veranderingen ontstaan.

Het bovenstaande heeft consequenties voor het introduceren van milieuproblemen in de klas. Hierop zal in de volgende paragrafen worden ingegaan.

3.2. Milieuproblemen in de klas

3.2.1. Milieuproblemen en doelstellingen

In § 3.1.1. werden vanuit theoretische overwegingen kanttekeningen geplaatst bij de wijze waarop vanuit milieukundige modellen naar milieuproblemen wordt gekeken. De kritiek spitste zich toe op de milieukundige uitwerking van de relatie mens-milieu.

In § 2.1. worden twee opvattingen geschetst die binnen de ecologie kunnen worden aangetroffen. Een visie, waarin ecosystemen worden opgevat als uiteindelijk stabiele systemen, waarbij de stabiliteit in stand kan worden gehouden door onder andere drempelwaarden te beschouwen als waarden die niet overschreden mogen worden. Op die manier ontstaat een beeld van "de mens" als "operator" van het milieu. De tweede visie vestigt de aandacht op het evolutionaire karakter van ecosystemen. In die opvatting verliest het begrip stabiliteit haar absolute betekenis. Stabiliteit is hooguit een tijdelijke toestand. Ook de begrippen "drempelwaarde" en "evenwicht" verliezen daarmee aan betekenis, in die zin dat ze niet kunnen worden opgevat als betrouwbare, permanente kenmerken. Om de risico's op vernietiging van ecosystemen te minimaliseren lijkt het het meest verstandige om ten aanzien van de huidige drempelwaarden ruimschoots aan de veilige kant te gaan zitten (zie § 2.1.).

Milieuproblemen kunnen vanuit maatschappelijke en ecologische kader worden beschouwd.

1. Vanuit maatschappelijke kaders.

Het vertrekpunt ligt dan bij maatschappelijke betekenissen van het milieu. Die betekenissen verwijzen veelal naar een producerende taak van het milieu ten behoeve van maatschappelijke behoeften. In het model zoals dat binnen de milieukunde veelal wordt gehanteerd gaat het onder meer om betekenissen: gezondheid, veiligheid en gebruiksmogelijkheden (zie figuur 28). En het gaat er dan om hoe garanties kunnen worden geboden om de producerende taak van het milieu ook voor de toekomst te garanderen. Er worden kwaliteitseisen vastgelegd ten aanzien van elementen in het milieu (bijvoorbeeld schone lucht, schoon water, voldoende voedsel, voldoende natuur). Aan de kwaliteitseisen kan dan worden voldaan door de sturing van maatschappelijke processen. Deze beschrijving van milieuproblemen hanteert in belangrijke mate de opvatting uit de ecologie waarbij ecosystemen als stabiele systemen worden beschouwd. Door wettelijke normen vast te stellen voor de getolereerde hoeveelheid luchtvervuiling, hoeveelheid afval etc. kan het milieu opnieuw worden ingesteld.

2. Vanuit ecologische kaders.

Het vertrekpunt ligt dan bij het beschrijven van processen zoals die zich in ecosystemen voordoen. Milieuproblemen zijn op te vatten als die veranderingen in kringlopen en evenwichten van ecosystemen, die als ongewenst worden getypeerd. Ongewenst wil dan zeggen: van negatieve

invloed op de gezondheid of het voortbestaan van de mens. De ongerustheid groeit vooral op het moment dat de veranderingen vormen aannemen waarbij de effecten drastisch en onvoorspelbaar beginnen te worden. Er is dan ook alle reden om vanuit een ecologisch kader te pleiten voor het in stand houden van bestaande systemen.

Deze twee benaderingswijzen zijn beide van belang waar het gaat om een bepaling van inhoudelijke doelen voor natuur- en milieueducatie. In § 1.2. werd ingegaan op doelstellingen voor natuur- en milieueducatie (zie tabel 1). De doelstellingen 1 t/m 3 passen binnen de ecologische kaders. De doelstellingen 4 t/m 7 zijn gerelateerd aan de milieukundige benadering.

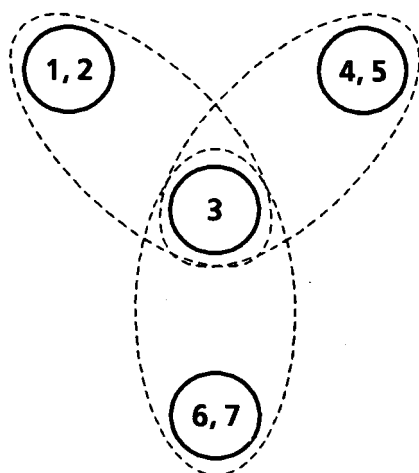
In § 1.4. werd beargumenteerd dat het bij natuur- en milieueducatie in het onderwijs zou moeten gaan om de ontwikkeling van ecologisch denken. Milieuproblemen dienen aan deze rode draad gerelateerd te worden. "Groene" en "grijze" educatie liggen in elkaars verlengde. Dat betekent dat het in de in tabel 1 omschreven doelstellingen dan in feite zou moeten gaan om uitwerkingen van doelstelling 3.

Doelstelling 1 en 2 zijn op te vatten als voorwaarden daartoe. Immers, het noodzakelijke materiële en immateriële gebruik van het milieu zijn voorbeelden van relaties en wederzijdse beïnvloeding, gericht op waarneembare veranderingen in de omgeving. Doelstelling 3 is de vertaling naar de mechanismen in ecosystemen die aan die veranderingen gerelateerd zijn.

De doelstellingen 4 en 5 verwijzen naar maatschappelijke processen en structuren die bepalend zijn voor de manier waarop mensen binnen ecosystemen functioneren.

De doelstellingen 6 en 7 zijn op te vatten als het zoeken naar alternatieve maatschappelijke processen en structuren die rekening houden met het voortbestaan van ecosystemen en de voorwaarden tot functioneren van die systemen.

Op het niveau van doelstellingen zouden de "ecologische" en "milieukundige" benadering als volgt in elkaars verlengde gezet kunnen worden (figuur 32).



- 1: de relatie milieu → mens
- 2: de relatie mens → milieu
- 3: de relatie mens ↔ milieu
- 4: structuur van een milieuprobleem
- 5: voorbeelden van milieuproblemen
- 6: voorwaarden voor oplossingen
- 7: eigen invloed

Zie ook tabel 1

Figuur 32. De samenhang tussen doelstellingen voor natuur- en milieueducatie

De kern van natuur- en milieu-educatie wordt gevormd door doelstelling 3. Doelstelling 1, 2 en 3 vormen in de figuur het ecologisch kader, doelstelling 3, 4 en 5 het maatschappelijk kader. De combinatie van doelstelling 3, 6 en 7 is nauw verbonden met het vinden van oplossingen. In § 3.3. wordt een beschrijvingsmodel voor milieuproblemen voorgesteld, waarin systematisch vanuit signalering naar oplossingen wordt gewerkt. De verschillende doelstellingen zijn daarin opnieuw te herkennen. Alvorens daarop in te gaan, wordt in § 3.2.2. stil gestaan bij de vraag op welke moeilijkheden docenten kunnen stuiten wanneer ze milieuthema's willen behandelen.

3.2.2. Dilemma's van leerkrachten

Wanneer docenten gevraagd wordt naar de effecten die zij willen bereiken met het behandelen van milieuproblemen in de klas, worden er verschillende antwoorden gegeven. Zij zeggen bijvoorbeeld: (Projectgroep Milieu-educatie, 1985; Smeur, 1987)

"Leerlingen laten zien dat er verbanden zijn tussen wat wij als mensen doen en de gevolgen voor het milieu."

"Leerlingen genuanceerd laten denken over milieuproblemen en hun oplossingen."

"De mentaliteit van leerlingen ten aanzien van natuur en milieu veranderen."

"Stimuleren van de meningsvorming over milieuproblemen en oplossingen bij leerlingen."

"De gevolgen voor milieuverontreiniging op onze gezondheid duidelijk maken."

"Verduidelijken wat de eigen rol van leerlingen is bij het ontstaan van milieuproblemen."

"Leerlingen er op wijzen wat ze zelf kunnen doen in de oplossings sfeer."

In deze uitspraken is de reeks kennis/begrip - mentaliteit - houding - gedrag te onderscheiden. Daarbij moet worden opgemerkt dat docenten zo hun twijfels hebben over effecten die bereikt kunnen worden, zeker waar het gaat om mentaliteit, houding en gedrag. Kennis en begrip is wel toetsbaar. Overigens blijken docenten de milieuthema's wel van belang te vinden voor hun leerlingen. Van den Akker & Kuiper (1987) merken op dat tussen de 65% en 75% van de scholen voor voortgezet onderwijs op enigerlei wijze aandacht schenkt aan de milieuproblematiek. Zij constateren verder dat de vorm waarin dit gebeurt, zeer divers is. Een diversiteit die zeer waarschijnlijk sterk samenhangt met de beoogde effecten.

De voorgaande uitspraken laten zien dat ten aanzien van milieuproblemen bij docenten opvattingen voorkomen die te relateren zijn aan een ecologische benadering ("verbanden tussen mens en milieu"), en opvattingen die te relateren zijn aan een maatschappelijke benadering ("rol van mensen (leerlingen) bij het ontstaan van milieuproblemen").

Deze twee kaders vinden we in natuur- en milieu-educatie terug als de "groene" en "grijze" educatie (zie ook § 1.2.).

