

Begripsontwikkeling in de context van verkeer en natuurbeheer.

P. van der Zande

Centrum voor Didactiek van Wiskunde en Natuurwetenschappen
Universiteit Utrecht¹

Summary

This article presents a case study of teaching an environmental issue: traffic and nature-conservation. It contains a description of a try-out of new teaching activities aimed at the concept development and decision-making abilities of the students. The results are based on observation of teaching practice and monitoring of learning effects by means of a pre- and post-test questionnaire. The research was done in a limited number of biology classes in secondary education (grade 10). An attempt is made to relate the learning effects to classroom teaching practice and the style of the individual teacher.

1. Inleiding

In de nieuwe eindexamenprogramma's biologie voor HAVO en VWO (Uitleg, 1991) zijn enkele verwijzingen naar milieuvraagstukken opgenomen. Weliswaar wordt nergens expliciet aangegeven dat de relatie tussen verkeer en natuurbeheer verplichte stof is voor de biologies, maar die thematiek is een goede context voor de behandeling van wél omschreven leerdoelen. Het thema biedt namelijk de mogelijkheid biologische inhoud toe te passen in een voor leerlingen relevante context. Het zijn immers allemaal verkeersdeelnemers en sommigen staan op het punt te kiezen tussen brommer, openbaar vervoer of de fiets.

Aansluitend bij dat examenprogramma is een vakdeelleerplan Natuur en Milieu-Educatie (NME) ontwikkeld (Brunsting, 1990). Het in dit artikel beschreven onderzoek is bedoeld als empirische fundering van de leerplanontwikkeling.

De algemene opzet van dit onderzoek is beschreven in een eerder artikel in dit tijdschrift (Kortland & Pieters, 1993). Voor biologie is onderzoek gedaan naar de lespraktijk rond de relatie tussen verkeer en natuurbeheer in het vierde leerjaar HAVO en VWO. Daarbij werd gebruik gemaakt van de lessenserie *Verkeer en natuurbeheer* (Brunsting & van der Zande, 1992)² Het onderzoek werd gedaan met behulp van twee praktijktesten, waarbij de bevindingen van de eerste resulteerden in de bijstelling van het lesmateriaal voor de tweede test.

Centraal in dit onderzoek staat de ontwikkeling van de begrippen *vermesting* en *versnippering* bij de leerlingen. De regeling voor de eindexamens noemt dat de leerlingen moeten kunnen aangeven hoe de

mens door middel van eutrofiëring invloed kan uitoefenen op ecosystemen (leerdoel 4.1.2.1.). De leerlingen moeten ook kunnen aangeven waarom populaties kunnen instorten (leerdoel 4.1.1.3). Bovendien is gesteld dat de leerlingen die leerdoelen in het contextgebied *natuur en milieu* moeten kunnen toepassen.

Naast begripsontwikkeling wordt in dit onderzoek aandacht besteed aan vaardigheidsontwikkeling bij leerlingen: het nemen van een beargumenteerd besluit. Bij het handelingsgedeelte van de examenprogramma's wordt aangegeven dat leren argumenteren binnen een maatschappelijk vraagstuk gewenst is. Dit wordt verder ondersteund door de algemene doelstelling (2.2) waarin staat dat leerlingen mede op basis van biologische aspecten in een maatschappelijke situatie beslissingen moeten kunnen nemen over hun eigen gedrag. Het eindexamenprogramma biedt dus de mogelijkheid tot inpassing van NME in het bovenbouwprogramma voor biologie.

2. De relatie tussen verkeer en natuurbeheer

De voor de thematiek essentiële begrippen met hun onderlinge relaties zijn weer te geven in het begrippennetwerk van figuur 1. Zo'n netwerk wordt van te voren opgesteld door als docent of materiaalontwikkelaar na te gaan welke inhouden voor de te ontwikkelen lessenserie van belang zijn, en hoe die inhouden onderling samenhangen. Op die manier kan dit netwerk helpen bij de ontwikkeling van de lessenserie en helpt het de docent bij het vaststellen van de leereffecten bij de leerlingen. Achteraf is immers te bevragen of de leerlingen nu de essentiële begrippen in de juiste samenhang kunnen toepassen.

Verkeer en natuurbeheer zijn beiden relaties tussen mens en milieu waarbij de ene, ons verkeer, in de praktijk grote gevolgen heeft voor de andere, het natuurbeheer. Het milieu wordt door de mens gebruikt om de huidige manier van leven mogelijk te maken. We grijpen in dat milieu in, onder andere door er wegen in aan te leggen. Op die manier veranderen we ons milieu. Daarnaast onttrekken we brand- en grondstoffen aan dat milieu voor de productie en het gebruik van onze wegen en vervoermiddelen. Tot slot voegt ons verkeer in de vorm van uitlaatgassen en afval (autokerkhoven) ook weer wat aan het milieu toe. Elk van de genoemde ingrepen heeft effect op de betekenis die het milieu voor de mens heeft. Als ergens huizen gebouwd worden, kan dat gebied geen functie meer vervullen voor bijvoorbeeld de vuilstort. Als dergelijke ingrepen (veranderen, onttrekken en toevoegen) problematisch worden, spreken we van milieuproblemen (aantasten, uitputten en vervuilen). Dan tasten die ingrepen de milieubetekeningen in ernstige mate aan. Vervuiling bijvoorbeeld kan ons milieu minder veilig, minder gezond maken. Om ervoor te zorgen dat onze relatie met het milieu een duurzame kan zijn, moeten we ervoor zorgen dat onze ingrepen de betekeningen niet te zeer negatief beïnvloeden. Daartoe zijn een aantal

criteria voor een duurzame ontwikkeling van de relatie mens-milieu geformuleerd waarmee bij gedragskeuzes rekening gehouden kan worden. Eén van die criteria is de instandhouding van de biologische diversiteit. Is het niet in het licht van de *eigen waarde* van de verschillende soorten, dan misschien omdat elke soort *informatie* bevat ("genen-pool") en dus van belang is voor de milieubetekeningen *gebruiksmogelijkheden* en *gezondheid en veiligheid*. Met andere woorden: als we soorten niet in stand houden omdat ze op zichzelf recht op leven hebben, dan misschien omdat we nu nog niet weten hoe al die verschillende soorten ons in de toekomst als voedselorganisme of bron voor bijvoorbeeld medicijnen van pas kunnen komen.

Duurzame ontwikkeling is een van de centrale NME-thema's voor het voortgezet onderwijs. De duurzaamheid van ecosystemen, al dan niet in ontwikkeling, wordt voornamelijk door de mens bedreigd. Zo wordt de duurzame ontwikkeling van de relatie mens - milieu onder andere door ons verkeer beïnvloed. Zowel het scheppen van een goede infrastructuur (het aanleggen van wegen) als het gebruik van die infrastructuur heeft effecten. Door het aanleggen van wegen worden gebieden versnipperd. Het gebruik van die wegen heeft allerlei vormen van vervuiling (smog, zure regen, vermisting) en verstoring (geluidhinder) tot gevolg.

Voor de behandeling van dit vraagstuk is in de biologieles een beperkte hoeveelheid tijd beschikbaar. Daarom is gekozen voor een beperkte behandeling van de milieuproblematiek die samenhangt met het verkeer. Centraal staat de beïnvloeding van populaties door het verkeer via *versnippering* en *vermisting*.

