

## Besluitvorming als onderwijsdoelstelling

### Onderzoek rond het NME-VO lespakket Brandstof

H. de Jager & F.A. van der Loo  
Vakgroep Natuurkunde Didactiek  
Centrum voor Didactiek van Wiskunde en Natuurwetenschappen  
Rijksuniversiteit te Utrecht

#### Summary

*Decision-making is often mentioned as an important feature of teaching science in a technological and social context. Much has been written about both the desirability, expected learning outcomes and possible blueprints of decision-making, being part of science education. However, there is much less literature concerning the actual realisation and actual learning outcomes of decision-making. Nevertheless, in view of the existing confusion of ideas, there is a great need for research on this subject. In the Dutch project on environmental education NME-VO science-teaching-materials have been developed within an environmental context. Decision-making on environmental issues is a characteristic of the teaching units. Research has been done on the students' prior understanding, preconceptions and beliefs and on the learning-effects afterwards in relation to the environmental issues on which the units focus. This paper outlines some results of the research on the issue 'Fuel' from the perspective of decision-making.*

#### 1. Inleiding

Het project NME-VO (de afkorting staat voor Natuur- en Milieu-Educatie in het Voortgezet Onderwijs) heeft sinds 1986 een aantal lespakketten voor natuur- en milieu-educatie (verder af te korten als NME) in het voortgezet onderwijs ontwikkeld. Ook is een leerplan NME voor de vakken aardrijkskunde, biologie, natuurkunde en scheikunde in de eerste drie leerjaren van het voortgezet onderwijs opgesteld (NME-VO, 1989). Dit leerplan omvat o.a. een voorstel voor behandeling van NME in contextgebieden, zoals voeding, energie, afval, enz. Het lesmateriaal zoomt op deze contextgebieden in door middel van een centrale vraagstelling, waarin een bepaalde menselijke activiteit wordt geanaly-

seerd op milieugevolgen. In aansluiting op de contextgebieden kan het daarbij gaan om b.v. eetgedrag, energieverbruik, consumptiegedrag, enz. Achterliggend doel van deze opzet is leerlingen in staat te stellen ten aanzien van een bepaalde activiteit een beredeneerde keuze te maken uit verschillende gedragsmogelijkheden en daarbij de gevolgen voor het milieu mee te wegen.

Deze doelstelling wordt in het leerplan NME-VO als volgt geformuleerd: *'Leerlingen worden in staat gesteld, in hun denken en doen weloverwogen rekening te houden met een duurzame ontwikkeling van de relatie mens-milieu'*.

De relatie mens-milieu is een centraal onderwerp in de natuur- en milieu-educatie. Inzicht in de relatie mens-milieu is evenwel geen doel op zich. Het moet worden gebruikt bij de afweging van handelingsalternatieven. De vraag is in hoeverre onderwijs bij kan dragen aan de kwaliteit van dit afwegings-proces, dat we kortweg besluitvorming noemen.

In dit artikel bespreken wij een aantal resultaten van onderzoek dat is uitgevoerd aan het NME-VO lespakket Brandstof, vanuit het perspectief van besluitvorming als onderwijsdoelstelling.

## **2. Besluitvorming in de natuurwetenschappelijke vakken**

Besluitvorming, of decision-making zoals het in het Angel-Saksische taalgebied wordt aangeduid, is gedurende het laatste decennium een belangrijk thema geworden in de discussie over de invulling van STS-onderwijs (Watson 1980, Zoller 1982, Aikenhead 1983/1987, Kortland & van der Loo 1986). De achterliggende gedachte is dat natuurwetenschappelijk onderwijs kan en moet bijdragen aan de maatschappelijke weerbaarheid van de leerlingen. Onderwijs dient leerlingen voor te bereiden op (toekomstige) rollen als consument en burger (Eijkelhof & Kortland, 1987). Besluitvormingsvaardigheden nemen daarbij een essentiële plaats in. Zoller (1982) stelt zelfs: "Life is in essence a continuous process of decision-making or selection from available or created options" Deze opmerking gemaakt tijdens een pleidooi voor natuurwetenschappelijk onderwijs dat zich richt op reële problemen, zou heden ten dage zelfs kunnen worden aangescherpt: Het gaat niet alleen om leven maar om overleven. De ondertitel van het Nationaal Milieubeleidsplan draagt in feite dezelfde boodschap uit: Het is een kwestie van "Kiezen of

verliezen". Maar wat zijn goede keuzes? Beter gezegd: hoe maak je de goede keuzes?

Tot nu toe is het aantal beschouwingen over de wenselijkheid resp. de mogelijke invulling van besluitvorming in het onderwijs groter dan beschrijvingen van feitelijk daarop ingericht onderwijs. Onderzoek naar de effecten van dergelijk onderwijs is nog schaarser. Gelet op de bestaande begripsverwarring, is hier echter grote behoefte aan.