Docenten die vooral de "groene" lijn volgen, zullen vooral te vinden zijn binnen vakken als biologie, natuuronderwijs. Delen van de curricula behandelen immers ecologische principes. De "grijze" benadering is moeilijker terug te vinden. Vakken als aardrijkskunde, maatschappijleer, economie zouden hiervoor bruikbaar kunnen zijn. Gevolg voor docenten is dat men eigenlijk op elkaar zou moeten aansluiten.

Een concreet probleem in het onderwijs is dus de vraag welke vakken zich het best lenen voor de onderscheiden benaderingen én op welke wijze op elkaar moet worden aangesloten.

Vakkenintegratie is dan een aanpak. In de praktijk komt dit dan vaak neer op een of andere vorm van projectonderwijs. Vakoverstijgend projectonderwijs is echter een uiterst moeizame weg, die in de scholen dan ook steeds minder navolging vindt. Van den Akker & Kuiper (1987) schatten dat 9 tot 15% van de scholen op deze wijze aandacht aan de milieuproblematiek schenken.

Meer perspectief mag verwacht worden van afspraken tussen secties op basis van een kader. Een kader dat ontleend kan worden aan de conceptuele structuur zoals in § 2.5. werd beschreven, aangevuld met wat in dit hoofdstuk over milieuproblemen en onderwijs wordt opgemerkt.

Een andere benadering die we in de scholen tegenkomen is dat docenten er voor kiezen om het eigen gedrag van leerlingen aan te spreken (zie ook de voorafgaande citaten).

Nog even los van de vraag of het een taak is van het onderwijs om gedrag te veranderen (zie ook § 1.2.), zijn daar ook inhoudelijk bezwaren tegen in te brengen. In § 3.1.2. werd ingegaan op implementatie van oplossingen. Daarbij is uiteengezet dat het voor het bewerkstelligen van een ander gedrag noodzakelijk is verschillende instrumenten in te zetten.

Daadwerkelijke, waarneembare veranderingen vinden slechts plaats door sturingen in maatschappelijke processen en de rol van het individu is daarbij gering, in die zin dat individuele bijdragen zelden betekenis hebben in groter verband. In dit verband werd ook gewezen op het prisoners dilemma.

Docenten die het gedrag van leerlingen benoemen in termen van milieuvriendelijk of milieuonvriendelijk lopen tegen deze problemen op. De twee volgende citaten illustreren dit probleem (Projectgroep Milieu-educatie, 1985).

Een biologiedocente merkt op:

"Zo heeft een leerlinge naar aanleiding van een opmerking van mij over insecticides een lijst daarvan meegenomen die bij haar thuis werden gebruikt, met de vraag wat ik daarvan vond (de ouders van de leerlinge hebben een boerenbedrijf). Je realiseert je dan wel, dat je in moeilijke problematiek zit te wroeten. Vaak hebben boeren geen andere keus, vanwege de concurrentiepositie. Daar moet je altijd begrip voor op kunnen brengen, alhoewel ik alternatieven probeer aan te geven. Ik zet ze aan het denken. Ik kreeg wel vaak een reactie van: ja, U hebt makkelijk praten."

De docente komt voor leerlingen kennelijk ongeloofwaardig over. De aangedragen oplossingen (alternatieven) botsen met andere belangen.

Van een andere biologiedocent werd het volgende gehoord:

"Als ik over milieu praat, vertel ik altijd wat ze zelf kunnen doen om de toekomst een goede wending te geven. Toch praat ik dan altijd tegen dezelfde leerlingen. En dat zijn nou net die paar kinderen, die door de rest als "kneuzen" worden bestempeld. Ik zou mijn milieu-onderwijs zo graag een "Madonna verpakking" geven om juist de grootste groep in de klas aan te spreken. Milieu moet voor hen swingen".

Deze uitspraak verwijst in feite naar het prisoners dilemma. De individuele bijdrage van leerlingen aan oplossingen wordt kennelijk door de meerderheid in de klas niet serieus genomen, terwijl de docent dat wel zou willen. Het druist in tegen andere (maatschappelijke) waarden van de leerlingen. De docent uit dit citaat wijt het geringe effect aan de vorm. Waarschijnlijker is dat onvoldoende wordt rekening gehouden met problemen die ontstaan wanneer oplossingen worden toegeschoven naar een verantwoordelijkheidsbesef van individuen. Wat algemener gesteld lijkt het individualiseren van oplossingen voor milieuproblemen een moeizame weg. Dit geldt zowel in de maatschappij als geheel, als ook in het onderwijs.

Een laatste, niet zo frequent gehanteerde vorm van het behandelen van milieuproblemen in het onderwijs is de actievorm. Het idee is om leerlingen te laten ervaren dat veranderingen van een sociale norm, met daaraan gekoppeld veranderd gedrag, mogelijk is. Margadant-van Arcken (1987) put uit het werk van Weeden (1977) die een haalbaar actieplan presenteert. Via onder andere het maken van een tentoonstelling, presentatie aan ouders en pers en het benaderen van "beïnvloeders" (politici en bedrijven) lijkt het mogelijk om echt iets te doen. Een belangrijke opmerking daarbij is dat het in de praktijk om zeer lokale problematiek gaat.

Reijnders (1980) trapt een open deur in als hij Zweeds onderzoek aanhaalt, waarin geconstateerd werd dat scholieren (en vermoedelijk zij niet alleen!) minder betrokken zijn bij milieuproblemen naarmate de bedreigingen verder van huis en/of verder in de tijd spelen. Lokale thema's blijken een effectieve weg, als het er om gaat leerlingen te motiveren of aan te zetten tot het meewerken aan oplossingen. Een dilemma voor docenten zal liggen in de afweging tussen het belang hiervan en de aanzienlijke tijdsbesteding die dit vraagt. Er zijn met andere woorden nogal wat kanttekeningen te plaatsen bij de pogingen die worden ondernomen om het gedrag van leerlingen te beïnvloeden. In § 1.4. werd daar overigens ook al op gewezen, vanuit wat algemenere beschouwingen over doelstellingen. Daar werd beargumenteerd dat doelstellingen omschreven moeten worden in termen van disposities tot gedrag. De zogenaamde attitudedoelstellingen (die we in NME tegen komen als "mentaliteitsverandering, milieubewustheid") voldoen hier niet aan.

Bij de keuze om milieuproblemen in de klas te behandelen zijn twee vragen van belang:

1. Welke milieuproblemen kunnen worden beschreven met het op dat moment met de leerlingen behandelde deel van het ecologisch denken? (Hierbij worden de verschillende niveau's bedoeld, zoals omschreven in § 2.4.)
2. Welke analyses kunnen worden gegeven over de maatschappelijke verklaring en oplossingsrichtingen?

In § 3.3. wordt een model gepresenteerd, waarmeemilieuproblemen in hun maatschappelijke context gepaast worden.

In § 3.4. is een uitwerking opgenomen van huishoudelijk afval als milieuprobleem, beschreven vanuit het ecologische begrippenkader.

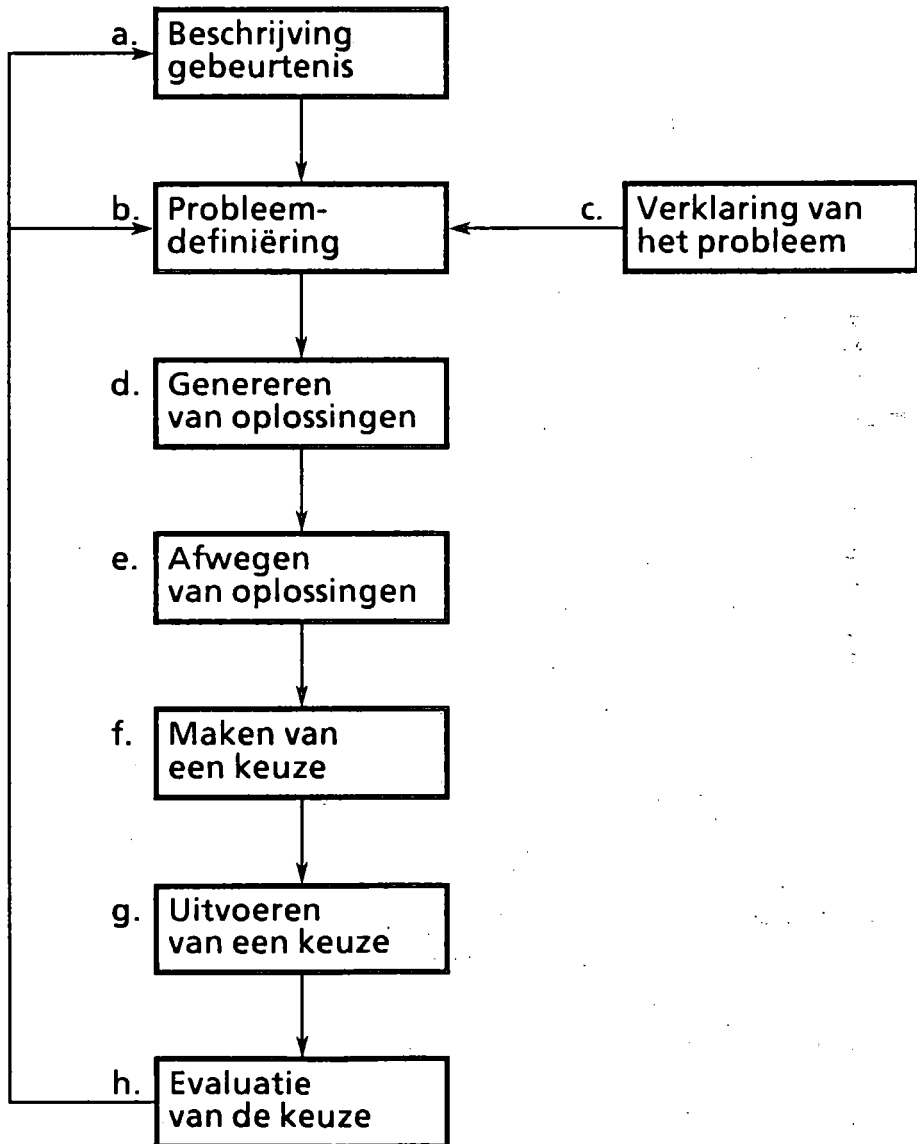
3.3. Een beschrijvingsmodel voor milieuproblemen

Een belangrijke informatiebron voor problemen in het milieu vormen de media. Zoals in § 3.1.1. al werd opgemerkt betreffen het dan veelal de

grotere problemen en de calamiteiten. Wat verder opvalt is dat de pers verschillende fasen van "uitvoering" beschrijft. Soms wordt bericht over maatregelen die getroffen worden om de effecten van aangerichte schade te herstellen.

