

NME in ontwikkeling & onderzoek

J. Kortland

Centrum voor Didactiek van Wiskunde en Natuurwetenschappen (CD- β),
Universiteit Utrecht

M. Pieters

Instituut voor Leerplanontwikkeling (SLO), Enschede¹

Summary

A number of school subject curricula in Dutch secondary education include or at least hint at dealing with environmental issues in the classroom - be it in the context of decision making by students or not. However, the number of well documented experiences with teaching these new contents and skills seems to be rather limited. Therefore a classroom-R&D project with the aim of providing an empirical base for the required educational innovation started midway 1990 as a co-operative effort of the Institute for Curriculum Development (SLO) and the Centre for Science and Mathematics Education (CD- β).

This article attempts to give a general outline of the project's views on environmental education and of the interactive process of research and development of teaching units for a limited number of school subjects (biology, physics and chemistry) during the first year, in which the translation of curriculum ideas into teaching practice and the clarification of students' perceptions of environmental issues were the central focus.

1. Inleiding

In de kerndoelen voor de basisvorming in de vakken natuur- en scheikunde en biologie wordt een aantal *milieuvraagstukken* genoemd, zoals afval, energie en geluidhinder (natuur- en scheikunde), en voedselproductie en -consumptie (biologie). Naast deze kerndoelen vinden we in beide genoemde vakken een algemeen vaardigheidsdoel dat verwijst naar *besluitvorming*: leerlingen kunnen in *keuzesituaties een beargumenteerde mening weergeven* (natuur- en scheikunde) en leerlingen kunnen in *keuzesituaties alternatieve (gedrags)mogelijkheden noemen en hun eigen waardering en voorkeur ten aanzien van die mogelijkheden toelichten* (biologie). In de kerndoelen voor de basisvorming in een aantal andere vakken zijn vergelijkbare formuleringen te vinden. En ook in examenprogramma's wordt af en toe verwezen naar milieuvraagstukken, al dan niet in de context van besluitvorming door leerlingen.

Dit artikel probeert een overzicht te geven van een ontwikkelde visie op natuur- en milieu-educatie binnen de natuurwetenschappelijke vakken in het onderwijs, en van een eerste ronde van wisselwerking tussen ontwikkeling en onderzoek waarin het vertalen van leerplanideeën naar de lespraktijk en het verhelderen van het leerlingbeeld van milieuvraagstukken centraal staat.

Leerplanontwikkeling

Met het oog op een gecoördineerde aanpak van natuur- en milieu-educatie (NME) in de daarvoor in aanmerking komende vakken is in 1989 het *Project NME* gestart: een samenwerkingsverband van een aantal onderwijsverzorgingsinstellingen en NME-organisaties. In dat project is in eerste instantie een *kernleerplan* ontwikkeld (Pieters, 1990), gebruik makend van de door het *Project NME-VO* in de jaren 1986-89 gegeven voorzet (Brunsting, 1989). Dit kernleerplan geeft een samenvatting van de discussie die verschillende bij NME betrokken instellingen en personen gevoerd hebben over de visie op NME in het onderwijs, en doet een voorstel voor een gemeenschappelijk begrippenkader en een aantal doelstellingen. Het kernleerplan is daarna voor een aantal schoolvakken verder uitgewerkt in de vorm van *vakdeelleerplannen* (gericht op de integratie van NME in het vak binnen de mogelijkheden die kerndoelen en examenprogramma's daarvoor bieden) en nog verdergaand tot *lesmateriaalblauwdrukken* (ruwe schetsen van mogelijke lessenseries). Naast deze op het vak gerichte concretisering zijn enkele meer algemene leerplanstudies uitgevoerd over de relatie tussen kennis, waarden en gedrag (Pieters, 1992a), over besluitvorming van leerlingen (Kortland & Veldman, 1992), en over ontwikkelstrategieën voor enkele NME-varianten op schoolniveau (Van Rossum, 1992).

Ontwikkeling en onderzoek

De aandacht in het onderwijs voor milieuvraagstukken en besluitvorming daarover is het gevolg van een groeiende bezorgdheid in de samenleving over de milieukwaliteit. Ook in bredere zin wordt het onderwijs geacht leerlingen voor te bereiden op het maken van keuzes als consument en burger (Kortland & Van der Loo, 1986), en op het kunnen verdedigen van die keuzes. De aandacht voor besluitvorming over maatschappelijke vraagstukken (waaronder milieuvraagstukken) in de natuurwetenschappelijke vakken is dan ook niet nieuw. Er zijn in de loop der jaren al vele ervaringen opgedaan met onderwijs rond de wisselwerking tussen wetenschap, techniek en samenleving. De uitwisseling van die ervaringen blijft echter vaak hangen op het formuleren van doelstellingen en gewenste (of veronderstelde) leereffecten bij leerlingen. Wat daarbij dan ontbreekt is grondig onderzoek naar de werkelijke leereffecten.

ten, naar de manier waarop leerlingen tot een keuze komen en naar de kwaliteit van hun argumentatie (Hofstein e.a., 1988).

De hierboven kort geschetste activiteiten op het gebied van NME-leerplanontwikkeling na de start van het *Project NME* vertonen een vergelijkbaar manco. De ideeën van ontwikkelaars zijn in zo'n beginfase (nog) niet altijd even helder, en het is moeilijk om een goede inschatting te maken van wat leerlingen en leerkrachten in de beschikbare tijd en op grond van voorkennis en opleiding (al) aan kunnen. Dat kan gemakkelijk leiden tot een overladen leerplan met een veelheid aan nieuwe begrippen en vaardigheden - dus: tot te hoog gegrepen doelstellingen, en daarmee overspannen verwachtingen van de leereffecten bij leerlingen.

Om de uitvoerbaarheid, leerbaarheid en leerwaarde van de gedane leerplanvoorstellen te bepalen, is in 1990 door het *Project NME* een begin gemaakt met een onderzoek naar de mogelijkheden voor en effecten van NME in de lespraktijk van enkele vakken op een beperkt aantal scholen. Daarbij is per vak gebruik gemaakt van een voor dat doel ontwikkelde lessenserie, als eerste uitwerking van een deel van het betreffende vakdeelleerplan. De fasering van dit onderzoek is geïnspireerd door de door Eijkelhof & Lijnse (1988) op basis van hun ervaringen onderscheiden ontwikkelings- en onderzoeksfasen. De beide eerste fasen hebben betrekking op de ontwikkeling van de eerste en tweede versie van een lessenserie, bedoeld om te laten zien hoe de leerplanideeën in de lespraktijk kunnen worden uitgewerkt en wat de globale leereffecten daarvan zijn. De derde fase is echter beslissend voor de kwaliteit en daarmee de geloofwaardigheid van een onderwijsvernieuwing: een legitimering van inhouden en een selectie van leerlingdenkbeelden waaraan in het onderwijs aandacht moet worden besteed om gericht te kunnen werken aan doelstellingen op het gebied van kennis van, inzicht in en besluitvorming rond maatschappelijke vraagstukken - in de vierde fase gevolgd door de ontwikkeling van strategieën voor het omgaan met deze leerlingdenkbeelden in de lespraktijk.