In discussies over besluitvorming loopt vaak een tweetal vormen van besluitvorming door elkaar: besluitvorming op collectief niveau en besluitvorming op individueel niveau. In dit artikel gaat het ons om de besluitvorming op individueel niveau. Daarvan zijn talloze voorbeelden te geven. Een belangrijke categorie betreft de beslissingen die mensen in hun rol als consument nemen.

#### *Rationeel-analytische benadering van besluitvorming*

Onduidelijk is wat met besluitvorming als onderwijsdoelstelling wordt beoogd. En ook: wat haalbaar is in het onderwijs. Besluitvorming is een zeer gecompliceerd proces. Er zijn wel pogingen gedaan dit proces te ontrafelen om op deze wijze aanwijzingen voor het handelen te krijgen. Met name in de economie is een rationeel-analytische benadering van besluitvorming ontwikkeld, die op een drietal postulaten berust (Lebelle & Muller, 1986):

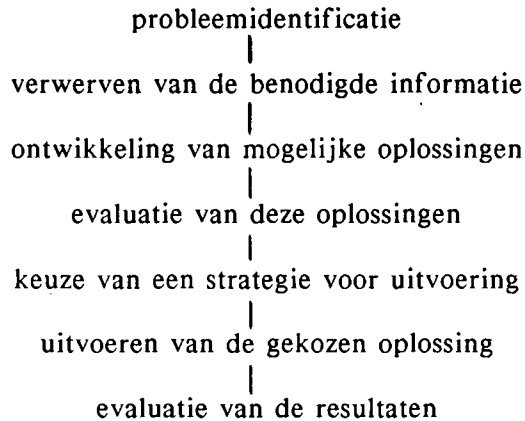
1. beslissers handelen doelgericht: beslissingen worden genomen om doelen te bereiken; doelen zijn de oorzaak van een keuze;
2. beslissers handelen rationeel: beslissers beredeneren hun keuze, d.w.z. zij wegen de potentiële oplossingen tegen elkaar af aan de hand van het nut dat elke oplossing verschaft;
3. beslissers zijn alwetend, d.w.z. dat ze:
  - alle alternatieven kennen;
  - alle voor- en nadelen kennen van ieder alternatief;
  - een eenduidig preferentieschema bezitten.

Op basis van deze postulaten is het mogelijk het theorema van nutsmaximalisatie af te leiden. Een beslisser kiest de oplossing die het meest bijdraagt tot het bereiken van zijn voorafgestelde doelen.

Volgens deze rationeel-analytische benadering worden dus eerst doelen gekozen en vervolgens worden alle gedragsmogelijkheden geëvalueerd aan de hand van de doelen. Doelen worden geformuleerd aan de hand van een probleemidentificatie. Brims,

et al (1962) hebben deze doel-middel structuur verder uitgewerkt in een fasenmodel voor besluitvorming (zie fig. 1).

Figuur 1: Fasenmodel van besluitvorming (Brim, et al., 1962)



De rationeel-analytische benadering heeft een heuristische waarde, als de besluitvormingssituatie voldoet aan de volgende voorwaarden:

- a. de beslisser heeft duidelijk omlinjnde doelen voor ogen;
- b. de beslisser kan het nut van elke potentiële oplossing tegen het nut van een ander afwegen;
- c. de beslisser gedraagt zich consequent: zijn voorkeursoordelen kunnen niet strijdig met elkaar zijn;
- d. de beslisser kan altijd twee potentiële oplossingen, die beoordeeld worden aan de hand van meervoudige criteria met elkaar vergelijken.

Dit zijn voorwaarden waaraan in de realiteit vrijwel nooit kan worden voldaan. Uit onderzoek is met name gebleken dat beslissers doelen en middelen niet scheiden (Lindblom, 1959; Simon, 1976), maar dat eerder sprake is van een iteratief proces. Daarbij worden de gevolgen van een mogelijke oplossing geanalyseerd. Deze analyse leidt tot de bijstelling van de voorwaarden waaraan een oplossing moet voldoen. De aangescherpte voorwaarden sturen een nieuw zoekproces naar een oplossing die aan de minimale voorwaarden zal voldoen, enz. (zie fig. 2).