Maar het kan ook gaan om het melden van nieuwe verschijnselen, waarvan de oorzaken nog maar ten dele bekend zijn.

De wijzen waarop we in aanmerking komen met milieuproblemen en de fase waarin de aanpak van milieuproblemen zich bevindt, kan met het volgende model worden beschreven.



Figuur 33. Beschrijvingsmodel voor milieuproblemen

Dit model is in feite een eenvoudig probleemoplossingsmodel waarin na definiëring van het probleem verschillende oplossingen worden opgenoemd en een beslissing voor één van de alternatieven voor oplossingen kan worden gemaakt. Het model, of varianten daarop worden vaak in de literatuur aangetroffen (zie onder meer SED, z.j.; Gott & Murphy, 1987).

De volgende fasen worden onderscheiden:

a. *Beschrijving gebeurtenis*

Aan iedere probleemdefiniëring gaat een beschrijving of meting van gebeurtenissen vooraf. Verschillende waarnemingen/metingen (en meettechnieken) kunnen aanleiding geven tot verschillende probleemdefiniëringen, welke op hun beurt weer kunnen samenhangen met verschillen in theoretische vertrekpunten (ecologisch kader, maatschappelijk kader).

b. *Probleemdefiniëring*

Een probleem ontstaat op het moment dat waarde toegekend wordt aan een gebeurtenis. Aangezien aan gebeurtenissen verschillende waarden kunnen worden toegekend, kan een zelfde gebeurtenis ook leiden tot verschillende probleemdefiniëringen (of: een probleem wordt slechts door een deel van de betrokkenen als probleem onderkend).

c. *Verklaring van het probleem*

Milieuproblemen hebben als basis een natuurwetenschappelijke verklaring, maar de omvang en duur ervan hebben met name een sociaal wetenschappelijke verklaring.

Aan natuurwetenschappelijke en maatschappelijke verklaringen kunnen vaak voorwaarden worden ontleend waaraan oplossingen moeten voldoen.

d. *Genereren van oplossingen*

Inzicht in het probleem (b) en de verklaringen daarvoor (c) kunnen leiden tot mogelijke oplossingen. Oplossingen volgen uiteraard niet altijd logisch (of: psychologisch) uit de probleemstelling en de gegeven verklaringen.

e. *Afwegen van oplossingen*

Potentiële oplossingen moeten enerzijds voldoen aan de voorwaarden die aan de verklaringen kunnen worden ontleend en anderszijds moeten ze ook uitgevoerd kunnen worden. Het besluitvormingsniveau in kwestie zal over de instrumenten moeten beschikken om de oplossing uit te voeren. Indien de niet-uitvoerbare oplossingen zijn afgevoerd, kunnen een kosten- baten- en/of risico-analyse worden uitgevoerd op de resterende oplossingen. Opschonen van de lijst van oplossingen kan er ook toe leiden dat er geen oplossingen overblijven en dat genoeg genomen moet worden met minder zekere effecten of dat getornd moet worden aan de voorwaarden.

f. *Maken van een keuze*

Het maken van een keuze is in feite een procedureel-technische kwestie. In veel gevallen zal een keuze echter alleen gemaakt kunnen worden met rugdekking van hogere (politieke) besluitvormingsniveau's, bijvoorbeeld omdat daar de afstemming van milieubeleid met ander beleid moet plaatsvinden.

g. *Uitvoeren van de keuze*

Voor uitvoering van keuzen kunnen totaal verschillende instrumenten worden ingezet, variërend van ontwikkeling van nieuwe technologie tot

wijziging van bepalingen voor ontheffing van de Hinderwet. Uitvoering van keuzen en de voorbereiding daarop (instrumentontwikkeling) is vaak een langdurig proces.

h. Evaluatie van keuze

Als de keuze is uitgevoerd moet worden vastgesteld of de uitvoering in het gewenste effect geresorteerd heeft. Evaluatie kan leiden tot bijstelling in de uitvoering van de keuze (g) of zelfs tot herdefiniëring van de probleemstelling (b).

In het onderwijs kan het beschrijvingsmodel een aantal functies vervullen.

1. Van een milieuprobleem kan worden beschreven in welke fase van aanpak het zich bevindt.
2. Een deel van het traject kan worden uitgewerkt (bijvoorbeeld fasen a, b en c).
3. Het hele traject kan worden beschreven, wanneer sprake is van uitgevoerde keuzes (g).

Deze keuzemogelijkheden én de overweging dat een milieuprobleem verbonden moet kunnen worden met ecologisch denken, impliceert dat het bij de introductie van milieuproblemen in het onderwijs niet per sé hoeft te gaan om de maatschappelijk meest relevante problemen.

Aan het model kunnen een aantal doelstellingen op meta-niveau worden ontleend, die op hun beurt bepalend kunnen zijn voor keuzen ten aanzien van milieuproblemen die men wil introduceren. Een aantal voorbeelden van die doelstellingen:

- Ad. b. Inzien dat verschillende waarderingen voor gebeurtenissen kunnen leiden tot verschillend geformuleerde milieuproblemen.
- Ad. c. Inzien dat milieuproblemen zowel een natuurwetenschappelijke als een sociaal-wetenschappelijke verklaring kunnen hebben.
Inzien dat natuurwetenschappelijke en sociaal-wetenschappelijke verklaringen slechts een beperkte rol spelen bij de oplossing van milieuproblemen.
- Ad. d. Inzien dat voor veel milieuproblemen in principe verschillende oplossingen voorhanden kunnen zijn.
Inzien dat er ook milieuproblemen (kunnen) zijn zonder bevredigende oplossingen en dat daaruit in principe de volgende uitwegen mogelijk zijn:
 - herformulering van de probleemstelling;
 - verandering van de politiek-maatschappelijke structuren waardoor andere oplossingen mogelijk worden;
 - verandering van de theoretische kaders waardoor andere verklaringen gegeven kunnen worden.
- Ad. e. Inzien dat oplossingen voor milieuproblemen aan voorwaarden moeten voldoen.
Inzien dat verschillende kosten-baten- of risico-analyses tot een voorkeur voor verschillende oplossingen kunnen leiden.
- Ad. f. Inzien dat besluiten over oplossingen alleen door geëigende besluitvormingsniveau's genomen kunnen worden.

Naast het hanteren van het model als structuur om milieuproblemen te beschrijven en om doelstellingen te genereren, kunnen de omschreven fasen ook worden benut om afzonderlijke leeractiviteiten uit te werken. Mogelijkheden liggen daarbij vooral bij:

- b. Probleemdefiniëring (zie § 3.4.).

- c. Verklaringen van het probleem, met name door te toetsen in hoeverre aan ecologische voorwaarden wordt getoetst én door analyse van de maatschappelijke structuur rond het probleem.
- e. Het afwegen van oplossingen, op basis van bijvoorbeeld prognoses over ecologische effecten of de maatschappelijke haalbaarheid (politiek, bedrijfsleven, individu).

3.4. Twee voorbeelden van uitwerkingen

3.4.1. Het gebruik van de actualiteit

Informatie over lokale milieuproblemen kan in veel gevallen worden ontleend aan regionale en landelijke dagbladen, zeker indien enkele kranten met het oog daarop enige tijd worden gevolgd.

Een voorbeeld.

In de Volkskrant van maandag 27 april 1987 verscheen een artikel met de volgende kop: "*Tonnen leem versperren wegen in Zuid-Limburg*". Daarin worden de gebeurtenissen geschetst die zich op zaterdagavond 25 april voordeden toen wegen door honderden tonnen leem werden versperd. Op dinsdag verscheen ook in de Volkskrant een achtergrondartikel met als kop: "*Erosie bedreigt Limburgse lössgrond*". In dit artikel wordt ingegaan op verklaringen en mogelijke oplossingen voor het in de kop aangeduide probleem.

Dit artikel kan worden gebruikt om met leerlingen het beschrijvingsmodel stap voor stap af te lopen, nadat leerlingen de tekst bijvoorbeeld eerst zelf hebben gelezen. De docent(e) kan vooraf nagaan welke voorkennis van belang is en op grond daarvan de volgende vragenlijst specificeren. De vragen vormen een uitwerking van het model naar een onderwijssituatie.