In het *Project NME* is op basis van deze ervaringen geprobeerd om de verschillende fasen wat meer in elkaar te schuiven, door in de eerste en tweede fase al aandacht te besteden aan leerlingdenkbeelden resp. strategieën voor het daarmee omgaan in de lespraktijk. Dat heeft geleid tot een fasering in twee onderzoeksronden in twee opeenvolgende schooljaren. In dit artikel beperken we ons tot de hoofdlijnen van de eerste onderzoeksrunde in het schooljaar 1990-91: een eerste uitwerking van de visie op NME in de vorm van een aantal lessenseries, de resultaten van het onderzoek naar het leerlingbeeld van milieuvraagstukken en de daaruit te trekken conclusies voor de tweede onderzoeksrunde².

2. Visie op NME in het onderwijs

In de eerste onderzoeksronde is geprobeerd om de in het NME-kernleerplan genoemde doelstellingen, begrippen en vaardigheden te vertalen naar concrete lessenseries over binnen de verschillende vakken 'passende' milieuvraagstukken (zoals genoemd in kerndoelen en examenprogramma's).

NME-doelstellingen

Vrij algemeen wordt aanvaard dat het onderwijs leerlingen zou moeten helpen bij het begrijpen van milieuvraagstukken en bij het nemen van doordachte beslissingen over hun milieugegedrag in het dagelijks leven. Of, in de bewoordingen van het kernleerplan: *leerlingen verwerven kennis en vaardigheden die hen in staat stellen in hun denken en doen rekening te houden met een duurzame ontwikkeling van de relatie mens-milieu.*

Deze hoofddoelstelling wordt in het kernleerplan uitgewerkt in subdoelstellingen op het gebied van kennis van en inzicht in de relatie mens-milieu, de problemen daarin en de (eigen bijdrage aan) oplossingen daarvoor. De subdoelstellingen op het gebied van vaardigheden hebben betrekking op het kunnen onderzoeken van een milieuvraagstuk, het kunnen nemen van een besluit over milieugegedrag en het kunnen handelen in overeenstemming met het genomen besluit.

NME is daarbij - voor alle duidelijkheid - naar ons idee niet gericht op het 'voorschrijven' van milieuvriendelijk(er) gedrag. Het is moeilijk om zulk gedrag te specificeren op een manier die voor het hele land en voor een aantal jaren zinvol is: specifieke gedragsdoelen zijn daardoor ongeschikt als zinvolle onderwijsdoelstelling (Meijer, 1992). Het is evenmin de bedoeling dat leerlingen als resultaat van NME hun besluiten over gedrag voortaan uitsluitend baseren op milieu-overwegingen. Het onderwijs zou leerlingen moeten leren om zelfstandig doordachte beslissingen te nemen, op een systematische manier zoveel mogelijk voor- en tegenargumenten tegen elkaar af te wegen - gebaseerd op kennis van en inzicht in concrete milieuvraagstukken. Deze waardenpositie - waarmee overigens niet iedereen in NME-land het eens is (Boersma, 1992) - gaat uit van een erkenning van en respect voor de individualiteit van mensen. Deze individualiteit veronderstelt de vrijheid om zelf te kiezen op basis van inzicht in de eigen mogelijkheden en beperkingen, en van een erkenning van de eigen verantwoordelijkheid. Daarbij wordt ook verondersteld dat mensen kunnen aangeven in hoeverre zij rekening kunnen en willen houden met de gevolgen voor henzelf en anderen, nu en in de toekomst.

Begrippenkader

Het kernleerplan werkt de kennis-en-inzicht doelstellingen uit tot op het

niveau van een gemeenschappelijk begrippenkader voor NME in een aantal vakken. In grote lijnen ziet dat begrippenkader eruit als weergegeven in figuur 1. Dit schema geeft de mens weer in zijn positie als belanghebbende wat betreft het milieu. Het woord 'milieu' staat hier voor het geheel van eco-systemen waar ook de mens zelf deel van uitmaakt.

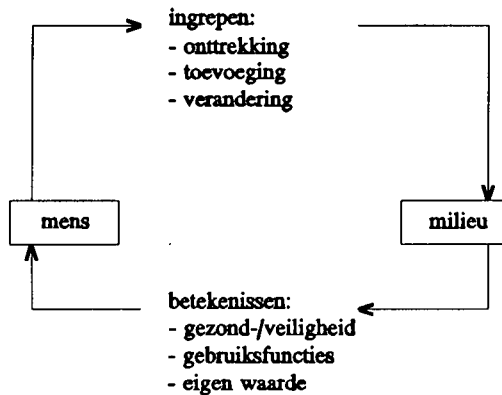


Fig. 1. Algemeen begrippenkader voor de relatie mens-milieu

Voor de mens als belanghebbende heeft het milieu een betekenis voor zijn gezondheid en veiligheid (lucht, water, voedsel, onderdak enz.) naast een aantal gebruiksfuncties (vervoer, productie van luxe goederen en diensten, recreatie enz.) die het leven van de mens tot meer maken dan alleen overleven. Daarnaast kunnen ook andere soorten dan de mens - als individu, in populaties of in ecosystemen - als mede-belanghebbende worden erkend. Ook die andere soorten maken deel uit van het milieu. Dat wordt weergegeven door een eigen waarde van het milieu: een bestaansrecht voor planten en dieren, los van enig menselijk nut.

Voor bevrediging van zijn behoeften grijpt de mens in het milieu in: onttrekking (bijv. grond- en brandstoffen), toevoeging (bijv. afval, rookgassen) en verandering (bijv. van landschappen). Als deze ingrepen leiden tot een bedreiging van de milieubetekenis is er sprake van een milieuprobleem: uitputting, vervuiling en/of aantasting. En bij een milieuprobleem is het nemen van maatregelen noodzakelijk, waarbij een onderscheid kan worden gemaakt tussen bron- en effectgerichte maatregelen (gericht op het tegengaan van de milieu-ingreep zelf resp. de ongewenste effecten van die ingreep).

Dit begrippenkader geeft een aantal aanknopingspunten voor het onderzoeken van een milieuvraagstuk, zowel wat betreft de bestaande problemen als wat betreft de mogelijke maatregelen als oplossing voor die problemen.

Want: elke maatregel kan worden gezien als een nieuwe ingreep, met positieve maar ook negatieve milieugevolgen.

Bij het zoeken naar en beoordelen van maatregelen gaat het volgens het kernleerplan om een duurzame ontwikkeling van de relatie mens-milieu. Het begrip *duurzame ontwikkeling* is complex en voor veel interpretaties vatbaar (Van der Loo, 1991a), maar - globaal geformuleerd - gaat het om een rechtvaardige verdeling van wat het milieu te bieden heeft (van milieubetekeningen dus) tussen alle belanghebbenden, nu en in de toekomst. Voor NME in de natuurwetenschappelijke vakken kunnen volgens het kernleerplan voor een dergelijke ontwikkeling de volgende criteria worden geïntroduceerd en toegepast: een voorzichtig omgaan met materie, energie en soortenrijkdom. Wat *materie* betreft houdt dit in dat we niet teveel aan systemen onttrekken of toevoegen door niet-vernieuwbare voorraden zoveel mogelijk te sparen, afvalproductie te beperken en kringlopen zoveel mogelijk intact te laten of te herstellen. De behoefte aan *energie* moet zoveel mogelijk worden beperkt tot wat uit zonne-energie omgezet kan worden, langs natuurlijke weg (fotosynthese, voedsel- en brandstofproductie) en met technische middelen (bijv. bouwkundige voorzieningen, zonnecollectoren en zonnecellen, wind- en waterturbines). Behoud van *soortenrijkdom* betekent dat we het herstellervermogen en de produktiviteit van bestaande ecosystemen en landschappen niet onomkeerbaar veranderen, en waar mogelijk nieuwe mogelijkheden voor herstel of voor nieuwe ontwikkeling van de soortenrijkdom scheppen (bijv. door gebruik van duurzame landbouwtechnieken).