- De *versnippering* heeft kleinere gebieden en dus kleinere populaties tot gevolg, waardoor "toevallige" ongunstige effecten een grotere rol kunnen spelen. Kleinere populaties hebben zo een grotere kans om uit te sterven. Versnippering kan dus een negatief effect op de *biologische diversiteit* hebben en op die manier een duurzame ontwikkeling bemoeilijken.
- In de uitlaatgassen zitten onder andere stikstofdioxide die als voedingszouten bijdragen aan de *vermisting* van ons milieu. Door de veranderde concurrentieverhoudingen kunnen er soorten verdwijnen en is er opnieuw een negatief effect op de biologische diversiteit.

Het in stand houden van de biologische diversiteit kan bevorderd worden door effect- en brongerichte maatregelen. Een paar voorbeelden van *effectgerichte maatregelen* zijn de aanleg van wildtunnels (tegen versnippering) en het afplaggen of afgrazen van vermeste gebieden, bijv. de heide (tegen vermisting).

Voorbeelden van *brongerichte maatregelen* zijn het herstellen van de "ecologische infrastructuur", de aanleg van nieuwe wegen tegenaan en het instellen van reservaten (tegen versnippering). Vervoermiddelen kiezen die zo min mogelijk vermesten (de fiets, het openbaar vervoer),

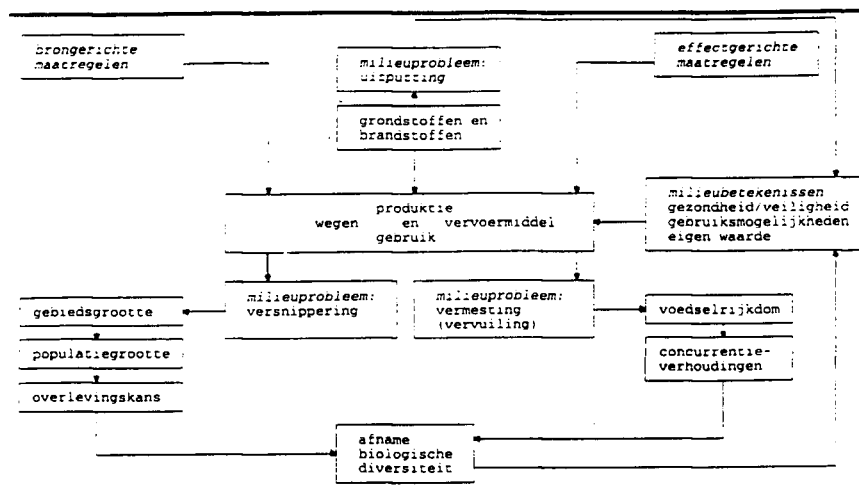


Fig. 1 Begrippennetwerk van de lessenserie Verkeer en natuurbeheer

noodzakelijk gebruik van de auto zo efficiënt en milieuvriendelijk mogelijk maken (carpooling, gebruik van kleine, lichte auto's, katalysator en/of de minst schadelijke brandstof) en de noodzaak van autogebruik verminderen (bij het werk wonen, kleinschaligheid) zijn brongerichte maatregelen tegen vermisting.

Tot slot kan de overheid maatregelen nemen die genoemde punten ondersteunen. Bijvoorbeeld het openbaar vervoer goedkoper maken, het instellen en handhaven van een snelheidslimiet en brandstof en milieuvriendelijke vervoermiddelen (zware auto's) extra belasten.

3. Eerste praktijktest: naar een meer gerichte begrips- en vaardigheidsontwikkeling.

De lessenserie *Verkeer en Natuurbeheer* is in het schooljaar 1990-1991 uitgevoerd in een HAVO-4 groep van OSG de Huizermaat te Huizen en een HAVO-4 groep van OSG Echnaton te Almere. In het totaal waren er zo'n 32 leerlingen bij betrokken. Van tevoren waren interviews met 6 leerlingen afgenomen. Samen met vragenlijsten en lesobservaties geven die aanwijzingen over het beeld dat leerlingen hebben van de relatie tussen verkeer en natuurbeheer en over hun manier van redeneren in daarmee samenhangende keuzesituaties.

Genoemde bronnen maken duidelijk dat:

- in het leerlingbeeld vervuiling de belangrijkste rol speelt en dan vooral gericht op de eigen gezondheid; uitputting leeft niet zo,

- het beeld, dat de leerlingen hebben van de relatie russen verkeer en natuurbeheer, deels onjuist en vaag is doordat ze bijvoorbeeld de relatie voedselrijkdom - diversiteit niet kennen, hetgeen een goed inzicht in de vermessing verhindert. Ze weten niet precies op welke manier het verkeer vervuilend is, ze gooien effecten door elkaar of op één hoop,
- leerlingen oppervlakkig argumenteren en besluiten nemen zonder afweging of juist gebruik van het begrippennetwerk. Ze noemen een beperkt aantal alternatieven, geven meestal maar één argument (een voordeel van het gekozen alternatief) dat veelal economisch van aard is en in globale bewoordingen gesteld ("dat is beter"). Milieuargumenten geven geen doorslag (wel in theoretische keuzesituaties, maar niet bij een concrete persoonlijke keuze) en biologische diversiteit wordt niet spontaan of als eerste argument genoemd (zie figuur 2).

I *Is dat erg, als de dassen in nederland uitsterven?*

LL Ja, dan krijg je een soort faunavervalsing, ze eten bijvoorbeeld muizen en dan krijg je dus een soort muizenplaag. De mensen krijgen er dus last van.

I *In welke zin?*

LL Omdat ze misschien, als het voedsel in de bossen op is, naar de stad toe trekken. En die dassen die horen hier ook in Nederland.

I *Wat bedoel je daarmee?*

LL Nou ze hebben hier altijd al gewoond. Kijk je kunt natuurlijk wel zonder ze maar het zou toch jammer zijn.

I *Waarom zou je dat jammer vinden?*

LL Ik denk gewoon; die beesten horen in Nederland dus laat ze d'r zijn, ze hebben ook recht op leven.

I *Dat vind jij dus, dat ook dieren recht hebben op leven?*

LL Ja precies.

Fig. 2 Interviewfragment: eigen waarde van soorten pas in tweede instantie onder woorden gebracht

Lesactiviteiten

De eerste praktijktest leverde nog niet direct bevredigende resultaten op. De leerlingen bleken na afloop nog met een aantal begripsproblemen te zitten en ze vonden de afsluitende les niet leuk [de keuze tussen twee wegracés]. Het materiaal van die eerste test is als uitgangspunt genomen voor aanpassingen van de lessenserie Verkeer en Natuurbeheer voor een tweede praktijktest (zie van der Zande & Waarlo, 1991). Naar aanleiding van de bevindingen tijdens die eerste praktijktest is allereerst geprobeerd door middel van het lesmateriaal de begripsontwikkeling bij leerlingen op constructivistische wijze te stimuleren (Yager, 1991).

Vertrekpunt is het beeld dat de leerlingen van te voren al hebben bij de te behandelen begrippen en onderwerpen. Het gaat bij zo'n lessenopbouw niet om begripsoverdracht maar om begripsverandering (*conceptual change*). De gedachte is ook dat een begrip pas zinvol "gekend" wordt, als je er in allerlei situaties (contexten) mee kunt werken. Een dergelijke ontwikkeling gaat in enkele stappen die doorlopen moeten worden om tot begrip te komen. In grote lijnen:

- verheldering van de voorkennis
- aanleren van (de juiste betekenis van) de relevante begrippen
- verbanden leren leggen tussen die begrippen
- toepassen van de geleerde begrippen.