- b. Wat is het voornaamste probleem?
(Welke andere problemen spelen er?)
(Voor welke betrokkenen is het een probleem?)
- c. Hoe zou het probleem kunnen zijn ontstaan?
(Onder welke omstandigheden en op welke plaats ontstond het probleem?)
(Hoe zou je kunnen nagaan of de genoemde oorzaken ook de feitelijke oorzaken zijn?)
(In hoeverre is het probleem een gevolg van de specifieke wijze waarop de mens met het fysisch milieu is omgegaan?)
- d. Welke oplossingen kun je voor het probleem bedenken?
(Waarom moeten oplossingen voldoen?)
- e. Welke voor- en nadelen kun je aangeven voor de geformuleerde oplossingen?
(Spelen de voor- en nadelen voor alle betrokkenen in gelijke mate?)
(Hoe zou je voor- en nadelen eventueel tegen elkaar kunnen afwegen?)
(Wiens belangen moeten in dit geval het zwaarst wegen?)
- f. Welke oplossing zou je kiezen? Licht je antwoord toe.
Waar moet de beslissing genomen worden?
(In hoeverre moeten betrokkenen bij de beslissing worden betrokken?)
(Wat vind je van de genomen beslissingen?)
(Welke overwegingen hebben daarbij de doorslag gegeven?)
- g. Hoe wordt de genomen beslissing uitgevoerd?
(Wie moet wat doen?)
(Binnen welke periode moet dit gebeuren?)
- h. Wat zijn de effecten van de getroffen maatregelen?
(In hoeverre is het probleem opgelost?)
(Welke aanvullende maatregelen zouden getroffen kunnen worden?)

AUTO'S RAKEN VAST NA STORTBUIEN

TONNEN LEEM VERSPERREN WEGEN IN ZUID LIMBURG

Van onze verslaggever

MAASTRICHT - In Zuid Limburg zijn zaterdagavond veel wegen versperd door honderden tonnen leem, die tijdens een noodweer van de heuvels werden gespoeld. In de dalen rondom de Geul en Eyserbeek ontstonden op veel plaatsen spontane rivieren, die op de wegen een dik pak modder achterlieten.

In plaatsen als Houthem, Valkenburg, Schin op Geul, Wylre en Eys overspoelden water en modder wegen, tuinen en kelders. Tientallen binnenwegen in gebied rond Valkenburg moesten voor het verkeer worden gesloten. Op sommige punten lag de modder er zondag een halve meter dik.

Zaterdagmiddag was op diezelfde binnenwegen de wielerklassieker Amstel Gold Race verreden. Was het noodweer een dag eerder gekomen, dan zou de wedstrijd waarschijnlijk moeten zijn afgelast. In de nacht van zaterdag op zondag raakten veel automobilisten vast in de modder. Ze konden hun voertuigen in de loop van zondag weer ophalen. De brandweerkorpsen en gemeentelijke diensten van Valken-

burg Gulpen en Voerendaal hadden toen de meeste modder van de wegen gespoten. De rivier de Geul veranderde enige uren lang in een woestestroom. In Valkenburg sloeg daarvoor over een afstand van ruim tien meter de kademuur weg. Ook op andere plaatsen kalfden grote stukken van de rivieroever af. Doordat zich in de weilanden op de hellingen plotseling modderstromen vormden, raakte hier en daar het vee in paniek. De boeren waren gedwongen hun dieren binnen de halen. De materiële schade is nog moeilijk te schatten. Het grootste is die op plaatsen waar voorraadkelders en winkels werden getroffen door de modderstroom. Ook lijkt de ingezaaide bovenlaag van veel akkers te zijn meegevoerd door het water.

Modderstromen die bij hevige regenval de wegen blokkeren, zijn in Zuid-Limburg al jaren een bekend verschijnsel. Deze keer was de overlast veel groter dan normaal doordat de tegen de heuvels liggende velden juist waren geëgd. Daardoor waren ze meer dan anders kwetsbaar voor stromend water.

Uit: de Volkskrant van maandag 27 april 1987.

Op door de docent(e) bepaalde momenten kan extra informatie worden aangedragen. Bijvoorbeeld uit eerder behandelde leerstof (onder andere fase c, d, f) of uit het achtergrondartikel (onder andere bij fase e, g).

EROSIE BEDREIGT LIMBURGSE LÖSSGROND

Modderstromen die bij een stevige regenbui van de heuvels afkomen en straten en kelders bevuilen - Zuid-Limburg heeft ermee leren leven. Maar wanneer het niet meer bij modder blijft; wanneer, zoals afgelopen zaterdag, ook auto's de straat afspoelen om onder aan de helling op een hoop te belanden - dan wordt het te bar. Dan wordt het tijd voor rigoureuze maatregelen. Het probleem van de wateroverlast, dat tegelijkertijd een erosieprobleem is, kan niet meer worden bestreden met woorden alleen.

Burgemeester en wethouders van de gemeente Voerendaal hebben als eersten de consequentie getrokken. Zij hebben besloten dat een grote ruilverkaveling in hun gemeente voor een deel weer teniet moet worden gedaan. De akkers en weilanden in het duizend hectare grote Ransdalerfeld moeten weer worden voorzien van graften, hagen, paden en andere afscheidingen, die er rond het einde van de jaren zestig werden wegverkaveld.

Alleen zo kan volgens het gemeentebestuur in de toekomst worden voorkomen, dat het dorp Ransdaal een keer of zes per jaar onder water komt te staan en dat de kostbare lössgrond langzaam maar zeker wegspoelt van de akkers rond het dorp.

"Wanneer het weer eens flink geregend heeft", zegt wethouder W. Uitterhoeve van Voerendaal, "liggen tonnen van die vruchtbare grond in de greppels, op de wegen en in de bufferbassins. Het is doodzonde, maar als gemeente kunnen we vervolgens niets anders doen dan die grond op vrachtwagens laden en wegbrengen naar een stortplaats. Wat het Ransdalerfeld betreft doet dat extra pijn omdat de lösslaag er maar dun is. Een centimeter of dertig en je zit er al op de mergel."

"Elk jaar is het een keer of zes goed raak. De mensen worden er doodziek van. Ze durven niet meer op vakantie te gaan, uit angst dat het tijdens hun afwezigheid weer eens gebeurt. Zaterdag was het erger dan ooit. In een van de straten waardoor de water-

modderstroom zich een weg naar beneden zocht, zagen de mensen hun voor het huis geparkeerde auto's eenvoudig wegspoelen. Ze belandden honderd meter verder tegen een muur en een lantaarnpaal. Toen ik er zondagochtend weer was, waren de eigenaars nog bezig de modder uit hun gehavende voertuigen te scheppen."

Sinds wetenschappers van de rijksuniversiteit van Utrecht in 1983 een onderzoek hebben verricht naar de bodemerosie in Zuid-Limburg weten ze dat die is te wijten aan een complex van factoren. Om te beginnen is er de mechanisatie. Vroeger, toen met paarden werd geploegd, deden de Limburgers dat "horizontaal", dat wil zeggen, met de hoogtelijnen van de hellingen mee. Daardoor ontstonden ploegvoren die als natuurlijke dijkes fungeerden. Met tractoren ploegen ze echter liever helling-op, helling-af. Het gevaar van kantelen is daardoor kleiner.

Ruilverkaveling

Verder hebben boeren de laatste jaren om economische redenen veel grasland -dat de grond vasthoudt- omgezet in akkerland. Een andere factor is de toegenomen aanplant van maïs: een rijtjesgewas dat delen van het land onbegroeid laat. En waar geen wortels zitten, wordt de grond niet vastgehouden als er water over spoelt. Oorzaak nummer één is echter de ruilverkaveling. Typische Limburgse landschapselementen als graften, holle wegen, kleine taluds en hagen vingen vroeger een deel van het stromende regenwater op en

zorgden ervoor dat het met enige vertraging en wat meer gespreid de rioleringen in de dalen bereikte. Door die vertraagde afvoer kwam er weinig of geen grond mee met het water.

Bij ruilverkavelingen in de jaren vijftig en zestig zijn echter veel van die "hinderlijke" perceel-afscheidingen opgeruimd. Zo ook in het Ransdalerfeld, de jongste en modernste verkaveling in Zuid-Limburg. En juist die zal nu volgens de gemeente Voerendaal als eerste moeten worden teruggeschreefd.

"Een pijnlijke ingreep", zegt wethouder Uitterhoeve. "Want de betrokken boeren betalen nog steeds aan die verkaveling van toen. En nu lopen ze kans dat een stukje van het voordeel dat ze ervan hebben, hen weer wordt afgenomen." Hij voegt er echter aan toe dat de eigenaars van de betrokken landbouwbedrijven ook wel begrijpen dat er iets moet gebeuren voor de mensen in Ransdaal. En dat zij zelf op de lange termijn ook zijn gebaat bij het tegengaan van de erosie.

De wijze waarop de organisatie van die boeren, de Limburgse Land- en Tuinbouwbond (LLTB), zich opstelt getuigt echter van minder soepelheid. Het Limburgse provinciebestuur, gealarmeerd door de onderzoeksresultaten van de Utrechtse bodemdeskundigen, wilde in een nieuw streekplan voor Zuid-Limburg de bepaling opnemen, dat op hellingen die steiler zijn dan 8 procent de akkerbouw moet worden tegengegaan.