Vaardigheden

Het kernleerplan werkt de vaardigheidsdoelstellingen uit, min of meer langs de lijnen van een besluitvormingsproces. Daarbij wordt van leerlingen in grote lijnen met name verwacht dat ze hun kennis van (een duurzame ontwikkeling van) de relatie mens-milieu in een keuzesituatie kunnen toepassen (en waar nodig aanvullen) en dat ze op basis van die kennis, van eigen waarde-oordelen en van inzicht in de uitvoerbaarheid van alternatieven tot een beargumenteerd besluit kunnen komen. In het kader van deze doelstellingen pleit het kernleerplan voor oefeningen in de sfeer van verwerving en verwerking van informatie, waardenverheldering, en een reflectie op het feitelijke verloop van het besluitvormingsproces.

Didactiek

De hierboven geschetste NME-doelstellingen op het gebied van kennis, inzicht en vaardigheden zijn vertaald in concrete lessenseries. Tabel 1 geeft een overzicht van de vakken, leerjaren en gekozen onderwerpen.

Tabel 1: Overzicht van de ontwikkelde NME-lessenseries

vak	leerjaar	onderwerp
biologie	1	afval (organisch)
natuur- en scheikunde	2 mhv	afval (verpakkingen)
biologie	4 h	verkeer en natuurbeheer
natuurkunde	4 h	verkeer en milieu

Bij deze vertaling is gebruik gemaakt van een *intuïtieve didactiek*: een aanpak die op grond van niet of nauwelijks geëxpliciteerde praktijkervaringen haalbaar en zinvol lijkt (Lijnse, 1990). Die praktijkervaringen zijn met name opgedaan in de periode 1986-89 binnen het voormalige *Project NME-VO*. Dat heeft geleid tot lessenseries die in grote lijnen op de volgende manier zijn opgebouwd.

Een lessenserie start met een oriëntatie op het milieuvraagstuk. De lesactiviteiten zijn met name bedoeld om de eventuele voorkennis van leerlingen te inventariseren (leerlingdenkbeelden over milieuproblemen en mogelijke maatregelen), om op basis daarvan de centrale vraagstelling voor de lessenserie te introduceren. Een voorbeeld uit de lessenserie *Afval: storten, verbranden en hergebruiken* (natuur- en scheikunde, leerjaar 2) is weergegeven in figuur 2.

In het volgende deel van de lessenserie wordt - op een vergelijkbare manier als in de oriëntatie - door middel van oriënterende vragen, tekst, illustraties en verwerkingsvragen (in sommige gevallen aangevuld met video-programma's, practica en computersimulaties) een beeld opgebouwd van het milieuvraagstuk: welke betekenis heeft het milieu in dit geval voor de mens, tot welke ingrepen in het milieu leidt dat, welke milieuproblemen worden daardoor veroorzaakt en welke maatregelen zijn mogelijk om die milieuproblemen te voorkómen. De lesactiviteiten zijn bedoeld om het leerlingbeeld van het milieuvraagstuk aan te vullen en te verdiepen.

De opgedane kennis en inzichten worden daarna door de leerlingen toegepast in een met het milieuvraagstuk samenhangende keuzesituatie. Een voorbeeld uit de lessenseries *Verkeer en natuurbeheer* en *Verkeer en milieu* (biologie en natuurkunde, leerjaar 4) is weergegeven in figuur 3. De lesactiviteiten zijn bedoeld om leerlingen te laten oefenen in het maken van een beargumenteerde keuze: het beoordelen van maatregelen, mede op grond van criteria voor een duurzame ontwikkeling van de relatie mens-milieu.

In de afsluiting van een lessenserie wordt teruggekeken naar de centrale vraagstelling uit de oriëntatie: wat is een mogelijk antwoord op de gestelde

vraag - en op welke manier kan een leerling zelf (nu of later) bijdragen aan een oplossing van het betreffende milieuvraagstuk.

Voor zover er bij de ontwikkeling van een lessenserie sprake is van een bewuste visie op NME in het onderwijs, beperkt deze zich tot het uitwerken van een deel van een (in de bovenstaande beschrijving van een lessenserie min of meer herkenbaar) normatief model van gestructureerde besluitvorming over milieuvraagstukken (Kortland & Veldman, 1992): probleem identificeren, (beoordelings)criteria ontwikkelen, alternatieven genereren, alternatieven (met behulp van de ontwikkelde criteria) evalueren, en oplossing kiezen. Daarmee worden de subdoelstellingen uit het NME-kernleerplan op het gebied van kennis en inzicht enerzijds en vaardigheden anderzijds met elkaar verbonden. Bij de verdere uitwerking van een lessenserie is voornamelijk gebruik gemaakt van een - in de onderwijspraktijk vaak overheersende - *uitleg-strategie*: het verstrekken van schriftelijke en/of mondelinge informatie door het lesmateriaal en/of de leerkracht, gevolgd door verwerkingsopdrachten voor individuele of kleine groepen leerlingen, en afgesloten met een klasgesprek over de leerlingantwoorden op die vragen.

3. Onderzoeksopzet

Het ontwikkelen van een lessenserie is gestart met het inperken van het onderwerp door het kiezen van de relevante begrippen en relaties, rekening houdend met het voor de lessenserie beschikbare (beperkte) aantal lessen en de capaciteiten van de leerlingen. De gekozen begrippen en relaties zijn verwerkt tot een van figuur 1 afgeleid, meer specifiek begrippennetwerk voor het betreffende milieuvraagstuk. Dat begrippennetwerk is gebruikt voor het opstellen van een interview-vragenlijst voor het afnemen van een gestructureerd interview bij een beperkt aantal leerlingen (zes tot acht). Deze interviews zijn bedoeld om inzicht te krijgen in het beeld dat leerlingen van het betreffende milieuvraagstuk hebben, en in hun manier van redeneren in daarmee samenhangende keuzesituaties. Een kwalitatieve analyse van de uitgeschreven interviews op mogelijke begripsproblemen van leerlingen is gebruikt bij het verder ontwikkelen van de lessenserie: de in het leerlingbeeld ontbrekende, onduidelijk onderscheiden of onjuist opgevatte begrippen en relaties zijn in het lesmateriaal en in de lessen zo goed mogelijk 'uitgelegd' - in de veronderstelling dat leerlingen daarmee zelf een volledig(er) en juist(er) beeld van het milieuvraagstuk zouden 'oppikken', en dat beeld zouden gebruiken in hun redeneringen.

1.1 Afvalverwerking

Storten en verbranden

In Nederland wordt het grootste deel van het afval verwerkt door *storten* of *verbranden*. De meeste gemeenten laten het afval naar een stortplaats brengen. In figuur 3 zie je zo'n stortplaats: het afval wordt daar neergegoid. Andere gemeenten laten het afval vervoeren naar een installatie voor vuilverbranding.