De tweede en derde stap gaan vaak samen, aangezien een begrip veelal zijn betekenis aan de andere begrippen uit het netwerk ontleent.

Met de vierde stap, de toepassing, is tevens het tweede aandachtspunt van het onderzoek genoemd: vaardigheidsontwikkeling (met name besluitvorming in een keuzesituatie). Het maken van een keuze door de leerlingen past, als toepassing van het geleerde, binnen de begripsontwikkeling.

In de lessenserie voor de tweede praktijktest is een drietal activiteiten opgenomen, die tot doel hebben de stappen van een constructivistische benadering meer expliciet vorm te geven: hieronder wordt toegelicht hoe in de eerste les de voorkennis wordt verhelderd, gedurende de lessenserie de begripsontwikkeling nadrukkelijk wordt gevolgd en de afsluiting meer leerlingnabij is gemaakt, om de toepassing in een voor leerlingen zinvolle context te laten plaatsvinden en op die manier een zo reëel mogelijk beeld van de leerlingargumentatie te krijgen.

- Om de voorkennis bij de leerlingen te activeren en ze tegelijkertijd te confronteren met voorkomende begripsproblemen is de oriënterende les voor de tweede praktijktest herschreven. Aan de leerlingen wordt gevraagd naar aanleiding van een afgedrukt interviewfragment hun eigen voorkennis onder woorden te brengen en de begripsproblemen in dat interviewfragment op te sporen. Het lesfragment met de opdracht is weergegeven in figuur 3.

Bij de voorbespreking van deze lesactiviteit met de leerkrachten is de functie van het ophelderen van voorkennis besproken. De leerkrachten zouden de les beginnen met de constructie van een begrippennetwerk op basis van de door leerlingen spontaan geformuleerde voorkennis. De leerkrachten zouden inventariseren en niet aanvullen of verbeteren. De ontworpen lesactiviteit zou daarmee als eerste stap van de beoogde begripsontwikkeling dienen.

- Om de biologische invulling door de leerlingen van de begrippen vermessing en versnippering voor de leerkracht goed controleerbaar te maken, zijn in verschillende fases van de leerroute een aantal opdrachten opgenomen waarin de leerlingen gevraagd wordt de twee

hoofdbegrippen te omschrijven. Allereerst voordat de theorie aan de orde is geweest (voorkennis: hoofdstuk 2, opdracht 14 en hoofdstuk 4, opdracht 1 in figuur 5), daarna na behandeling van die theorie (aanleren juiste betekenis en leggen van verbanden). De theorie wordt behandeld middels tekst met vragen. (figuur 4 geeft daarvan een voorbeeld).

Na illustraties van de twee centrale begrippen middels veldwerk (vermesting) en een computersimulatie (versnippering), wordt opnieuw gevraagd de begrippen te formuleren. Nu in het kader van duurzame ontwikkeling (zie hoofdstuk 5, opdracht 5 in figuur 5). Tenslotte wordt de leerlingen gevraagd de begrippen in toegepaste zin te gebruiken middels huiswerkopdrachten (zie hoofdstuk 6, opdracht 1 in figuur 5). Die huiswerkopdrachten handelen over dezelfde verschijnselen, maar in een andere context (bijvoorbeeld die van het bermbeheer of de watervervuiling: algengroei in de Adriatische zee).

Aan de leerlingen wordt de bedoeling van die herhaalde vraag naar een omschrijving duidelijk gemaakt. Er wordt ook naar hen toe op gerefleeteerd, doordat de antwoorden of uitgebreid worden besproken, of ter beoordeling door de leerkracht worden ingenomen, van commentaar voorzien en dan besproken.

Hieronder staan zeven vragen, in 1990 in één interview allemaal gesteld aan dezelfde 4 HAVO leerling. In een notedop schetst het een beeld dat veel 4 HAVO/VWO leerlingen laten zien als ze over dit onderwerp ondervraagd worden.

- vraag 1 Er wordt veel gepraat over verkeer en milieu, wat heeft verkeer eigenlijk met het milieu te maken?
- leerling: Nou, door de luchtverontreiniging met benzinedampen enzo. En de zure regen die in natuurgebieden komt.
- vraag 2: Welke gevolgen vind jij het ergste?
- leerling: De zure regen, het uitsterven van planten en dieren en het gat in de ozonlaag.
- vraag 3: Dat uitsterven van planten en diersoorten en die zure regen, vindt iedereen dat erg denk je?
- leerling: Ik denk het niet, de een vindt minder natuurgebied helemaal niet erg, die houdt er helemaal niet van.
- vraag 4: En jij, vind je het zelf wel een probleem?
- leerling: Nou eigenlijk dus wel, want als je steeds zo doorgaat heb je later niks meer over.
- vraag 5: Als je nou moet kiezen tussen een korte autoweg dwars door een natuurgebied heen of een langere weg eromheen, waar geef jij dan de voorkeur aan?
- leerling: Tja, dat weet ik niet hoor, hoe kan ik nou *dode egels* afwegen tegen het feit dat dat andere duurder is, meer tijd kost?
- vraag 6: Welke maatregelen zouden genomen kunnen worden om het verkeer milieuvriendelijker te maken?
- leerling: Nou dat ze het openbaar vervoer beter maken en dat niet alle mensen zelf de auto pakken. Ik denk dat meer mensen bij elkaar ook wel in een auto kunnen.
- vraag 7: Zou jij later zelf een auto kopen?
- leerling: Dat ligt er aan, als ik ver van mijn werk zou wonen wel. Het ligt er ook aan hoe goed de verbinding met het openbaar vervoer is.
-

Opricht Onvolledige kennis van zaken?

- De leerling uit het interview omschrijft niet alle milieugevolgen van ons verkeer. Welke twee gevolgen benoemt de leerling onjuist?
- Kan jij nog twee andere gevolgen noemen?

Opricht De waardering voor levende egels.

- Kan jij iets bedenken waaruit blijkt dat het uitsterven van soorten nadelige gevolgen kan hebben voor de toekomst van de mens?
 - Geldt dat voor jou ook, vind jij daarom het voortbestaan van soorten ook echt belangrijk?
-

Fig. 3 Lesmateriaalfragment: interview en opdrachten uit de oriënterende les.

Als door de aanleg van brede geasfalteerde wegen, nieuwe woonwijken of recreatieparken het landschap wordt opgesplitst in van elkaar geïsoleerde kleinere gebieden, dan kan het zijn dat die afzonderlijke gebiedjes te klein zijn geworden voor het voortbestaan van bepaalde soorten. De soort sterft daardoor uit in dat gebied. De versnippering van leefgebieden is een belangrijke oorzaak van het verdwijnen van soorten. De niche is er dan wel, maar de soort komt er toch niet meer voor. De verscheidenheid aan soorten van een ecosysteem wordt op die manier dus kleiner. Vrijwel overal in Nederland zijn natuurgebieden de laatste eeuw sterk versnipperd geraakt. In figuur 2.5 is dat te zien voor het gebied rond Huizen (NH). Figuur 2.6 geeft daarvan een beeld voor heel Nederland.