Kalksteen

Volgens een woordvoerder van de betrokken provinciale dienst ging dat voorstel eigenlijk nog niet ver genoeg: "Het hele gebied is in feite erosiegevoelig. Als je het goed wilt doen, zou je al bij een hellingpercentage van 4 procent moeten beginnen. Voortdurende akkerbouw op glooiende lössgronden maakt de bodem op de lange duur waardeloos. Er zijn in

Zuid-Limburg nu al plekken waar kalksteen en zand aan de oppervlakte komen. Als overheid heb je de taak ervoor te zorgen dat ook over een of twee eeuwen nog landbouw mogelijk is. Daarom is voor Zuid-Limburg een compleet bodem- en waterconserveringsplan nodig." Die geplande aanzet tot een totale bestrijding van de erosie in Zuid-Limburg is echter niet verder gekomen dan het voorontwerp voor het streekplan. Kritiek van de LLTB, het Landbouwschap en de Landinrichtingsdienst, heeft ertoe geleid dat het uiteindelijke voorstel veel meer gaat in de richting van "plaatselijke oplossingen voor plaatselijke problemen".

Een algemene 8-procentsregeling is niet reëel en betekent bovendien een onaanvaardbare aanslag op het inkomen van de boeren, aldus de LLTB. De (landelijke) Landinrichtingsdienst noemt het 8-procentsplan "te eenzijdig". De dienst heeft becijferd dat er in Zuid-Limburg zo'n 150 probleemgebieden zijn. Er is volgens de dienst een heel scala van mogelijke maatregelen om daar iets te doen tegen de erosie. Het zijn maatregelen waar ook de LLTB zich in kan vinden. Bij een ervan, het omzetten van akkerland in grasland, zet de boerenorganisatie echter grote vraagtekens: "Meer grasland betekent meer veeteelt. Maar hoe kun je teruggaan naar meer veeteelt wanneer je vanwege de Europese superheffing niet meer melk mag produceren?"

Bufferbassins

Het is een kwestie van instelling, zegt provinciaal ambtenaar drs. M. Rang. "Boeren willen vrije ondernemers zijn, maar ze kijken niet naar de schade die de overheid en de burgers lijden. Wat de LLTB wil, is dat de gemeenten alsmaar bufferbassins blijven aanleggen om het water en de modder op te vangen. Maar die bassins zijn lapmiddelen. Ze nemen iets weg van de gevolgen van de erosie, maar aan de oorzaak ervan wordt zo niets gedaan."

Desondanks blijft veel gemeentebesturen in Zuid-Limburg vooralsnog niets anders over dan aan de voet van de hellingen zulke bufferbassins te laten graven. Bij een niet al te hevige bui bieden die de dalbewoners inderdaad enig soelaas. "We moeten het daar voorlopig mee doen," zegt de Voerendaalse wethouder Uitterhoeve. "Voor we in het ruilverkavelingsgebied toe zijn aan een nieuwe landinrichting, zijn we namelijk op zijn minst een jaar of tien verder. Die buffers kosten ons een hoop geld. Weggegooid geld - dat hopen we tenminste. Wat ik bedoel is: hopelijk zijn ze straks, als we de situatie op de hellingen wat de waterafvoer betreft weer in de hand hebben,

niet meer nodig." Voor instanties die, zoals het gemeentebestuur van Voerendaal, de erosie willen aanpakken daar waar het probleem ontstaat, heeft het Limburgse provinciebestuur vooralsnog een machtsmiddel overeind kunnen houden. In het nieuwe ontwerp-streekplan voor Zuid-Limburg is vastgesteld dat in het heuvelland in de toekomst niet meer sprake zal zijn van ruilverkavelingen, maar van "herinrichting" van het landschap. Daardoor kunnen agrarische belangen ondergeschikt worden gemaakt aan de die van natuur en milieu. Ook voor de erosiebestrijders is dat een welkome steun in de rug.

Pierre Heijboer

Uit: de Volkskrant van dinsdag 28 april 1987

Aangezien het ook bij dit milieuprobleem niet gaat om de goede oplossing (misschien meer om de minst onverstandige oplossing) is het gewenst om het gesprek sterk inventariserend en opiniërend te voeren. Verschillende verklaringen of oplossingen kunnen op het bord worden geïnventariseerd.

Een goed alternatief is om de vragen ten dele in groepjes (of individueel) te laten beantwoorden. Achtereenvolgens zouden de volgende stappen kunnen worden gemaakt:

1. Klassikale formulering van de probleemstelling, na lezing van het eerste artikel.
2. Beantwoording van (een selectie van) de vragen uit (c) tot en met (f) in groepen; daarbij kan gebruik worden gemaakt van een bewerking van het achtergrondartikel (informatie over genomen beslissingen is weggelaten). De vragen dienen individueel beantwoord te worden, maar de antwoorden moeten wel met elkaar worden besproken.
3. Nadat leerlingen binnen groepen -voor zover mogelijk- individueel een voorkeur voor een oplossing hebben uitgesproken, kunnen ze bij de leerkracht een tekstje met de genomen beslissingen ophalen, waarna de laatste hulpvragen van (f) beantwoord moeten worden.
4. Afrondende klassikale bespreking, met name over de genomen beslissingen.

Tot slot is een wat minder geslaagd, maar minder tijd vragend alternatief natuurlijk ook om de leerlingen de teksten en vragen als huiswerk mee te geven.

Interessant is wellicht weer wel om leerlingen (als proefwerk?) een commentaar te laten schrijven (en eventueel een aanvulling te laten geven) bij de voorgestelde oplossingen en om een beoordeling van de genomen beslissingen te geven. Uiteraard van argumenten voorzien.

3.4.2. Huishoudelijk afval

In de voorgaande paragraaf is een model gepresenteerd dat als structuur kan dienen om met leerlingen milieuproblemen te analyseren. Het "verklaringsdeel" in het model vraagt om zowel een natuurwetenschappelijke basis als een sociaal-wetenschappelijke verklaring.

De natuurwetenschappelijke basis bestaat vooral uit de in § 2.1. gegeven concretisering van het ecologisch denken en de in § 2.5. uitgewerkte weg die daartoe kan leiden. Maar een milieuprobleem kan pas worden begrepen als zowel een ecologische verklaring gegeven wordt voor de verandering in ecosystemen, als een maatschappelijke verklaring wordt gegeven voor de reden waardoor deze verandering in stand wordt gehouden.

Huishoudelijk afval of afval is zeker bij milieu-organisaties een geliefd thema (SME, 1987; LSMME, 1986). De educatieve populariteit heeft te maken met de volgende overwegingen:

- het afval wordt gezien als een duidelijke illustratie van de relatie tussen mens en milieu;
- het is zeer concreet;
- het is actueel;
- het is een probleem waar, ook op het niveau van leerlingen, oplossingen voor te bedenken zijn; met andere woorden, leerlingen kunnen zelf meewerken aan oplossingen door hun gedrag bij te stellen.

Eerder werd beweerd dat de keuze voor milieuthema's in de klas niet à priori hoeft te worden ingegeven door de urgentie van de problemen. De mogelijkheden om een milieuprobleem te kunnen uitwerken vanuit het ecologisch denken én de maatschappelijke kaders weegt zwaarder. Wat betreft het argument dat leerlingen bij het huishoudelijk afvalprobleem zelf kunnen meewerken aan oplossingen werden in 3.2.2. kanttekeningen gezet. Wat wel overeind staat, is dat er ten aanzien van het huishoudelijk afvalprobleem een aantal oplossingen zichtbaar worden die maatschappelijk min of meer geaccepteerd beginnen te raken. Gelijktijdig zijn er op allerlei plaatsen nog allerlei experimenten gaande, met zo op het eerste oog merkwaardige, tegenstrijdige resultaten.

Zo werden schillenprojecten die op sommige plekken een vaststaand gegeven vormen elders weer opgedoekt. Gemeenten die enthousiast begonnen met gescheiden huisvuilinzameling stopten zo'n project soms al na één jaar (gemeente Groningen).

Terwijl in Europees verband ernst wordt gemaakt met de terugdringing van chemische verontreiniging van de Rijn, vinden op de Noordzee nog steeds acties van Greenpeace plaats tegen vuilverbrandingen en -dumpingen. Kennelijk is afval een (nog) moeilijk oplosbaar probleem, alhoewel oplossingen wel in toenemende mate worden ontwikkeld.

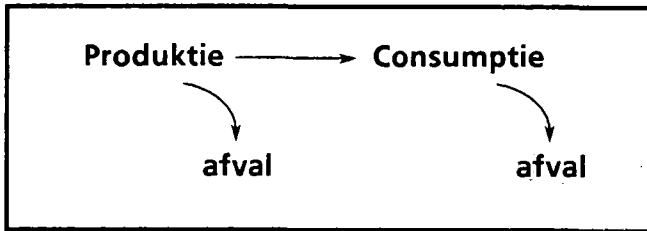
"Afval" in het onderwijs zou kunnen starten vanuit de vraag hoe het komt dat afval een probleem is. Van Weenen (1984) hanteert de volgende maatschappelijke definitie van afval:

"Die stoffen of materialen die naast één of meer produkten uit een produktieproces of na consumptie resteren en onder de geldende marktomstandigheden geen marktwaarde hebben."