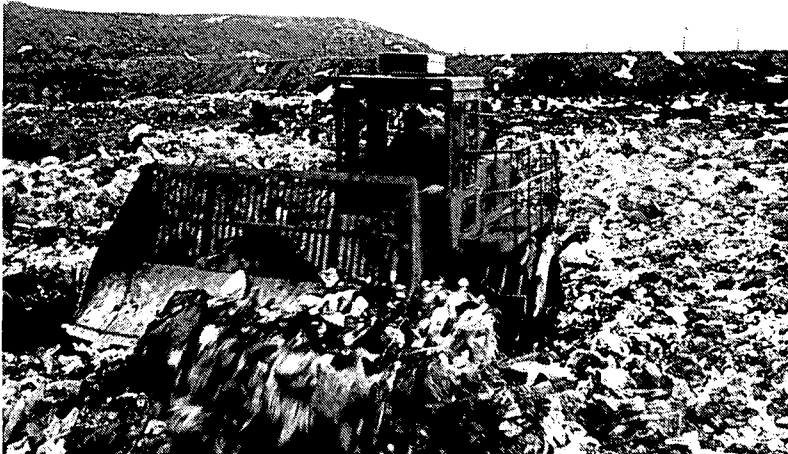


Fig. 3
Stortplaats voor afval

Milieuproblemen

Bij afvalverwerking door storten en verbranden kunnen milieuproblemen ontstaan.

- Welke milieuproblemen geeft het storten van afval op een stortplaats?
- Welke milieuproblemen geeft het verbranden van afval bij de vuilverbranding?

Hergebruiken

Een derde manier van afvalverwerking is *hergebruiken*. In figuur 4 zie je voorbeelden van het hergebruik van verpakkingen. Een melkfles kan terug naar de winkel. En dat terug naar de melkfabriek. Daar kan zo'n fles weer opnieuw worden gevuld: de *verpakking* (de fles) wordt hergebruikt. Maar de meeste flessen zijn gemaakt van wegwerp-glas. Dat wegwerp-glas gaat aan scherven in de glasbak. In de glasfabriek worden er nieuwe flessen van gemaakt. Het *materiaal* (het glas) van de verpakking wordt hergebruikt.

Fig. 2. Lesmateriaalfragment: een gedeelte van de oriëntatie uit de lessenserie Afval: storten, verbranden en hergebruiken

Hergebruik van verpakkingen

Verpakken in statiegeldflessen is een voorbeeld van hergebruik. Wegwerp-glas in de glasbak is een ander voorbeeld.

- Geef nog meer voorbeelden van het hergebruik van verpakkingen.
- Welke voordelen heeft hergebruik? En welke nadelen?
- Een lege verpakking die hergebruikt kan worden, vind je dat afval? Waarom wel of niet?

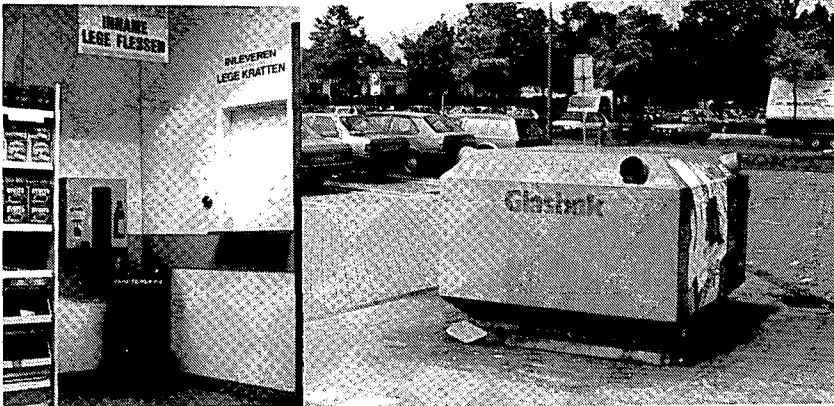


Fig. 4

Hergebruik van de verpakking (links) en hergebruik van het verpakkingsmateriaal (rechts)

1.3 Een afvalvraagstuk

Het verwerken van de groeiende afvalberg geeft problemen. Stortplaatsen raken vol. Installaties voor vuilverbranding worden gesloten, omdat ze teveel luchtvervuiling geven. Composteren van afval in het groot levert compost van een matige kwaliteit. En ander hergebruik van afval komt maar langzaam van de grond.

Wat moeten we met al dat afval? Dat is het *afvalvraagstuk*. Er worden maatregelen genomen om dat vraagstuk op te lossen. Maatregelen als het gescheiden inzamelen van groente-, fruit- en tuinafval. Zodat het verwerkt kan worden tot compost van een goede kwaliteit. Daarmee gebruiken we ongeveer de helft van het huishoudelijk afval op een nuttige manier. En van wat er over blijft, is ongeveer de helft verpakkingsafval. Wat moeten we daarmee?

Over die vraag gaat het in dit lespakket:

- voor welke milieuproblemen zorgen de verpakkingen in het huishoudelijk afval;
- welke maatregelen kun je nemen om die milieuproblemen te voorkómen?

Verkeersplannen beoordelen

De Nota Heideweg

In een denkbeeldige provincie liggen de plaatsen Kroonstad en Vleudorp aan weerszijden van een uitgestrekt natuurgebied met bos en heide. De plaatsen zijn verbonden door een tweebaans autoweg om het natuurgebied heen. Veel mensen moeten dagelijks van Vleudorp naar Kroonstad en terug. Naar school fietsen kost bijna een uur en er zijn regelmatig files op de weg. Men wil hier verandering in brengen. Provinciale Staten hebben daarom de Nota Heideweg opgesteld, waarin drie plannen beschreven worden. Die verkeersplannen ga je nu beoordelen. Op grond daarvan bepaal je een eigen voorkeur.

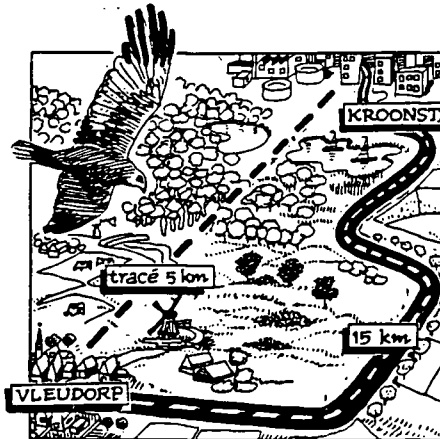


Fig. 8.1
De bestaande situatie



Fig. 8.2
Plan A (autoweg)

Plan 0 (bestaande situatie)

Dagelijks gaan 10.000 mensen 's morgens van Vleudorp naar Kroonstad en 's avonds weer terug: 2000 scholieren gaan op de fiets naar school en 8000 mensen gaan per auto naar hun werk. De afstand van Vleudorp naar Kroonstad over de bestaande tweebaansweg is 15 km. De gemiddelde bezettingsgraad van de auto's is 1,6 (mens per auto); dit betekent dat dagelijks 5000 auto's heen en weer rijden. Regelmatig ontstaan er files tijdens de spitsuren en soms zelfs een aanrijding tussen een auto en een fiets, want er is geen apart fietspad.