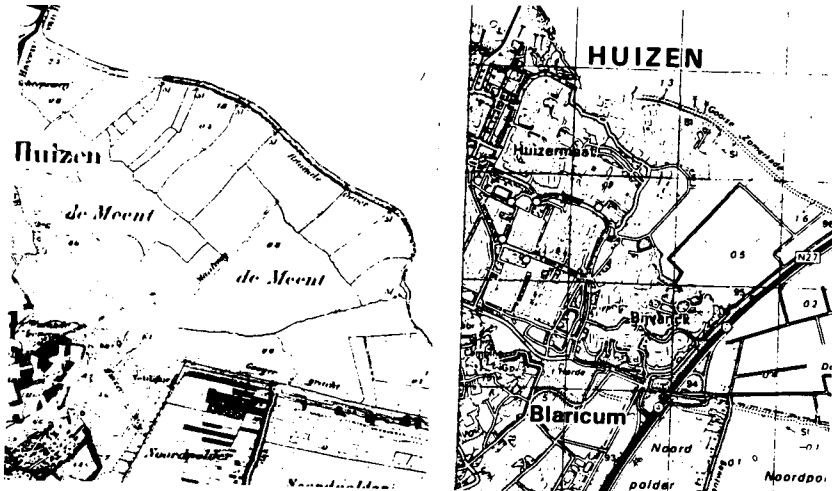


Fig. 2.5 Versnippering van leefgebieden (kaart 26 west, links 1912, rechts 1988, schaal 1:50.000)

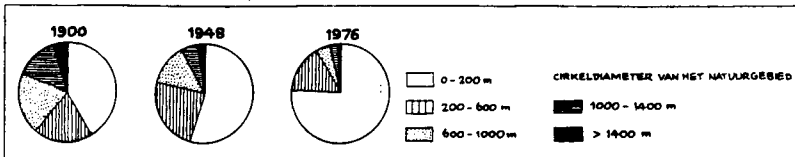


Fig. 2.6 Versnippering van natuurgebieden in cijfers

opdracht Versnippering in Nederland

- Noem eens 3 verschillende ecosystemen die je in de rechterhelft van fig. 2.5 kunt vinden?
- Hoe groot (ongeveer) waren die ecosystemen in 1912?
- Welke zijn de belangrijkste oorzaken van die versnippering?

Fig. 4 Lesmateriaalfragment: oorzaken en gevolgen van versnippering.

hoofdstuk 2 opdracht 14.

Verkeer en biologische verscheidenheid

Het verkeer draagt op een aantal manieren bij aan het uitsterven van soorten. Geef een zo volledig mogelijk overzicht.

hoofdstuk 4 opdracht 1.

Vermesting

Wat wordt er volgens jou bedoeld met het begrip vermisting?

hoofdstuk 5 opdracht 5.

Duurzame ontwikkeling

Geef in maximaal 100 woorden aan op welke manier de problemen "vermisting" en "versnippering" een duurzame ontwikkeling tegengaan.

hoofdstuk 6 opdracht 1.

Keuze-onderwerpen (huiswerkopdracht)

Er zijn een aantal leesteksten beschikbaar met voorbeelden van vermisting en versnippering. Verdeel de onderwerpen.

Vraag je bij elk stuk af:

- wat is het probleem
- waardoor wordt het probleem veroorzaakt
- op welke wijze heeft het te maken met verkeer, met vermisting en/of versnippering
- welke maatregelen worden voorgesteld of beschreven
- gaat het om brongerichte of effectgerichte maatregelen
- vind je het zelf ook een oplossing, een gedeeltelijke oplossing, of helemaal geen oplossing
- wat moet er volgens jou zelf eigenlijk gebeuren.

Rapporteer over het leesstuk en over je eigen standpunten.

Fig. 5 Lesmateriaalfragmenten: opdrachten om de begripsontwikkeling bij leerlingen te volgen

- Om een meer leerlingnabije keuzesituatie mogelijk te maken, is de afsluiting gewijzigd van een keuze tussen twee wegtracés in een keuze voor een eigen vervoermiddel (zie figuur 6). Deze keuze wordt nu ook voorafgegaan door een meer expliciete kennismaking met de verschillende belangengroepen die betrokken kunnen worden bij een keuze in het licht van een duurzame ontwikkeling. Tijdens de voorbespreking met de leerkrachten is nu afgesproken dat ze zouden doorvragen, niet met één argument zouden nemen. Ook zouden ze vragen naar de relevantie van de argumenten en naar de argumenten waarop andere alternatieven worden afgewezen.

hoofdstuk 8 opdracht 4.

Jouw keuze?

Ga in deze afsluitende opdracht uit van de volgende situatie; je woont op 7 kilometer afstand van school of werk en het openbaar vervoer is in alle vormen aanwezig. Je kunt die 7 kilometer dus met elk gewenst vervoermiddel afleggen.

- a Jouw leerkracht heeft een aantal informatiekaarten. Daarop staan de nodige gegevens waarmee je enkele criteria voor duurzame ontwikkeling verder kunt uitwerken. Je kunt dan feitelijk uitrekenen hoeveel energie de verschillende vervoermiddelen per kilometer kosten en dergelijke. Zoek, voor een paar voor jou interessante vervoermiddelen, uit hoe goed ze aan de criteria voor duurzame ontwikkeling voldoen (het is dus wel de bedoeling dat je een aantal vervoermiddelen onderling grondig vergelijkt).
- b Kies een vervoermiddel waarmee jij je de komende jaren zou willen verplaatsen. Om de afweging zo goed mogelijk te kunnen maken, mag je er voor de volledigheid van uitgaan dat je een rijbewijs hebt; je mag dus voor een auto kiezen. Motiveer je keuze en geef daarbij ook aan waarom sommige argumenten voor jou de doorslag geven.
- c Inventariseer samen met jouw leerkracht voor hoeveel leerlingen uit jouw klas bij vraag b de criteria voor duurzame ontwikkeling de doorslag hebben gegeven. Ga ook na welke andere argumenten bij de rest van de klas het zwaarste wogen.

Fig. 6 Lesmateriaalfragment: de afsluitende opdracht.

4. Tweede praktijktest: onderzoeksopzet

Voor de tweede onderzoeksrunde is een vraag geformuleerd naar de effectiviteit van de nieuw ontworpen lesactiviteiten (zie paragraaf 3):

Welke effecten hebben het expliciteren/bespreken van (veronderstelde) begripsproblemen, het onder woorden laten brengen van de vorderingen in de begripsontwikkeling en het laten toepassen van die begrippen in een keuzesituatie die voor leerlingen reëel en herkenbaar is?

Met behulp van vragenlijsten en lesobservaties is geprobeerd een antwoord op die onderzoeksvraag te krijgen.

Voor- en nametingsvragenlijst

Met behulp van de voor- en nametingsvragenlijst is nagegaan of de in de eerste praktijktest gesignaleerde begripsproblemen ook bij de leerlingen van de tweede praktijktest leven, en welke leereffecten optreden als gevolg van de herziene lessenserie.

In de vragenlijst wordt gevraagd naar de kennis die leerlingen hebben van de belangrijkste begrippen, hoe ze de ernst van verschillende milieuproblemen inschatten, en of milieuargumenten een rol spelen bij hun keuzegedrag.