Deze omschrijving geeft vooral een maatschappelijke status aan afval:

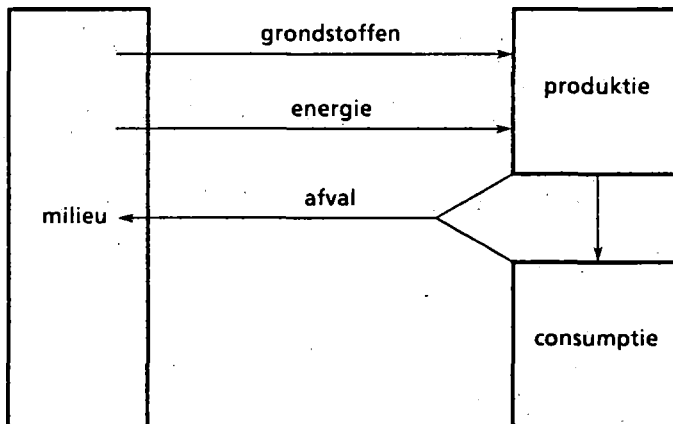
- het is een bijproduct van productieprocessen;
- het is een restproduct na consumptie;
- het heeft voor niemand economische betekenis.

Afval is vanuit deze omschrijving in een simpel productie-consumptie relatiemodel te plaatsen (zie figuur 34).



Figuur 34. De relatie tussen productie, consumptie en afval

De economische opwaardering van grondstoffen tot consumptie-artikelen heeft als bij-effect een degradatie van grondstoffen tot waardeloos afval. Dit model beschrijft echter niet wat het milieu hiermee van doen heeft. Potma (1987) plaatst het productie-consumptie-proces "in het milieu". Zijn plaatje ziet er dan als volgt uit (zie figuur 35).



Figuur 35. Relatie tussen productie, consumptie, afval en milieu (naar Potma, 1987)

"Milieu" moet ook hier worden opgevat als ecosystemen. Een essentiële uitbreiding van de omschrijving van Van Weenen is nu, dat zowel de voorwaarden als de restfracties van productie of consumptie van hetzelfde substraat gebruik maken, namelijk het milieu (of ecosystemen).

- Afval kan nu op tenminste vier manieren als probleem worden gedefinieerd.
1. Als bijproduct van productieprocessen. Het accent ligt op de winning van produkten uit het milieu, produkten van ecosystemen.
 2. Als restprodukt van productie en consumptie. Het accent ligt dan op het in economisch opzicht oninteressante produkt.
 3. Als milieubelastend materiaal. Het accent ligt dan op de wijzen van toevoeging van afval aan ecosystemen en de effecten.
 4. Als collectief probleem in de maatschappij.

2 en 4 verwijzen in feite naar de maatschappelijke invalshoek, 1 en 3 verwijzen naar de ecologische benadering.

Uitwerking van 3, afval als milieubelastend materiaal, kan aan de hand van de conceptuele kaders zoals die in § 2.4. werden uitgewerkt. Daar werden bijvoorbeeld ten aanzien van het begrip "kringloop" op grond van de benodigde voorkennis een aantal niveau's onderscheiden. Alvorens daar nader op in te gaan, is het goed te bedenken dat kringlopen opgevat moeten worden als eigenschappen van ecosystemen; met andere woorden, ecosystemen zijn de context waarin kringlopen kunnen worden onderscheiden.

Relatief eenvoudig zijn kringlopen (1), kringlopen waarbij de stof niet of nauwelijks verandert (waterkringloop, glasrecycling, voedselkringloop). Moeilijker zijn kringlopen (2), kringlopen waarbij de oorspronkelijke stof via bepaalde processen verandert, maar uiteindelijk weer in de oorspronkelijke vorm terugkeert. Afval als milieuprobleem kan met behulp van deze twee niveau's van kringlopen geïllustreerd worden. De vraag is dan hoe (componenten uit) bijvoorbeeld huishoudelijk afval de waterkringloop, voedselkringloop of koolstofkringloop beïnvloeden.

In principe zijn er drie manieren van afvalverwerking; dat zijn in volgorde van belangrijkheid:

1. Storten.
2. Verbranden.
3. Hergebruiken.

Storten voegt iets toe aan de bodem en kan dus onder meer de waterkringloop en voedselkringloop beïnvloeden.

En verbranden voegt iets toe aan de lucht en kan dus van invloed zijn op de koolstofkringloop en waterkringloop.

Hergebruik vindt nooit in een volledig gesloten systeem plaats, maar er wordt in ieder geval naar gestreefd zo weinig mogelijk van het materiaal in natuurlijke kringlopen in te brengen.

De componenten waaruit huishoudelijk afval bestaat, zijn de volgende:

1. Organisch afval.
2. Papier.
3. Glas.
4. Textiel.
5. Chemisch afval.
6. Kunststoffen.
7. Metalen.
8. Bouw- en sloopafval.

In principe kan ieder van deze soorten afval en de wijze van verwerking ervan in verband worden gebracht met de verschillende niveau's waarop het begrip kringloop wordt behandeld.

Bij behandeling van eenvoudige voorstellingen van kringlopen, kringlopen (1), zullen vooral die afvalstoffen illustratief zijn, waarvan de invloed op natuurlijke kringlopen duidelijk is, bijvoorbeeld de invloed van organisch afval op de voedselkringloop. De vraag is dan welke soorten afval in de voedselkringloop kunnen worden opgenomen.

En zo zou bij behandeling van de waterkringloop ook aan de orde kunnen komen wat de invloed van bijvoorbeeld kunststoffen en metalen daarop is. De vraag is dan wat er bijvoorbeeld met plastics en ijzer gebeurt wanneer ze in het water terecht komen. Het zal duidelijk zijn dat bij behandeling van eenvoudige voorstellingen van kringlopen de keuzemogelijkheden niet al te groot zijn.

Wanneer gebruik kan worden gemaakt van eenvoudige chemische voorkennis, kringlopen (2), ontstaan veel meer mogelijkheden. Huishoudelijk afval kan dan worden beschreven op grond van chemische eigenschappen als oplosbaarheid, afbreekbaarheid en giftigheid. Effecten van storten, verbranden en hergebruik op de waterkringloop, de kringloop van voedingsstoffen en de koolstofkringloop kunnen dan met behulp van deze chemische eigenschappen worden beschreven. Daardoor kunnen dan ook onderwerpen aan de orde komen als accumulatie van stoffen en verstoring van ecologische processen door vergiftiging, bijvoorbeeld eutrofiëring. Een belangrijk aspect daarbij is ook het bereiken van drempelwaarden. Daarmee is dan ook een verbinding gelegd met het begrip evenwicht, in dit geval evenwicht (2), omdat drempelwaarden binnen een cybernetische opvatting fungeren als de grenzen waarbinnen het evenwicht hersteld kan worden (zie figuur 16).

Deze kleine vingeroefening laat zien dat in de behandeling van het thema huishoudelijk afval een aantal niveau's kunnen worden onderscheiden, op basis van de in § 2.4. onderscheiden niveau's van de begrippen ecosystemen, kringloop en evenwicht en de in § 2.5. geschetste conceptuele structuur.

Milieuproblemen kunnen worden beschreven en 'verklaard' (in stappen b en c van het in figuur 33 afgebeelde beschrijvingsmodel) met behulp van de niveau's van deze begrippen. Aan de hand van huishoudelijk afval en enkele andere milieuproblemen zou nu verder uitgewerkt moeten worden wat relevante beschrijvingsniveau's van milieuproblemen zijn. Daarbij kan gebruik worden gemaakt van de in § 2.5. onderscheiden clusters A t/m D (figuren 24 t/m 27) en de daarin verwerkte en in § 2.3. onderscheiden kennisniveau's.

Voorlopig lijkt het goed mogelijk om milieuproblemen te beschrijven met een of meer aan de clusters A t/m D ontleende beschrijvingsniveau's, zoals die hieronder zijn aangegeven:

- I Fenomenologisch niveau (I.1. en II.2.)
- II Niveau van wetmatigheden (II.1. en II.4.)
- III.a. Ecosysteem (2) niveau (III.1.)
- III.b. Ecosysteem (3) niveau (III.4.)
- III.c. Ecosysteem (4) niveau (III.5.)
- III.d. Ecosysteem (5) niveau (III.6.)

Met deze aanduiding van beschrijvingsniveau's is ook verduidelijkt dat het niet persé noodzakelijk is om eerst de lijn van het ecologisch denken af te wandelen alvorens aandacht te besteden aan milieuproblemen. Ook tussendoor, zodra de voor een beschrijvingsniveau noodzakelijke begrippen ontwikkeld zijn, kan aandacht besteed worden aan milieuproblemen. Dat betekent dat het ook mogelijk is om een milieuprobleem als context te benutten (en te beschrijven met behulp van het voorafgaande beschrijvingsniveau), om daarna de lijn van het ecologisch denken weer op te vatten en uit te werken naar een volgend beschrijvingsniveau, waarna tot slot dit beschrijvingsniveau weer kan worden toegepast op dezelfde of nieuwe milieuproblemen.

Daarmee zijn kaders voor contextgerichte NME aangegeven en kan worden aangesloten op keuzen zoals die door het NME-VO-project (NME-VO, 1988) zijn gemaakt.