Fig. 3. Lesmateriaalfragment: de keuzesituatie uit de lessenseries Verkeer en natuurbeheer en Verkeer en milieu

Plan A (autoweg)

In plan A wordt een tweebaans autoweg door het natuurgebied aangelegd. Het tracé is in figuur 8.1 aangegeven. De afstand tussen Vleudorp en Kroonstad wordt daarmee beperkt van

15 km tot 5 km. In de Nota wordt aangenomen dat alle (achtduizend) automobilisten en (tweeduizend) fietsers van deze nieuwe verbinding gebruik zullen maken. Dit betekent dat er dagelijks vijfduizend auto's over de nieuwe weg heen en weer gaan. Er wordt geen apart fietspad aangelegd. De Nota geeft de mogelijkheid aan de nieuwe weg eventueel te voorzien van vangrails en geluidsschermen.

Plan B (trambaan)

In plan B wordt een trambaan en een fietspad door het natuurgebied aangelegd. Het tracé is in figuur 8.1 aangegeven. De afstand tussen Vleudorp en Kroonstad wordt daarmee beperkt van 15 km tot 5 km. In de Nota wordt aangenomen dat deze nieuwe verbinding zo aantrekkelijk is dat iedereen er gebruik van maakt: achtduizend mensen nemen de tram en tweeduizend mensen maken gebruik van het fietspad. Om dit vervoer tijdens de spits te kunnen opvangen worden 50 tramstellen ingezet. Men gaat uit van een gemiddelde bezettingsgraad van 80 (mensen per tram). De trams rijden 's morgens en 's avonds dan ieder de afstand tweemaal.

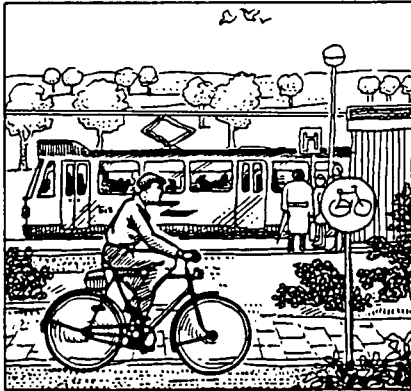


Fig. 8.3
Plan B (trambaan)

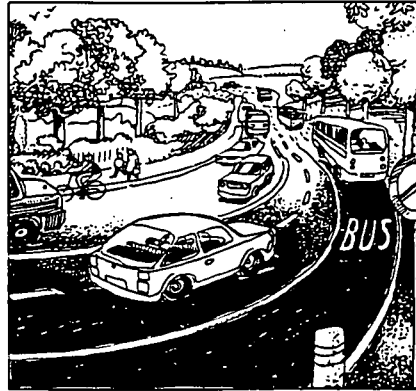


Fig. 8.4
Plan C (busbaan)

Plan C (busbaan)

In plan C wordt langs de bestaande tweebaansweg om het natuurgebied heen een aparte busbaan aangelegd. In de Nota wordt er van uit gegaan dat de busverbinding zo aantrekkelijk is dat alle tweeduizend scholieren, maar ook de helft van de automobilisten (vierduizend) de bus nemen. Het aantal auto's dat dagelijks heen en weer rijdt zou hierdoor afnemen tot 2500 (bij een gemiddelde bezettingsgraad van 1,6). Om het vervoer tijdens de spits te kunnen opvangen worden 60 bussen ingezet, die 's morgens en 's avonds ieder tweemaal rijden. De gemiddelde bezettingsgraad van de bussen wordt geschat op 50 (mensen per bus).

Elke lessenserie is door twee leerkrachten op twee verschillende scholen aan een praktijktest onderworpen. Tabel 2 geeft een overzicht van het aantal betrokken leerlingen.

Tabel 2: Bij de praktijktest betrokken aantal leerlingen in de verschillende leerjaren en schooltypen

vak	lessenserie	leerlingen/leerjaar
biologie	afval (organisch)	23/1 - 25/1
natuur- en scheikunde	afval (verpakkingen)	36/2m - 62/2hv
biologie	verkeer en natuurbeheer	10/4h - 19/4h
natuurkunde	verkeer en milieu	11/4h - 13/4h

Bij de praktijktest van de verschillende lessenseries zijn in grote lijnen dezelfde onderzoeksvragen gesteld, en dezelfde soorten onderzoeksinstrumenten gehanteerd: een voor- en nametings-vragenlijst³, lesobservaties, en een dagboek van en nabespreking met de betrokken leerkrachten - in een enkel geval aangevuld met leerlinginterviews na afloop van de lessenserie en analyse van uitgevoerde leerlingopdrachten uit het lesmateriaal. De onderzoeksvraag is in dit stadium nog heel globaal geformuleerd, aansluitend bij de hoofddoelstelling uit het NME-kernleerplan: *hoe verloopt bij leerlingen de ontwikkeling van het begrip duurzame ontwikkeling en de vaardigheid besluitvorming tijdens de lessenserie?*

4. Onderzoeksresultaten

De hieronder samengevatte onderzoeksresultaten zijn gebaseerd op de verslagen van het onderzoek rond de verschillende lessenseries (Van der Loo, 1991b; Van der Zande, 1991; Kortland, 1991 en 1992; Pieters, 1992b). Met name is gekeken naar de globale overeenkomsten en verschillen tussen de onderzoeksresultaten bij de verschillende vakken en leerjaren op het gebied van begrips- en vaardigheidsontwikkeling bij de leerlingen.

Begripsontwikkeling

Bij de praktijktest is gebleken dat voor de leerlingen in de eerste leerjaren de gekozen milieuvraagstukken minder concreet zijn dan in eerste instantie is ingeschat: leerlingen hebben bijv. moeite met zich een voorstelling te maken van wat er nu eigenlijk in de praktijk gebeurt 'achter' de vuilniszak, de GFT-container (voor organisch huishoudelijk afval) of de glasbak. Voor de leerlingen in de hogere leerjaren - zeker bij het onderwerp verkeer en natuurbe-

heer - lijkt te gelden dat de problematiek hen niet (of nog niet) erg aanspreekt.

Uit de interviews, de voormeting en de lesobservaties blijkt dat de beginsituatie wat betreft het leerlingbeeld van de gekozen milieuvraagstukken in grote lijnen als volgt kan worden gekarakteriseerd:

- de milieugevolgen van menselijke activiteiten worden geassocieerd met vervuiling van lucht, water en bodem; uitputting van grond- en brandstoffen en aantasting van ecosystemen worden niet of nauwelijks genoemd als milieugevolg
- vervuiling wordt negatief gewaardeerd met het oog op de (mogelijke) bedreiging van de gezondheid of de gebruiksfuncties (afhankelijk van het milieuvraagstuk); een bedreiging van de eigen waarde van de natuur wordt niet of nauwelijks genoemd
- aan de natuur wordt een belangrijke plaats toegekend, maar dan vooral als 'gezondheidsbron' voor mensen, en zelden als iets moois of als 'medeschepping' met eigen rechten (zie het interviewfragment van figuur 4)
- de te nemen maatregelen zijn vooral gericht op het voorkómen van vervuiling, en hebben meestal een effectgericht karakter; brongerichte (preventieve) maatregelen worden niet of minder vaak genoemd.