Bij het afvragen van de begrippen wordt bijvoorbeeld op verschillende manieren en met een verschil in detaillering gevraagd naar het begrip dat de leerlingen hebben van de centraal staande *versnippering* en *vermesting* (zie figuur 7).

A. Zet een kruisje achter elk milieuprobleem in de kolom waar jij voor kiest.

de auto draagt bij aan:	veel	beetje	niet	weet niet
voorbeeld: tandbederf			x	
opraken van grondstoffen				
.....				
voedselrijker worden van het milieu				
versnippering van natuurgebieden				
.....				
uitsterven planten en dieren				

B. Omcirkel bij de onderstaande vragen het juiste antwoord.

1. Als de bodem voedselrijker wordt, komen er meer verschillende planten.
juist/onjuist/weet niet
5. De aanleg van wegen draagt bij aan de versnippering van natuurgebieden.
juist/onjuist/weet niet
6. De versnippering van natuurgebieden verkleint de overlevingskansen van veel soorten planten en dieren.
juist/onjuist/weet niet

Fig. 7 Vragenlijstfragmenten, gericht op begripsproblemen rond versnippering en vermesting.

In het tweede deel van de vragenlijst moeten leerlingen aangeven welk milieuprobleem zij het meest/minst erg of het moeilijkst/makkelijkst oplosbaar vinden. Het laatste deel vraagt naar hun intentie het milieu bij besluitvorming te laten mee wegen. Daarbij wordt tevens gekeken of die bereidheid bij algemeen theoretische situaties anders is dan bij concrete

eigen gedragmogelijkheden (figuur 8). Bij de motivatie van de antwoorden wordt ook naar het argumentatieniveau gekeken: hoe veelzijdig zijn de argumenten, worden ze onderbouwd of blijven ze globaal?

Lesobservaties

Een aantal lessen, die van belang zijn voor de begripsontwikkeling bij de leerlingen, zijn geobserveerd. De aandacht ging daarbij uit naar de nieuwe lesactiviteiten. Daarbij is in principe geprobeerd de interacties tussen docenten en leerlingen, en tussen de leerlingen onderling vast te leggen in de vorm van een zo exact mogelijke schriftelijke weergave (in sommige gevallen ondersteund door de uitwerking van gemaakte geluid- en beeldopnames). De observaties dienen ter illustratie van de uitvoering tijdens de tweede praktijktest en kunnen naderhand hopelijk gebruikt worden om de gevonden effecten van de lessenserie te doorgronden. Daartoe waren de volgende aandachtspunten tijdens de observatie van belang:

- welke begripsproblemen komen tijdens de lessen naar voren?
- welke rol spelen de docent en het lesmateriaal daarbij?
- welke begripsontwikkeling is er bij de leerlingen te bespeuren en hanteren zij dat begrip in keuzesituaties die het verkeer betreffen?

Omcirkel het woord wat jij kiest

1. Het is een slechte/goede zaak als mensen die een auto hebben, voor afstanden minder dan tien kilometer toch de fiets nemen.
3. Het is een slechte/goede zaak als mensen geen auto's meer kopen.
4. Als ik later geld genoeg heb om een auto aan te schaffen zal ik dat doen/niet doen.
7. Het is een slechte/goede zaak als mensen die een auto hebben, hun reizen toch met het openbaar vervoer maken.
11. Als ik later een auto heb zal ik nog veel/weinig met de fiets gaan.

Fig. 8 Vragenlijstfragmenten: wat "men" kan doen en wat de leerling zelf zal doen.

5. Tweede praktijktest: uitvoering en effectiviteit van de ontworpen lesactiviteiten.

De tweede praktijktest is in het schooljaar 1991-1992 opnieuw in twee HAVO-4 groepen uitgevoerd op dezelfde scholen door dezelfde docenten. Er waren nu zo'n 35 leerlingen bij betrokken.

De resultaten van de voormeting zijn hier niet opgenomen aangezien daaruit de zelfde begripsproblemen en denkbeelden naar voren komen als bij de leerlingenroep van de eerste praktijktest.

Begripsontwikkeling: lesobservatie

De oriënterende les functioneert in grote lijnen zoals gepland. In beide klassen is er sprake van een klasgesprek waarbij de docent de leerlingen over hun voorkennis ondervraagt en waarbij de vragen over de tekst gezamenlijk besproken worden.

In klas 1 begint de docent met het samenstellen van een begrippen-netwerk op het bord. Basis voor dat netwerk is de voorkennis bij de leerlingen zoals uit een onderwijsleergesprek naar voren komt. Tijdens de samenstelling van het netwerk blijkt opnieuw dat leerlingen de vervuiling het eerst noemen en ook het belangrijkste vinden. Daarna wordt het interviewfragment (zie figuur 3) gelezen. In klas 2 wordt begonnen met dat fragment. Opvallend is dat in beide klassen de leerlingen in eerste instantie over de misvatting rond de benzinedampen heen lezen. Blijkbaar moeten leerlingen eerst gedwongen worden om er echt over na te denken, voordat ze zich realiseren dat er iets staat dat niet klopt (zie figuur 9).

De vragen die ontwikkeld zijn om de begripsontwikkeling rond versnippering en vermisting bij de leerlingen te volgen (zie figuur 5) blijken redelijk goed te werken.

Dat wil zeggen dat het begrip bij de leerlingen gedurende de lessenserie vollediger wordt; ze leren steeds meer begrippen uit het netwerk in onderlinge samenhang hanteren. Ook de creativiteit neemt toe, sommige leerlingen kunnen een beetje met die twee begrippen spelen. Zo vindt een leerling als oplossing voor de vermisting zelf een variant van het afplaggen uit. Anderen kunnen zelf een stap verder zetten, zoals blijkt uit de leerlingantwoorden uit figuur 10.

D *In het interview zegt de leerling dat de auto vervuult met benzinedampen enzo. Klopt dat?*

LL Ja

D *Benzinedampen?*

LL Nee, het zijn geen benzinedampen.

D *Wat zijn het dan?*

LL Dat moeten uitlaatgassen zijn.

LL Gassen van de verbranding van benzine.

D *Wat is daar dan mee?*

LL Wordt niet opgenomen.

LL Onvolledige verbranding.

D *Het is niet echt milieuvriendelijk, maar wat bedoel je daar dan mee?*

LL Tast het milieu aan.

D *Ja, maar hoe tasten de uitlaatgassen het milieu aan?*

LL Zure regen.

LL Smog

D *Wat is dat?*

- LL Rotzooi die blijft hangen, stoffen die in die uitlaatgassen zitten die niet volledig verbrand zijn.
- LL CO.
- D *Ik neem aan dat iedereen die dingen kent he, die scheikundige symbolen? En als het volledig verbrandt, wat ontstaat er dan?*
- LL CO₂.

Fig. 9 Lesfragment (klas 1): oorzaken en gevolgen van eventuele milieuproblemen die met het verkeer samenhangen.

-
- LL Om te zorgen dat we ons wel duurzaam kunnen ontwikkelen moeten we natuurgebieden voedselarmer maken door voedingszouten uit de grond te halen en ergens anders weer neer te leggen of bepaalde snel groeiende planten weg te halen of uit te roeien. Doordat de grond voedselarmer wordt, wordt het gebied soortenrijker.
- LL Minder soorten leidt tot minder stabiele ecosystemen en minder stabiele ecosystemen zijn niet goed voor de duurzame ontwikkeling, omdat zo'n ecosysteem uit elkaar kan vallen.