Literatuur

- Achterberg, W. (1984). Op zoek naar ecologische ethiek. In: W. Achterberg & W. Zweers (red.). Milieucrisis en filosofie. Ekologische Uitgeverij, Amsterdam. 142-170.
- Achterberg, W. (1986). Gronden van moreel respect voor de natuur. In: W. Achterberg & W. Zweers (red.). Milieufilosofie tussen theorie en praktijk, Van Arkel, Utrecht. 105-134.
- Akker, J.J.H. & W.A.J.M. Kuipers (1987). Natuur- en Milieu-educatie in het onderwijs. Selecta Reeks. SVO, 's-Gravenhage.
- Allen, P.M. (1981). The Evolutionary Paradigm of Dissipative Structures. In: E. Jantsch (ed.). The Evolutionary Vision. Towards a Unifying Paradigm of Physical, Biological, and Sociocultural Evolution. American Association for the Advancement of Science. Selected Symposium. 61. Westview Press, Boulder/Colorado.
- Arens, L., M. Limpens, A. Starink & J. Weesie (1984). Wat is natuur? Didactiek van de Biologie, Rijksuniversiteit Utrecht.
- Asperen, T. van (1986). Milieu en overheid. In: W. Achterberg & W. Zweers (red.). Milieufilosofie tussen theorie en praktijk. Van Arkel, Utrecht. 175-199.
- Barbier, E.B. (1987). The Concept of Sustainable Economic Development. Environmental Conservation 14, 2, 101-110.
- Beer, W. & G. de Haan (1986). Neue Tendenzen im Verhältnis von Oekologie und Pädagogik. Oekopädagogisch Zeitschrift für Oekologie und Pädagogik, 6, 36-43.
- Bertalanffy, L. von (1968). General System Theory. Braziller, New York.
- Block, A. de (1975). Taxonomie van leerdoelen, Antwerpen.
- Bloch, J.R. (1984). Entropy, ecology and the concept of self-organization. Eur. Journal Science Education. 6 (1), 11-17.
- Boersema, J.J. (1984). Wetenschapsfilosofische en historische aspecten. In: J.J. Boerema, J.W. Copius Peereboom & W.T. de Groot (red.). Basisboek milieukunde. Boom, Meppel. 31-40.
- Boersma, K. Th. (1984). Wat is biologisch evenwicht? Tijdschrift voor Didactiek der Natuurwetenschappen, 2 (2), 112-128.

- Boersma, K. Th. (1986). De "E" van NME. Onderwijskundige, vakdidactische en pedagogische uitgangspunten van natuur- en milieu-educatie. *Bulletin voor het Onderwijs in de Biologie*, 17, 103, 200-208.
- Boersma, K. Th. (1987a). Leerlingen zijn geen onbeschreven blad. *Mondiale aspecten van natuur- en milieu-educatie in het onderwijs*. *Milieu-educatie*, 3 (1), 20-22.
- Boersma, K. Th. (1987b). De rode draad van NME. *Bulletin voor het onderwijs in de Biologie*. 18, 108, 119-121.
- Boersma, K. Th. & R.J. de Kievit (1987). De ontwikkeling van een programmavoorstel natuuronderwijs voor 12-16 jarigen. *Onderwijskundige Notities*, 7 (2), 19-28.
- Bouwer, K. & J.C.M. Klaver (1987). Milieuproblemen in geografisch perspectief. Van Gorcum, Assen/Maastricht.
- Bybee, R.W. (1984). Human ecology: Curriculum Review. *The American Biology Teacher*, 6, 6, 310-316.
- Bybee, R.W. (1987). Human ecology and teaching. In: *New trends in biology teaching V*. Unesco, Paris, 145-164.
- Davydov, V.V. (1983). Grondslag van de dialectisch-materialistische denkteorie. In: J. Haenen & B. van Oers (red.). *Begrippen in het onderwijs*. De theorie van Davydov. Pegasus, Amsterdam.
- Davydov, V.V. (1984). Substantial Generalization and the Dialectical-Materialistic Theory of Thinking. In: M. Hedegaard e.a. (eds.). *Learning and Teaching on a scientific basis. Methodological and Epistemological Aspects of the Activity Theory of Learning and Teaching*. Aarhus Universitet.
- Driver, R. & V. Oldham (1985). A constructivist approach to curriculum development in science. Paper BERA-symposium. August 1985.
- Driver, R. (1988). Changing conceptions. *Tijdschrift Didactiek der B-wetenschappen*, 6 (3), 161-198.
- Duit, R. (1986). *Der Energiebegriff im Physikunterricht*. IPN, Kiel.
- Egerton, F.N. (1973). Changing concepts of the balance in nature. *Quart. Review of Biology*, 48, 322-350.
- Eijkelhof, H.M.C. & P.L. Lijnse (1987). Denkbeelden over radio-activiteit in de berichtgeving van Tsjernobyl. *Tijdschrift Didactiek der B-wetenschappen*, 5 (1), 16-30
- Eulefeld, G. & G. Schaefer (1978). *Biologisches Gleichgewicht*. IPN-Einheitenbank Biologie. Aulis Verlag Deubner & Co, Köln.
- Evans, F.C. (1956). Ecosystems as the basic unit in ecology. *Science*, 123, 1227-1228.
- Festinger, L. (1957). *A theory of cognitive dissonance*. Stanford University Press, Stanford/California.

- Gagné, R.M. (1977). *The Conditions of Learning* (3d Ed.). Holt, Rinehard & Winston, New York.
- Gemert, P.G.C. van & J.M.M. van de Pas (1987). *Klein Chemisch Afval. Verslagen milieukunde nr. 19*. Katholieke Universiteit Nijmegen.
- Gott, L. & P. Murphy (1987). *Assessing investigations at ages 13 and 15*. Department of Education and Science. Science report for teachers: 9. Adlard & Son Ltd., Letchworth.
- Groen, M., B. Scholtens en J. van Kasteren (1987). *Milieutechnologie. Meer dan milieu en technologie*. Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage.
- Groot, A.D. de (1978). *Wat neemt de leerling mee van onderwijs? Gedrags-repertoires, programma's, kennis-en-vaardigheden*. In: *Hanboek voor de onderwijspraktijk*, 2.3. Groningen. A1-A23.
- Groot, A.D. de (1980). *Over leerervaringen en leerdoelen*. In: *Handboek voor de onderwijspraktijk*, 2.3., Groningen. B1-B18.
- Gruber, H.E. (1974). *Moed en cognitieve groei in kinderen en wetenschaps-mensen*. In: M. Schwebel & V. Raph (ed.). *Leerkracht. Ideeën van Piaget toegepast in de praktijk*. Bert Bakker, Den Haag. 68-95.
- Harms, W.B. & P.J.A.M. Smeets (1988). *Dissipatieve structuren: theorie en implicatie voor de landschapsecologie*. *Landschap*, 1, 44-55.
- Hashweh M.Z. (1986). *Toward an explanation of conceptual change*. *European Journ. Science Education*, 8 (3), 229-249.
- Hiele, P.M. van (1973). *Begrip en inzicht*. Muusses, Purmerend.
- Hodson, D. (1988). *Toward a Philosophically More Valid Science Curriculum*. *Science Education*, 72 (1), 19-40.
- Homes, R.W., H.A. van der Heijden en G.J. Kok (1984). *Milieu en sociale wetenschappen*; In: J.J. Boersema, J.W. Copius Peereboom en W.T. de Groot (red.). *Basisboek milieukunde*. Boom, Meppel. 256-271.
- Hoogendijk, W. (1988). *Hoe de zalm terugkwam. De droom van een milieu-behouder*. Stichting Milieu-Educatie, Utrecht.
- Informatiecentrum Blikverpakking (z.j.). *Blikverpakking in Kringloop*. Rotterdam.
- International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN) (1980). *World Conservation Strategy. Living Resource Conservation for Sustainable Development*. Gland.
- Jansen, A.J. (1972). *An analysis of "balance in nature" as an ecological concept*. *Acta biotheoretica*, 21, 86-114.
- Jantsch, E. (1980). *The Self-organizing Universe. Scientific and Human Implications of the Emerging Paradigm of Evolution*. Pergamon Press, New York.

- Johnson, L. (1981). The thermodynamic origin of ecosystems. *Can. J. Fish and Aqu. Sci.* 38, 571-590.
- Kattmann, U. (1977). *Bezugspunkt Mensch. Grundlegung einer humanzentrierten Strukturierung der Biologieunterrichts.* Aulis, Köln.
- Kuipers, T. & H. Zandvoort (1985). *Empirische wetten en theorieën. Kennis en methode*, 1, 49-63.
- Kwa, C.L. (1984). De relatie tot de natuur in cybernetische en evolutionaire ecologie. *Kennis en methode* 1984/1, 8, 25-41.
- Lahuis, A. (1986). De beschrijving van onderwijsdoelstellingen in schoolwerkplanpublicaties. Mededeling nr. 9, SLO, Enschede.
- Landelijk Steunpunt Natuur- en Milieu-educatie (1986). *Educatieve catalogus Natuur en Milieu.* Amsterdam.
- Langeheine, R. & J. Lehman (1986). *Die Bedeutung der Erziehung für das Umweltbewusstsein.* IPN, Kiel.
- Langeveld, M.J. (1972). *Beknopte theoretische pedagogik.* Wolters, Groningen.
- Licht, P. (1987). Concept-verandering in constructivistisch onderwijs; op zoek naar een theoretisch fundament. *Tijdschrift der B-Wetenschappen*, 5 (2), 105-120.
- Licht, P. (1988). De ontwikkeling van een diagnostisch instrument voor de vaststelling van specifieke intuïtieve ideeën over stroom en spanning. *Tijdschrift Didactiek der B-Wetenschappen*, 6 (2), 99-114.
- Lijnse, P.L. (1986). Energie tussen leefwereld en vakstructuur. In: J.S. ten Brinke, H.P. Hooymayers & G. Kanselaar (red.). *Vakdidactiek en informatietechnologie in curriculumontwikkeling.* Swets & Zeitlinger, Lisse, 75-88.
- Margandant-Van Arcken, M. (1987). De invloed van (natuurwetenschappelijke) informatie op besluitvormingsprocessen van 12-18 jarigen rondom controverse onderwerpen en het afwegen van milieurisico's; een literatuurstudie. NME-VO-project, Rijksuniversiteit Utrecht.
- Margandant-Van Arcken, M.J.A. (1988). *Dierenjuf.* (Proefschrift Rijksuniversiteit Utrecht).
- Meegeren, P. van (1988). *Natuur- en milieuvorlichting. Vakgroep Voorlichtingskunde.* L.U. Wageningen. SDU, 's-Gravenhage.
- Meer, F. van der (1981). *Achtergronden van Milieugedrag.* Den Haag.
- Ministers van Landbouw en Visserij; Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieuhygiëne (1988). *Nota Natuur- en Milieu-Educatie. Een meerjarenvisie.* Staatsuitgeverij, Den Haag.
- Ministers van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieuhygiëne; Landbouw en Visserij; Verkeer en Waterstaat (1985). *Indicatief Meerjarenprogramma Milieubeheer 1986-1990.* Staatsuitgeverij Den Haag.