- I *Als we het afval storten, denk je dat dat milieu-effecten heeft?*
 LL Ja. Je verpest er wel de lucht mee, de stank hè. Onbegrijpelijk. En een paar dingen gaan er dood van.
- I *Wat voor dingen gaan er dood van?*
 LL Nou, vogels denk ik. Luchtvervuiling krijg je. Planten gaan er dood van. En als het langs een rivier is, gaan de vissen ook dood.
- I *En vind je het vervelend als dat gebeurt?*
 LL Ja: je leeft er toch mee? Alles moet leven eigenlijk. Want we hebben het nodig.
- I *Ook dingen, bepaalde vissen, die we niet nodig hebben om in leven te blijven? Als die doodgaan, vind je dat toch vervelend, of ...*
 LL Nee, want ik lust niet zo graag vis. Ik eet het wel, maar ik hou er niet zoveel van.
- I *Of vogeltjes: we eten ook geen vogeltjes.*
 LL Nou, mijn vader eet wel duiven. Hij maakt wel lekkere duiven, dat lust ik wel. Ja kippen, maar ...
- I *Maar als er vogelsoorten doodgaan die je nou niet zo direct mist, zou je dat toch jammer vinden? Of zeg je, nou ja ...*
 LL Ja, want je hoort ze wel eens. 's Ochtends hoor je de vogels fluiten.

Fig. 4. Interviewfragment: de natuur als 'gezondheidsbron' voor de mens - en een beetje als iets moois

Naast deze 'gaten' in het leerlingbeeld van een milieuvraagstuk is er ook sprake van meer specifieke begripsproblemen. Zo hebben leerlingen bij het onderwerp afval bijv. moeite met het onderscheid tussen de twee vormen van hergebruik (zie het interviewfragment van figuur 5) en met het onderkennen van de redenen voor afvalscheiding vooraf met het oog op hergebruik. Ook lijkt er bij dit onderwerp het idee te leven dat een kringloop van verpakkingen resp. verpakkingsmaterialen volledig gesloten kan zijn. Bij het onderwerp verkeer komen ideeën naar voren als zou vermessing leiden tot een grotere soortenrijkdom (biologie), en een lagere rijsnelheid tot een groter brandstofverbruik en daarmee een grotere uitstoot aan luchtvervuilende stoffen (natuurkunde).

- I *Een lege melkfles, moet je die in de glasbak gooien?*
 LL Ja.
 I *Waarom?*
 LL Dan wordt hij opnieuw gebruikt. Als je hem weggooit, is dat ook niet goed.
 I *Ja. En als er statiegeld op zit?*
 LL Dan moet je hem terugbrengen naar de winkel.
 I *Ook als dat statiegeld heel weinig is? Stel dat het nou maar een stuiver zou zijn.*
 LL Daar komt hetzelfde uit. Hij wordt toch weer gesmolten, en opnieuw gebruikt.
 I *Als je een melkfles - een statiegeldfles - naar de winkel terugbrengt, wordt hij dan daarna gesmolten?*
 LL Ik denk dat hij opnieuw gevuld wordt, maar ...
 I *Dus dan laten ze de fles heel?*
 LL Ja, ik denk het wel. Of hij wordt gesmolten ... ik weet het niet.

Fig. 5. Interviewfragment: verwarring tussen hergebruik van verpakkingen en hergebruik van verpakkingsmaterialen

Een opvallende overeenkomst bij de verschillende milieuvraagstukken is tenslotte dat leerlingen de in de media veel aandacht krijgende milieu-effecten (zure neerslag, versterking broeikas effect en aantasting ozonlaag) van menselijke activiteiten wel kennen, maar met elkaar verwarren (zie het interviewfragment van figuur 6) en aan elk van de gekozen milieuvraagstukken koppelen. Zo worden bijv. het organisch huishoudelijk afval en het verkeer mede verantwoordelijk gesteld voor de aantasting van de ozonlaag.

- I *Het broeikas effect, wat is dat volgens jou?*
 LL Die andere gassen, dioxiden en alles - ik weet niet precies hoe dat gaat - maar die reageren of zo. De bomen die nemen koolstofdioxide op en die produceren daar weer zuurstof van, wat wij nodig hebben. Alleen, er wordt zoveel koolstofdioxide geproduceerd dat die bomen het niet meer aankunnen dus. Steeds minder bomen moeten steeds meer koolstofdioxide gaan verwerken,

en hoe dat precies gaat weet ik niet. Maar koolstofdioxide en die andere gassen reageren opeens, en dan komt dat in de ozonlaag. Heeft ook te maken met die ozongaten nog steeds, en die zure regen wat de bomen weer op zich krijgen en waar ze van aftappen.

I *Hoe heeft zure regen met verkeer te maken?*

LL Door de CO₂ die uit de uitlaten komt en zo. Dat stijgt op en komt in de wolken, en dat tast de regen aan. En die regen valt naar beneden. Daardoor krijg je dus bossterfte en die aantasting van gebouwen.

I *Wat is dat, het broeikas-effect?*

LL Broeikas-effect ... dat is dat binnen de ozonlaag de gemiddelde temperatuur toeneemt.

Fig. 6. Interviewfragmenten: verwarring tussen milieu-effecten van menselijke activiteiten

Uit de lesobservaties en de nameting blijkt dat uitputting en aantasting wat vaker als milieugevolg worden genoemd, maar dat er wat betreft de bedreigde milieubetekenis weinig tot geen verbreding van het leerlingbeeld optreedt: een bedreiging van de eigen waarde van de natuur wordt nog steeds weinig genoemd, en alleen bij het onderwerp verkeer en natuurbeheer is er sprake van een lichte toename (waarschijnlijk als gevolg van het karakter van het gekozen milieuvraagstuk en het vak). Een verbreding treedt wèl op bij de te nemen maatregelen: brongerichte maatregelen worden nu vaker genoemd.

Op de vraag of de lessenserie de hierboven genoemde, meer specifieke begripsproblemen heeft weggenomen is nog geen antwoord te geven. Zoals eerder in dit artikel is aangegeven heeft het onderzoek zich in deze eerste ronde geconcentreerd op het inventariseren van mogelijke begripsproblemen bij leerlingen.

Vaardigheidsontwikkeling

Uit de interviews, de voormeting en de lesobservaties blijkt dat de leerlingargumentaties in met een milieuvraagstuk samenhangende keuzesituaties als volgt kunnen worden gekarakteriseerd:

- in het algemeen is de argumentatie beperkt tot één argument (of twee elkaar ondersteunende argumenten) dat de gemaakte keuze ondersteunt; nadelen van het gekozen alternatief en voordelen van het niet-gekozen alternatief worden niet genoemd (zie het interviewfragment van figuur 7)
- in het verlengde van het voorgaande ontbreekt enige vorm van afweging tussen de alternatieven
- de gebruikte argumenten zijn van een globaal niveau (zoals: 'beter voor het milieu' of 'dat is herbruikbaar'), waarbij een nadere uitleg ontbreekt (waarom is dat 'beter voor het milieu' of waarom is 'herbruikbaar' een relevant argument?)

- van het begrippennetwerk dat het milieuvraagstuk beschrijft komen slechts enkele begrippen wat vaker in de argumentaties voor, relaties tussen begrippen niet of nauwelijks.

- I *Wat zou jij nemen: melk in pakken of melk in flessen?*
 LL Melk in pakken.
 I *En waarom zou je dat doen, melk in pakken?*
 LL Dat hebben we altijd thuis. Je kan een fles nemen, maar ...
 I *Weet je ook waarom jullie dat doen? Waarom nemen jullie geen melk in flessen?*
 LL Dat weet ik niet.
- I *Wat zou jij voor verpakking nemen?*
 LL Fles.
 I *De fles. En waarom?*
 LL Omdat je de fles nog wel een keer kan gebruiken. Het pak moet je weggooien.
- I *Waarom kies je voor melkpakken?*
 LL Ze zijn schoner dan flessen, voor het milieu.
 I *Waarom zijn melkpakken schoner voor het milieu dan flessen?*
 LL Flessen moeten weer schoongemaakt worden als ze gebruikt zijn. Dan moet je afwasstoffen gebruiken. En het is veel reizen heen en terug ... uitlaatgasen.