Fig. 10 Leerlingantwoorden over vermesting

Na de behandelde theorie en de toepassing van het geleerde in huiswerkopdrachten kunnen de meeste leerlingen de begrippen toepassen in een andere context en aangeven wat de verdere gevolgen zijn voor bijvoorbeeld andere soorten of de mens (zie figuur 11).

Tijdens het in kaart brengen van de begripsontwikkeling bij de leerlingen, komt ook een onverwacht verschil tussen de twee klassen naar voren.

In klas 2 is het beeld, dat leerlingen van het mechanisme achter de termen versnippering en vermesting hebben, vrij algemeen en dat blijft ook zo.

In klas 1 geven de leerlingen in de tweede les antwoorden van gelijke algemene aard. Tijdens de verwerking van les 3 over de versnippering, na de computersimulatie, en in les 5 over de vermesting is hier echter meer diepgang te bespeuren. Vermesting blijkt via veranderde concurrentieverhoudingen te werken en in kleinere populaties speelt het toeval een grotere negatieve rol.

Ook is er een verschil in begripsomschrijving. De leerlingen uit klas 2 "citeren" meer. Ze maken zich een globale beschrijving uit het begin van de lessenserie eigen en herhalen deze telkens. De leerlingen uit klas 1 blijken telkens opnieuw de vraag in eigen woorden te beantwoorden. Elke keer beginnen ze opnieuw na te denken, terwijl de leerlingen in klas 2 sneller ervan uitgaan "dat het weer dezelfde vraag" is. Deze verschillen kunnen mogelijk samenhangen met een verschil in docerestijl tussen de twee betrokken docenten.

-
- LL Als een korte vegetatie vermet wordt, wordt de vegetatie lang en dat is slecht voor de dassen.
 - LL Door de vermeting krijg je via andere concurrentie-verhoudingen minder plantensoorten. Dat wil zeggen minder voedsel, wat weer slecht is voor vlinders.
 - LL Door vermeting worden bermen soortenarm, dat is saai en geen prettig gezicht voor weggebruikers.
-

Fig. 11 Leerlingantwoorden bij de huiswerkopdrachten.

-
- LL Door versnippering worden natuurgebieden kleiner en daardoor sterven soorten makkelijker uit.
 - LL Door vermeting wordt een gebied voedselrijker en dus soortenarmer.
-

Fig. 12 Het globale leerlingbeeld in klas 2.

De docent in klas 1 wil de les graag volledig in eigen hand hebben: hij zit zoals dat heet "boven op" zijn leerlingen. Hij volgt het leerproces nauwgezet en laat de leerlingen zelf ook herhaaldelijk formuleren wat hun kennis en inzicht op dat moment is. Daarnaast last hij regelmatig samenvattingen in, of begint een nieuwe les met een terugblik op de voorafgaande lessen. Zijn leerlingen zijn meer gewend aan een sturende, wat strakkere lesstijl. De docent in klas 2 gaat veel sterker uit van de eigen verantwoordelijkheid van de leerlingen, vraagt minder door en is veel sneller tevreden met antwoorden. De leerlingen mogen ook vaker afdwalen of het even over andere onderwerpen hebben in de les.

Dit verschil in doceerstijl komt overeen met het beeld dat de leerlingen van hun docenten hebben. Voor de eerste uitvoering zijn de docenten namelijk getypeerd via de leerlingen. Daartoe hebben de leerlingen een vragenlijst ingevuld, de zogenaamde *Vragenlijst voor interpersoonlijk leraarsgedrag* (Brekemans & Wubbels, 1990). De antwoorden uit die vragenlijst worden vertaald in een model voor dat gedrag, ook wel bekend onder de naam "Roos van Leary".

De docent van klas 1 wordt door zijn leerlingen als gezaghebbend getypeerd. Zijn lessen hebben volgens hen een duidelijke structuur en leerlingen tot de orde roepen is niet vaak nodig. Andere trefwoorden zijn enthousiasme en taakgerichtheid. De docent van klas 2 wordt tolerant gezaghebbend genoemd. Niet zo zeer zijn gestructureerde lessen worden geroemd, maar wel dat hij rekening houdt met hun behoeften en belangen. De leerlingen ervaren dat hij begrip voor hen toont en ook hier komen ordeproblemen nagenoeg niet voor.

De docent uit klas 2 motiveerde zijn houding met de overtuiging dat een ontspannen lessfeer tot betere leerresultaten zou leiden. Toen bleek

dat zijn collega met meer structuur meer rendement had, is ook hij ertoe overgegaan het leerproces van de leerlingen nauwgezet te begeleiden.

Begripsontwikkeling: nameting

In de begrippennetwerken van figuur 13 is de verandering van het leerlingbeeld zichtbaar gemaakt. Met behulp van grijsrasters is aangegeven welke begrippen, in juiste samenhang met de andere begrippen uit het netwerk, door de leerlingen al 'gekend' worden. Een lichtgrijs raster betekent dat de begrippen en de relaties tussen die begrippen matig in het leerlingbeeld vertegenwoordigd zijn (tussen een- en tweederde van de leerlingen), terwijl een donkergrijs raster staat voor een sterkere vertegenwoordiging (twee-derde of meer). Geen raster wil dus zeggen dat geen of maximaal een derde van de leerlingen de begrippen of relaties kent. Onder kennen wordt hier 'kennen in relatie met andere begrippen' verstaan. Kennen de leerlingen bijvoorbeeld wel het begrip voedselrijkdom, maar niet in de juiste relatie tot de concurrentieverhoudingen, dan wordt het begrip ook niet gerasterd weergegeven.

Het bovenste netwerk is een samenvatting van de resultaten van de interviews en de voormetingen van de eerste en tweede praktijktest. Het onderste netwerk is een samenvatting van de nameting van de tweede praktijktest.

Uit figuur 13 wordt duidelijk dat de leerlingen bij aanvang de thematiek alleen in globale termen kunnen beschrijven. Na afloop is het leerlingbeeld duidelijk veranderd. Ook zijn een aantal begripsproblemen verdwenen.

Versnippering

- Dat versnippering een effect kan hebben op de biologische diversiteit, wordt nu door alle leerlingen onderkend. In klas 1 weten ze daarbij ook toe te lichten waarom kleinere populaties kwetsbaar zijn. Andere leerlingen weten nu wel dat er een relatie is tussen populatiegrootte en de overlevingskans, maar kunnen de precieze werking van die relatie nog niet uitleggen.

Vermesting

- Voor de lessenserie dacht zo'n 28 % van de leerlingen dat als de bodem voedselrijker wordt er minder verschillende plantensoorten komen. Na de lessenserie noemt zo'n 75 % dat spontaan. Tijdens een afsluitende toets leggen alle leerlingen die relatie.
- Het vervuilende effect van benzinedampen, in de oriënterende les behandeld, wordt niet meer door de leerlingen genoemd.
- Het globale beeld is verdiept. De thematiek wordt, zeker door de leerlingen uit klas 1, minder globaal beschreven. Ze kennen bij de vermessing de invloed van de veranderde concurrentieverhoudingen op de soortensamenstelling.