- Natuur- en Milieu-educatie in het Voortgezet Onderwijs, project (NME-VO) (1988). Deelleerplan natuur- en milieu-educatie voor aardrijkskunde, biologie, natuur- en scheikunde in het Voortgezet Onderwijs, klas 1-3, Rijksuniversiteit Utrecht.
- Natuuronderwijs voor de Basisschool (NOB), project (1987). Natuuronderwijs in grote lijnen. SLO, Enschede.
- Nelissen, N., R. Peereboom, P. Peters en V. Peters (1987). De Nederlanders en hun milieu. Kerckebosch B.V., Zeist.
- Novak, J.D. (1986). A theory of education. Cornell University Press, Ithaca, New York.
- Odum, E.P. (1971). Fundamentals of Ecology. Saunders, Philadelphia.
- O'Neill, R.V., O.L. De Angelis, J.B. Waide & T.F.H. Allen (1986). A Hierarchical Concept of Ecosystems. Princeton University Press, Princeton/New York/New Jersey.
- Peterman, Clark & Holling (1979). The dynamics of of resilience, shifting stability domains in fish and insect systems. In: R.M. Anderson et.al. (eds.). Population Dynamics. Oxford.
- Piaget, J. (1929). The Child's Conception of the World. Rontledge and Kegan, London (herdruk: Rowman & Allenheld, Totowa, New Jersey).
- Posner G.J. & K.A. Strike (1976). A Categorization Scheme for Principles of Sequencing Content. Rev. Educ. Research, 46 (4), 665-690.
- Posner, G.J., K.A. Strike, P.W. Hewson & W.A. Gertzog (1982). Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. Science Education, 66 (2), 211-227.
- Potma, Th. (1987). NME: Troostprijs of voorwaarde? In: B. Frings (red.). Werkveld in opbloei. Jaarboek Natuur- en Milieu-Educatie 1986-1987. Stichting Milieu-Educatie, Utrecht. 27-36.
- Prigogine, I. & I. Stengers (1985). Orde uit chaos. De nieuwe dialoog tussen de mens en de natuur. Bert Bakker, Amsterdam.
- Projectgroep Milieu-educatie (1985). Milieu-educatie in het middelbaar onderwijs. Interfacultaire Vakgroep Energie en Milieukunde. Studentenverslag no. 7, januari 1985. Rijksuniversiteit Groningen.
- Raaij, W.F. van en R.G.M. Pieters (1988). Milieubewust consumentengedrag: mogelijkheden en onmogelijkheden. In: H. Bezener, W.T. de Groot en G. Huppes (red.). Instrumenten voor milieubeleid, Samsom/Tjeenk Willink, Alphen aan den Rijn. 18-34.
- Reigeluth, C.M. & F.S. Stein (1983). The Elaboration Theory of Instruction. In: C.M. Reigeluth (ed.). Instructional design theories and models: An overview of their current status. Lawrence Erlbaum Ass. Publ., Hillsdale/New Jersey/London.

- Reigeluth, C.M., M.D. Merrill, B.G. Wilson & R.T. Spiller (1980).
The Elaboration Theory of Instruction: A Model for Sequencing and
Synthesizing Instruction. *Instructional Science* 9, 195-219.
- Reijnders, L. (1980). *Risico's, wetenschap en techniek*. Amsterdam.
- Reinders, E. (1987). Opvoeden tot ecologisch denken. *Milieueducatie* 3, 2,
5-8.
- Schaefer, G. (1978). Inklusives Denken - Leitlinie für den Unterricht.
In: G. Trommer & K. Wenk (Hrsg.). *Leben in Oekosystemen*. Leithemen
1/78. Westerman, Braunschweig. 10-29.
- Schaepman, K. en J. Slats (1988). "Ik zie een landbezitter nog niet door de
knieën gaan." *Vrij Nederland*, jaargang 49, 23 juli 1988, 7-9.
- Schermer, A.F.K. (1987). Attitudes, een cijfer waard? *Bulletin voor het
Onderwijs in de Biologie* 18 (108). 124-132.
- Schroevers, P. (1984). Inhoud en betekenis van een holistisch natuurbeeld.
In: W. Achterberg & W. Zweers (red.). *Milieucrisis & filosofie*.
Ekologische Uitgeverij, Amsterdam. 49-73.
- Smeur, E. (1987). NME, wat moet ik er mee?! Doctoraalverslag PDI, afdeling
biologie. Rijksuniversiteit Utrecht.
- Solomon, J. (1983). Learning about energy. How pupils think in two
domains. *Eur. Journ. Science Educ.* 5, 49-59.
- Spreckelsen, K. (1973). Konzepte als Leitlinien für die Struktur eines
stufenübergreifenden Curriculums. In: K. Frey & P. Häussler (Hrsg.).
*Integriertes Curriculum Naturwissenschaft: Theoretische Grundlagen
und Ansätze. Bericht 4. IPN-Symposium, Kiel.* 409-412.
- State Education Department (z.j.). *Elementary Science Syllabus*. Albany/
New York.
- Sterling, S.R. (1985). Culture, Ethics, and the Environment-Towards
the New Synthesis. *The Environmentalist*, 5 (3), 197-206.
- Stichting Milieu Educatie (1988). *Catalogus 1988*. Utrecht.
- Stikker, A. (1988). De prijs van een wonder. Naar nieuwe modellen voor
onze toekomst. *Bres*, Amsterdam.
- Stortenbeker, C.W. (1988). Economie en ecologie. Naar behoud en duurzaam
gebruik van onze natuurlijke bestaansbronnen. In: *Natuurbeschermings-
raad en Centrale Raad voor Milieuhygiëne (red.). Ecologie en economie*.
*Duurzaam gebruik van natuurlijke bestaansbronnen. Studiedag 12
november 1987, Arnhem.* 11-24.
- Sutton, D.B. & N.P. Harmon (1973). *Ecology: selected concepts*.
Wiley & Sons, New York.
- Udo de Haes, H.A. (1984). Milieukunde, begripsbepaling en afbakening; In:
J.J. Boersema, J.W. Copius Peereboom & W.T. de Groot (red.) *Basisboek
milieukunde*, Boom, Meppel. 27-36.

- Udo de Haes, H.A. (1988). Drie andere wegen voor milieubeleid.
In: H. Bezener, W.T. de Groot en G. Huppés (red.). Instrumenten voor milieubeleid. Samsom/Tjeenk Willink, Alphen aan den Rijn. 3-13.
- Valk, A.E. van der, H.M.J. Bruijns, P.L. Lijnse & R. Taconis (1988). Begripsontwikkeling bij leerlingen in realiteitsgericht natuurkunde-onderwijs, eerste ronde. Deel A. Rijksuniversiteit Utrecht/SVO, 's-Gravenhage.
- Veen, P. & H.A.M. Wilke (1986). De kern van de sociale psychologie. Van Loghum Slaterus, Deventer.
- Voorde, H.H. ten (1979). Verwoorden en verstaan. Band I + II. SVO-reeks 6. Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage.
- Wahlberg, H.J. (1986). Een synthese van onderzoek naar onderwijsproductiviteit. In: W.J. Nijhof & E. Warries (red.). De opbrengst van onderwijs en opleiding. Vereniging voor Onderwijs Research. Swets & Zeitlinger, lisse. 15-24.
- Walgenbach, W. (1986). Und er bewegt sich doch. Kleiner didaktische Essay über den Hefeteig. Demokratische Erziehung 10/86, 10-14.
- Walgenbach, W. & W. Wolze (1987). Education through system building. Outline of a research and development program. Int. Kongress für Tätigkeitstheorie. Berlin, 1987.
- Watzlawick, P. (1978). Wie weet is het ook anders. Van Loghum Slaterus, Deventer.
- Watzlawick, P., J.H. Beavin & D.D. Jackson (1970). De pragmatische aspecten van de menselijke communicatie. Van Loghum Slaterus, Deventer.
- White, R.T. (1987). The future of research on cognitive structure and conceptual change. Tijdschrift Didactiek B-Wetenschappen, 5 (3), 161-172.
- Winsemius, P. (1986). Gast in eigen huis. Samsom/Tjeenk Willink. Alphen aan den Rijn.
- World Commission on Environment and Development (1987). Our Common Future. Oxford University Press. Oxford/New York.
- Zeeuw, G. de (1977). Systemen, de wereld en wij. Wijsgerig perspectief op maatschappij en wetenschap, 17 (6), 382-394.

ISBN 90 329 0803 0

AN 4.354.5343