Fig. 7. Interviewfragmenten: leerlingargumentaties bij een keuzesituatie rond melkverpakkingen

Uit de lesobservaties en de nameting blijkt dat hierin weinig tot geen verandering optreedt onder invloed van de lessenserie. Een toename van kennis van het milieuvraagstuk blijkt niet te leiden tot een uitgebreider argumentatiepatroon, als de 'kunst' van het argumenteren zelf niet expliciet in het onderwijsaanbod wordt opgenomen - als leerlingen niet duidelijk wordt dat het doordacht maken van een keuze vraagt om het inventariseren en afwegen van voor- en nadelen van alternatieven.

Bij het maken van een afweging valt op dat voor de wat oudere leerlingen (4-havo) de haalbaarheid van een alternatief eerder de doorslag geeft dan de milieuvriendelijkheid ervan. Tijdens de lessenseries gaan veel leerlingen preventieve maatregelen (minder autorijden) als 'beste maatregel voor het milieu' waarderen, maar vinden het toch een slecht soort maatregel 'omdat je het toch niet voor elkaar krijgt' (zie het lesfragment van figuur 8). Beelden van het menselijk gedrag blijken dus een belangrijke rol te spelen bij de besluitvorming van leerlingen. Begrijpelijk en terecht natuurlijk, maar de bij het onderzoek betrokken leerkrachten vinden het niet makkelijk om hier dieper op in te gaan - dat ligt toch teveel buiten hun vakgebied.

- L *Goed, als we dit eens even gaan samenvatten ... Wat is dan de beste oplossing?*
- LLn *Autogebruik beperken. Duurder maken. Minder auto, meer openbaar vervoer.*
- L *De conclusie is dus: het autogebruik beperken. Beperken is het beste middel.*
[korte stilte]
- LL *En hoe wil je dat doen?*
- L *Dat moet ieder voor zichzelf gaan besluiten. Je kunt meer fietsen.*
- LL *Dan moeten de mensen erover nadenken.*
- L *Je kunt een duwtje geven: brandstof een kwartje duurder.*
[discussie over uitvoeringsproblemen, waarna het gesprek weer terugkomt op de te nemen maatregelen]
- LL *Er moeten ook meer fietspaden komen.*
- LL *De meeste mensen gaan niet met de fiets.*
- LL *Ik ben het er wel mee eens, maar ik zie geen auto-loze wereld ontstaan.*
- L *De auto wordt nog veel te vaak als regenjas gebruikt. Door de week met de auto naar het werk, in het weekend naar het bos om daar het overtollige vet kwijt te raken. We zijn raar bezig. Maar in één keer, dat zal niet gaan. Denk alleen eens aan de hele infrastructuur. Maar we moeten erachter komen hoe we efficiënt met grondstoffen en brandstoffen kunnen omgaan. Een duurzame ontwikkeling dus. Zullen we het hier afsluiten?*

Fig. 8. Lesfragment: afronding van het klasgesprek over maatregelen tegen de milieu-effecten van het verkeer

Hoewel het in het onderzoek gaat om de *argumentatie* in keuzesituaties, is er over de gemaakte keuze zelf toch ook nog een opmerking te maken. Veel leerlingen realiseren zich het verschil tussen wat (volgens hen) uit milieuoogpunt zou moeten gebeuren en wat ze zelf doen of van plan zijn te doen. De houding van de leerkrachten tegenover dit verschijnsel is in het algemeen open: zij gaan niet gedragsvoorschrijvend te werk, maar accepteren dat verschil. Dat betekent dat er open en eerlijk over de te maken keuzes kan worden gepraat in de klas, dat leerlingen zich serieus genomen voelen - en minder snel afhaken als hun eigen gedrag ter discussie staat. Misschien verklaart dat ook waarom in 4-havo na afloop van de lessenserie het aantal leerlingen dat te kennen gaf later waarschijnlijk voor de auto te kiezen toenam - terwijl deze leerlingen wel meer argumenten tegen dat autorijden wisten te noemen. Het zou kunnen dat de openheid van de lessen een verschuiving in sociaal gewenst antwoord teweeg heeft gebracht, in de richting van eerlijker antwoorden.

5. Conclusie

De resultaten van de eerste onderzoeksrunde geven aanwijzingen voor een bijstelling van de ontwikkelde lessenseries, met name wat betreft het stimuleren van de gewenste begrips- en vaardigheidsontwikkeling bij leerlingen. De lesobservaties, het leerkracht-dagboek en de nabespreking met de betrok-

ken leerkrachten geven een goed beeld van de moeite die leerlingen bij bepaalde onderdelen van een lessenserie hebben met het abstractieniveau en de complexiteit.

De leerlinginterviews en lesobservaties (al dan niet in combinatie met een analyse van uitgevoerde leerlingopdrachten uit het lesmateriaal) geven een redelijk inzicht in het beeld van het milieuvraagstuk en de manier van redeneren van de leerlingen. De op grond van de leerlinginterviews veronderstelde beperkingen op deze beide punten blijken in een aantal gevallen bij meer dan een enkele leerling aanwezig. Datzelfde geldt voor de veronderstelde begripsproblemen, die nu wat scherper en vollediger zijn te formuleren. De lesobservaties geven daarnaast aanwijzingen voor een slechts beperkte begrips- en vaardigheidsontwikkeling bij leerlingen. De voor- en nametingsvragenlijst lijken in dit stadium aan deze conclusies weinig toe te voegen.

Tweede onderzoeksronde

De in de eerste onderzoeksronde verkregen informatie over abstractieniveau en complexiteit moet in de tweede onderzoeksronde worden gebruikt om de lessenserie aan te passen (te vereenvoudigen), zij het dat daarbij rekening moet worden gehouden met het feit dat een eerste uitvoering van welke lessenserie dan ook voor de leerkracht altijd 'beginnersproblemen' oplevert. Bij die aanpassing moet ook worden gezocht naar meer op de eigen omgeving gerichte lesactiviteiten en/of naar mogelijkheden voor meer audiovisuele ondersteuning, practicum en veldwerk. Dat soort lesactiviteiten kan op z'n minst de interesse in het milieuvraagstuk stimuleren - als één van de voorwaarden voor begrips- en vaardigheidsontwikkeling.

Voor het stimuleren van de begrips- en vaardigheidsontwikkeling moeten enkele aanvullende en/of vervangende lesactiviteiten worden ontwikkeld, met als doel het naar boven halen en daarmee bespreekbaar maken van leerling-ideeën over begrippen, relaties en manieren van redeneren - met name rond de onderdelen van het begrippennetwerk die begripsproblemen opleveren. Nadrukkelijker dan in de eerste ronde moet worden gestreefd naar het ontwerpen van lesactiviteiten die leerlingen helpen zich meer bewust te worden van hun eigen ideeën, en in discussie met de leerkracht en/of medeleerlingen die ideeën aan die van anderen te toetsen, daarop te reflecteren en zonodig te besluiten tot een bijstelling van hun ideeën. Een streven dus om over te schakelen van een *uitleg-strategie* naar een *reflectie-strategie* die past binnen een constructivistische benadering van begrips- en vaardigheidsontwikkeling (Posner e.a., 1982; Driver & Oldham, 1986).