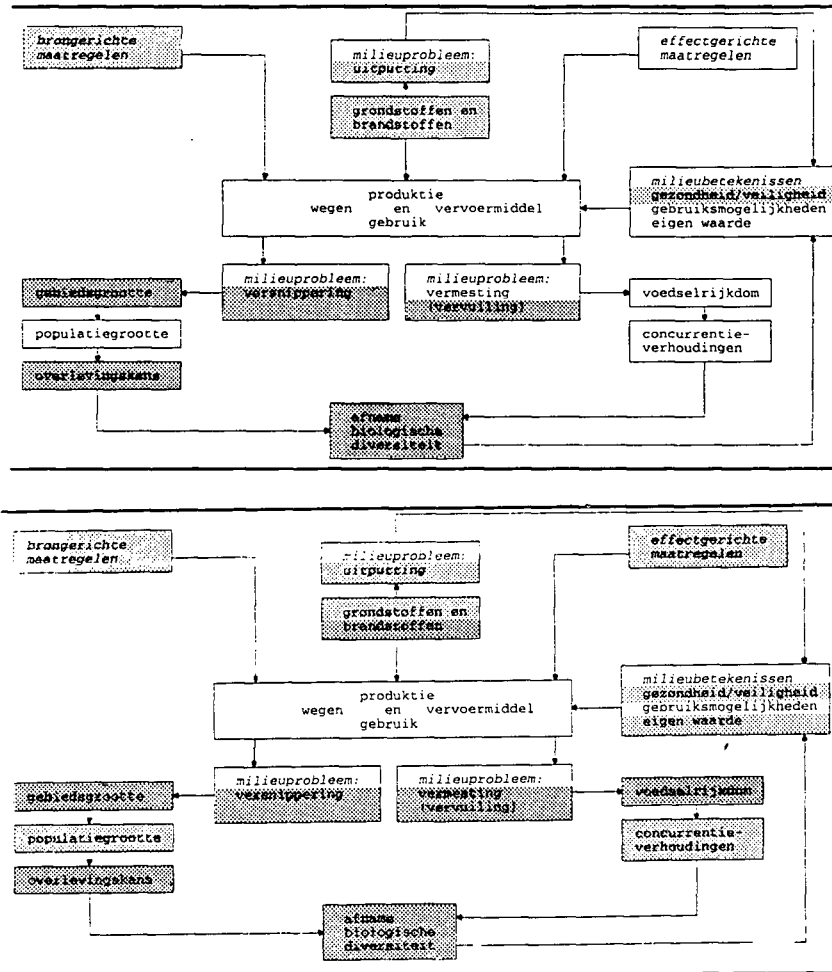


Fig. 13 Leerlingbeeld van Verkeer en Natuurbeheer: beginsituatie (boven) en eindsituatie (onder). De NME-begrippen zijn cursief weergegeven.

Vaardigheidsontwikkeling: lesobservatie

De huiswerkopdrachten waarbij de leerlingen de begrippen in een andere context moeten toepassen, zoals het probleem van de algengroei in de Adriatische zee of de Waddenzee, is een oefening voor de afsluitende opdracht. Dan worden de leerlingen verondersteld echt met de kennis te kunnen werken. Die oefening blijkt voor de leerlingen goed uitvoerbaar te zijn.

Aan de afsluitende opdracht van de tweede praktijktest, de keuze van een eigen vervoermiddel, werd in beide klassen op eenzelfde manier gewerkt. De leerkrachten leidden de opdracht eerst kort in. Hierbij werd onder andere gewezen op het feit dat je ook bij dit soort keuzes rekening kunt houden met de belangen van andere mensen, toekomstige generaties en andere soorten. Daarna werd de opdracht individueel gemaakt. De leerkracht inventariseerde vervolgens de antwoorden, waarbij leerlingen op elkaar mochten reageren. Dit had levendige discussies tot gevolg (zie figuur 14).

D *Goed, welk vervoermiddel hebben jullie gekozen en welk argument heeft bij die keuze de doorslag gegeven?*

LL 1 Ik kies de fiets, geen schadelijke stoffen en ik vind het gewoon leuk.

LL 2 Fiets, het is maar 7 km en geen schadelijke stoffen.

LL 3 Hoe ver woon jij nu dan van school? Je komt toch altijd op de brommer?

LL 2 [Krijgt een kleur] Ik woon wel vlak bij school, maar die brommer is alleen voor m'n werk. [Verder tegen docent]: en het levert minder vervuiling op.

LL 1 Moet jij zeggen. Jij zet altijd het schoolplein blauw met dat ding van jou.

LL 3 Fiets, lichaamsbeweging, leuk en je hebt tenminste het idee dat je wat doet voor het milieu.

LL 4 Maar jij had vroeger toch ook een brommertje?

LL 3 Toen ja, maar ik heb toch nooit een nieuwe gekocht toen die stuk ging, ik kies nu gewoon voor lekker fietsen.

Fig. 14 Fragment van de afsluitende les in klas 1.

Tijdens de eerste praktijktest werden de leerlingen gevraagd een keuze te maken tussen twee wegtracés. Die lessen verliepen aanzienlijk minder goed als die van de tweede praktijktest, toen de leerlingen een eigen vervoermiddel moesten kiezen. Een aanwijzing dat leerlingen in een concrete keuzesituatie, voor hen *hier* en *nu* van belang, wel in staat zijn een afweging tussen verschillende belangen te maken. Eerder dan in een theoretische keuzesituatie rond wegtracés, waarbij ze zich moeten verplaatsen in belangen van anderen of belangen gericht op de toekomst. Dan is het blijkbaar voor hen makkelijker, zonder echt tot een afweging te komen, te zeggen dat ze voor een milieuvriendelijke variant zijn.

De leerlingen zijn aan het eind van de lessenserie vaardiger geworden in het gebruik van de begrippen uit het begrippennetwerk tijdens een afweging. Maar met name de leerlingen uit klas 2 gebruiken de begrippen niet zo vaak bij hun afweging en voor hen zijn andere dan milieuarargumenten de belangrijkste argumenten bij de onderzochte afweging

(zie figuur 15). De leerlingen uit klas 1 laten milieuargumenten vaker een rol spelen bij hun keuze. Overigens niet altijd op een voor hun klasgenoten overtuigende wijze (zie figuur 14).

D *Ok., wat is er gekozen en waarom?*

LL 1 Ik kies een motor, dat heb ik altijd al willen hebben, doen. Het is leuk, snel en je bent onafhankelijk.

LL 2 De auto, je kan ermee doen wat je wilt en het is toch niet verboden?

LL 3 Fiets, dan ben je onafhankelijk van bepaalde vertrek tijden, voor je conditie en het is niet duur.

D *Heeft het milieu nog een rol gespeeld?*

LL 3 Jawel, maar niet echt een belangrijke.

LL 4 De trein, dat is namelijk leuk en gemakkelijk. En niet omdat het milieu daar zogenaamd minder door vervuild wordt hoor.

Fig. 15 Fragment van de afsluitende les in klas 2.

Vaardigheidsontwikkeling: nameting

Uit de nameting blijkt dat het argumentatieniveau van de leerlingen licht verbeterd is:

- De gehanteerde milieuargumenten zijn, mede door het toegenomen inzicht in de versnippering, minder eenzijdig geworden. Met name de uitputting van brandstoffen wordt nu vaker als gevolg genoemd. Het eenzijdige accent dat op de vervuiling lag is afgezwakt.
- Tijdens de voormeting noemden beide klassen één maatregel het meest; het goedkoper maken van het openbaar vervoer. Tijdens de nameting kwamen meer maatregelen naar voren, zoals vermindering van het aantal wegen en herstel van de ecologische hoofdstructuur.
- De leerlingen laten in de nameting bij hun afweging meerdere argumenten meewegen. Hanteerde tijdens de voormeting zo'n 80 tot 90 % één argument, tijdens de nameting gebruikt zo'n 50 % er twee of meer. De argumentatiekwaliteit is wat in de breedte verbeterd.
- Die toegenomen argumentatiekwaliteit blijkt niet in alle situaties. Gevraagd naar de maatregelen die leerlingen willen nemen, gesteld dat ze in de positie van de minister voor Verkeer en Waterstaat zaten, laten ze een heel ander beeld zien.

Ruim de helft van de leerlingen noemt hier één maatregel, de meesten vermelden daarbij één argument, een enkeling twee argumenten. De gehanteerde argumenten zijn globaal en verschillend van aard; het ene argument benadrukt het te verwachten milieu-effect, het andere het gemak van invoering: *"mensen zijn hier niet zo snel op tegen"*.

- Leerlingen blijven de betekenis die het milieu voor onze gezondheid en veiligheid heeft de belangrijkste betekenis noemen.

Frappant is in dit verband dat in elke klas, zowel van te voren als na afloop van de lessenserie, zowel bij de eerste als bij de tweede uitvoering, de leerlingen het gat in de ozonlaag als meest ernstige milieuprobleem ervaren. Terwijl dat gat gedurende de lessenserie niet meer ter sprake komt, wordt het niet door wel besproken andere problemen verdrongen. Het perspectief blijft dus in eerste instantie bij de leerlingen zelf liggen. Het gat in de ozonlaag levert immers een gevaar voor hun eigen gezondheid op.

- De eigen waarde van het milieu is wel belangrijker geworden, maar blijft voornamelijk vanuit het eigen perspectief beoordeeld: *"als die uitsterven komen ze niet meer terug en gaan wij er uiteindelijk ook aan"*.

5. Conclusies

Het onderzoek aan de ontwikkelde lessenserie geeft aanwijzingen dat een aantal begripsproblemen bij leerlingen rond verkeer en natuurbeheer misschien wel opgehelderd kan worden, maar dat dat nog niet hoeft te betekenen dat de leerlingen die biologische kennis ook bij besluitvorming over het eigen gedrag betrekken. Binnen de NME-wereld is al vaker opgemerkt dat leerlingen bij besluiten over controversiële onderwerpen wetenschappelijke kennis, in dit geval biologische kennis, negeren en zich baseren op leefwereldkennis (Margadant-van Arcken, 1987).

Het plaatsen van de keuzesituatie binnen het persoonlijk perspectief van de leerlingen kan er toe bijdragen dat er een brug geslagen wordt tussen die twee kennisgebieden.

Het bespreken van de keuzes die leerlingen voor zichzelf maken in het hier en nu kan tevens een positief effect hebben op de persoonlijkheidsvormende aspecten van zo'n discussie (van Haafden, 1990). In dat opzicht was de verandering in het lesmateriaal, van de keuze tussen verschillende wegracés naar de keuze voor een eigen vervoermiddel, een stap in de goede richting. Aangezien lang niet alle leerlingen de begrippen uit het netwerk in hun afweging na afloop gebruiken, is de stap echter nog een beperkte. Leerlingen hanteren veelal een "common sense" redenering, waarbij ze voor de hand liggende argumenten hanteren (zie de figuren 14 en 15). Als het doel van een lessenserie is dat de leerlingen het proces van een gestructureerde besluitvorming leren doorlopen (Kortland & Veldman, 1992), zullen de opdrachten de leerlingen daartoe meer dwingend moeten aansporen. Leerlingen moeten immers ook leren hun opgedane kennis te gebruiken in een keuzesituatie.

Onderzoek naar de begripsontwikkeling bij leerlingen is voor het onderwijs zinvol.

Een resultaat van dergelijk onderzoek is het zicht op de voorkennis bij leerlingen van milieuvraagstukken, dat bij het ontwerp van lesactiviteiten te gebruiken is. Het expliciet maken van gesignaleerde begripsproblemen lijkt daarbij een geschikte strategie. Het rendement is echter

nog niet erg hoog. Een verdere ontwikkeling van en onderzoek naar dit type lesactiviteiten is dan ook gewenst.

Ook de nascholing van docenten over een geschikte didactiek lijkt wenselijk. De ontwikkeling van zo'n didactiek is echter nog in volle gang (zie bijv. Ferguson-Hessler & De Jong, 1993). Dit is volgens mij een uitdagend terrein voor mogelijke samenwerking tussen onderzoekers, nascholers en docenten. De naar aanleiding van de lesobservaties opgemerkte effecten van verschillende doceerstijlen, kunnen daarvoor misschien een vertrekpunt vormen.

Noten:

1. Met dank aan de leerkrachten P. Huwae van OSG Echnaton te Almere en P. Damoiseaux van OSG de Huizermaat te Huizen en hun leerlingen voor hun bijdragen aan de ontwikkeling van de lessenserie en voor het uitvoeren van de beide praktijktesten.
2. De lessenserie is, samen met een uitgebreidere beschrijving van de praktijkervaringen ermee, beschikbaar in de SLO-uitgave: *Lespraktijk: Verkeer en natuurbeheer*, biologie bovenbouw havo en vwo, leerjaar 4, Paul van der Zande, SLO, Enschede, maart 1993.

Literatuur

- Brekélmans, M. & Th. Wubbels (1990). Leerlingpercepties en beoordeling van docenten. *IDEE, Tijdschrift voor Lerarenopleiders*, 12, 1, 9-17.
- Brunsting, A (red.) (1990). *Vakdeelleerplan Natuur- en Milieu-educatie in de bovenbouw havo en vwo: Biologie* (concept). Enschede/Utrecht: SLO/CD- β UU.
- Brunsting, A. & P.A.M. van der Zande (1992). *Verkeer en Natuurbeheer*, Experimenteel lesmateriaal. Utrecht/Enschede: CD- β RUU/SLO (nme-vo 2/lm 92-0320).
- Commissie Herziening Examenprogramma's en Leerplan Biologie voor Rijksscholen avo/vwo (1988). *Examenprogramma voor biologie voor havo/vwo*. Enschede: VALO.
- Ferguson-Hessler, G.M. & T. de Jong (1993). Does Physics Instruction Foster University Students' Cognitive Processes?: A Descriptive Study of Teacher Activities. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 7, 681-696.
- Haafden, W. van (1990). Engagement en discoursus. In C.B. Bisschop (Red.) *Onderwijs en verantwoordelijkheid voor de toekomst*, (pp. 51-61) Amersfoort/Leuven: Acco.
- Kortland, K. & M.. Pieters (1993). NME in ontwikkeling & onderzoek. *Tijdschrift voor Didactiek der β -wetenschappen*, 11, 1, 28-49.
- Kortland, K. & I. Veldman (1992). *Bestuivorming van leerlingen - Ideeën voor lesmateriaal ontwikkeling en onderzoek*. Enschede: SLO.