Voorafgaand aan de tweede praktijktest moet deze aandacht voor begrips- en vaardigheidsontwikkeling met de betrokken leerkrachten worden doorgesproken. De lesobservaties moeten bij de tweede praktijktest gericht zijn op

het verkrijgen van een beeld van de manier waarop de leerkrachten de speciaal met het oog op begrips- en vaardigheidsontwikkeling ontworpen lesactiviteiten met de klas aanpakken. En het effect daarvan moet in meer of mindere mate duidelijk worden uit een vergelijking van de gegevens die de (bijgestelde) voor- en nametingsvragenlijst opleveren. Daarmee is voor de tweede onderzoeksronde de onderzoeksvraag aangescherpt tot: *welke effecten heeft het expliciteren/bespreken van (veronderstelde) begripsproblemen en van de aan een argumentatie te stellen eisen op de begrips- en vaardigheidsontwikkeling van de leerlingen?* Deze aanscherping van de onderzoeksvraag kenmerkt de overgang van een brede, inventariserende en 'richtingzoekende' benadering in de eerste onderzoeksronde naar een wat minder breed, maar zo gericht mogelijk zoeken naar een passende didactiek voor begrips- en vaardigheidsontwikkeling van leerlingen in de tweede onderzoeksronde: welk type lesactiviteiten en leerkrachtgedrag geeft welke leereffecten onder welke omstandigheden?

De tweede ronde van ontwikkeling en onderzoek zal aanwijzingen moeten geven over het realiteitsgehalte van verwachtingen over de lespraktijk en de leereffecten van een NME-lessenserie. Een duidelijke beperking is dat het gaat om onderzoek in een beperkt aantal klassen bij een beperkt aantal leerkrachten. Een dergelijke geval-studie heeft geen voorspellende waarde: in een andere klas bij een andere leerkracht op een andere school kan het heel anders lopen - en dat blijkt ook uit een vergelijking van het verloop van de praktijktest van eenzelfde lessenserie op twee verschillende scholen. Maar zo'n geval-studie geeft wèl aanwijzingen over wat er zou kunnen gebeuren - en waarop je dus als leerkracht attent kunt zijn. Het onderzoeksresultaat geeft daarmee een soort vertrekpunt voor het ontwerpen en uitvoeren van een lessenserie rond een milieuvraagstuk, waarna een verdere uitbouw van de lespraktijk op basis van de eigen concrete ervaringen van de leerkracht mogelijk is. Het spreekt vanzelf dat een dergelijk vertrekpunt ook nuttig kan zijn voor lesmateriaal-ontwikkelaars (schoolboek-auteurs), lerarenopleiders/-nascholers en NME-schoolbegeleiders. De daarmee opgedane ervaringen - mits systematisch in kaart gebracht - kunnen op de lange termijn bruikbaar zijn voor de leerplanontwikkelaars bij het bijstellen van hun bureau-produkten: welke inhouden en vaardigheden vormen voor leerlingen (en leerkrachten) een zin- en haalbaar NME-onderwijsaanbod?

Noten

1. Met dank aan onze collega's Paul van der Zande en Frans Kranenburg, die door middel van hun onderzoeksverslagen aan dit artikel hebben bijgedragen.

2. In enkele vervolgartikelen zal per vak worden gerapporteerd over de tweede onderzoeksronde, waarin de ontwikkeling van strategieën voor het omgaan met leerlingdenkbeelden in de lespraktijk meer centraal staat.
3. Bij de vakken biologie en natuur- en scheikunde in het eerste resp. tweede leerjaar is het vragenlijst-onderzoek uitgevoerd door het Instituut voor Toetsontwikkeling (CITO).

Literatuur

- Boersma, K.Th. (1992). Opvattingen over milieuproblemen in het basisonderwijs. In K.Th. Boersma (red.), *Milieuproblemen in het basisonderwijs*, (pp. 57-73), Enschede: SLO.
- Brunsting, A. (red.) (1989). *Eindverslag NME-VO - Op weg naar een duurzame ontwikkeling*. Utrecht: Project NME-VO.
- Driver, R. & V.Oldham (1986). A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, 13, 105-162.
- Eijkelfhof, H. & P.L.Lijnse (1988). The role of research and development to improve STS education: experiences from the PLON project. *International Journal of Science Education*, 10, 4, 464-474.
- Hofstein, A., G.Aikenhead & K.Riquarts (1988). Discussions over STS at the fourth IOSTE Symposium. *International Journal of Science Education*, 10, 4, 357-366.
- Kortland, J. & F.A. van der Loo (1986). Natuurkunde en besluitvorming: de leerling als consument en als verantwoordelijk burger. In H.M.C. Eijkelfhof e.a. (red.), *Op weg naar vernieuwing van het natuurkunde-onderwijs*, (pp.78-102), Den Haag: SVO.
- Kortland, J. (1991). *Afval: Leerlinginterviews*. Utrecht/Enschede: CD-β RUU/SLO (nme-vo 1/oz 91-0422).
- Kortland, J. (1992). *Afval: Verslag ontwikkelingsonderzoek*. Utrecht/Enschede: CD-β RUU/SLO (nme-vo 1/oz 92-0118).
- Kortland, J. & I.Veldman (1992). *Besluitvorming van leerlingen - Ideeën voor lesmateriaalontwikkeling en onderzoek*. Enschede: SLO.
- Lijnse, P.L. (1990). Natuurkunde-didactiek vanuit β-didactisch perspectief. In P.L.Lijnse & W. de Vos (red.), *Didactiek in perspectief*, (pp. 126-142), Utrecht: CD-β Press.
- Loo, F.A. van der (1991a). Op zoek naar duurzame ontwikkeling. *Tijdschrift voor Didactiek der β-wetenschappen*, 9, 177-200.
- Loo, F.A. van der (1991b). *Verkeer en milieu: interviews met 4-havo leerlingen*. Utrecht/Enschede: CD-β RUU/SLO (nme-vo 2/oz 91-0325).
- Meijer, W.A.J. (1992). Milieu-onderwijs, geen moraalonderwijs. In K.Th. Boersma (red.), *Milieuproblemen in het basisonderwijs*, (pp. 33-46), Enschede: SLO.
- Pieters, M. (red.) (1990). *Kernleerplan natuur- en milieu-educatie: uitgangspunten en uitwerkingen* (concept). Enschede: SLO.

- Pieters, M. (1992a). *Mores leren - Notities over kennis, waarden en gedrag in natuur- en milieu-educatie*. Enschede: SLO.
- Pieters, M. (1992b). *Verkeer, milieu en natuurkunde: Verslag van een eerste onderzoeksrunde in de bovenbouw havo/vwo*. Utrecht/Enschede: CD-β RUU/SLO (nme-vo 2/oz 92-0325).
- 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, 211-227.
- Rossum, J. van (1992). *NME op schoolniveau*. Enschede: SLO.
- Zande, P. van der (1992). *Pretest: Verkeer en natuurbeheer*. Utrecht/Enschede: CD-β RUU/SLO (nme-vo 2/oz 91-1210).