*Besluitvorming als onderwijsdoelstelling*

Vormgeving van besluitvorming in onderwijs roept verschillende vragen op. Een eerste vraag betreft de structurering van dergelijk onderwijs. Het fasenmodel voor besluitvorming biedt een

Figuur 2: Iteratieve benadering van besluitvorming

"tentatieve oplossing" ---> "tentatieve" voorwaarden/eisen



mogelijkheid tot structurering van onderwijs in besluitvorming. Maar het weerspiegelt niet een reëel besluitvormingsproces. Uit empirisch onderzoek blijkt dat besluitvormingsprocessen nogal ongestructureerd verlopen (zie b.v. Witte, 1972). Menselijke beslissers switchen van de ene fase in het besluitvormingsproces naar de andere, ogenschijnlijk zonder enige duidelijke planning daarachter. Dit betekent nog niet dat een structurering van besluitvorming volgens het fasenmodel louter een theoretische constructie is. In de eerste plaats zeggen de onderzoeksgegevens niets over de wijze waarop mensen *leren* besluiten te nemen. In de tweede plaats is het niet zo dat praktijkbeslissingen niet voor verbetering vatbaar zouden zijn. Integendeel, veel van de fouten die als kenmerken van gebrekkige beslissingstrategieën worden genoemd (zie b.v. Janis & Mann, 1977) zijn te onderkennen met behulp van het fasenmodel. De fasen-indeling representeert een rationeel-analytische benadering van het besluitvormingsproces en kan de beslisser helpen een betere beslissing te nemen, doordat het beslissingsprobleem wordt gestructureerd. Het functioneert dan als een bewaking dat belangrijke aspecten niet over het hoofd worden gezien.

Samenvattend zijn de voordelen van een structurering volgen een fasenmodel:

- een monitorfunctie in het besluitvormingsproces
  - een mogelijke structuur voor lesmateriaal
  - aanknopingspunten voor evaluatie (Woodley & Driscoll, 1977).
- Gaandeweg is in het NME-VO lesmateriaal gekozen voor een steeds explicietere structurering volgens het fasenmodel. Met de

bedoeling leerlingen te stimuleren tot een rationeel-analytische benadering van het besluitvormingsproces en in de veronderstelling dat dit zal bijdragen tot de ontwikkeling van besluitvormingsvaardigheden. Of dit inderdaad het geval is zal in de praktijk uitgeprobeerd en onderzocht moeten worden.

Een tweede punt betreft de vraag of het noodzakelijk is dat leerlingen besluiten ook daadwerkelijk uitvoeren. De meningen verschillen daarover. Zoller (1987) is van mening dat leerlingen het hele besluitvormingsproces moeten doorlopen, inclusief de uitvoering van het besluit en de evaluatie daarvan. Hoewel er wel voorstellen zijn gedaan om dit in te vullen (zie b.v. Weeden, 1977) bestaat er twijfel aan de haalbaarheid in de onderwijspraktijk hiervan. In het NME-VO lesmateriaal is de actie-stap uit het fasenmodel tot nu toe niet vergaand uitgewerkt. Dit wordt bewust aan scholen en leerkrachten overgelaten. Overigens kan de uitvoering van een besluit bijvoorbeeld ook inhouden, het opstellen van een plan om afval in te zamelen of het maken van een ontwerp voor een milieuvriendelijke wijk. Het hoeft niet per definitie te gaan om het uitvoeren van daadwerkelijke milieuacties. Niettemin is hier sprake van een dilemma, omdat besluitvorming die geen duidelijke consequenties heeft voor de leerlingen, ongetwijfeld gevolgen heeft voor hun betrokkenheid bij het besluitvormingsproces. De belangrijkste hieraan te koppelen vraag is: op welk eindniveau richt besluitvorming bij NME zich? We komen aan het eind van dit artikel op deze vraag terug.

Resumerend omschrijven we besluitvorming hierbij als een gefundeerde keuze uit verschillende handelingsalternatieven op basis van argumenten en bewuste waarde-oordelen. Een goede besluitvorming kenmerkt zich door:

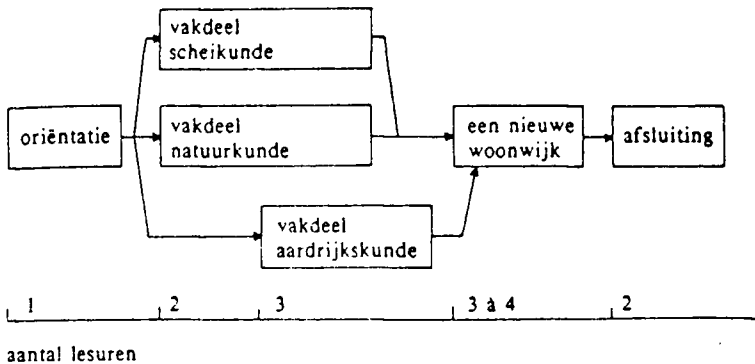
- een volledige probleemanalyse;
- inventarisatie van alle voor- en nadelen van mogelijke oplossingen;
- expliciete afweging van mogelijke oplossingen.

In dit artikel beschrijven we onderzoek dat is uitgevoerd aan het NME-VO lespakket brandstof. In het lespakket wordt leerlingen informatie aangereikt over het gebruik van fossiele brandstoffen en wordt uiteindelijk van de leerlingen gevraagd deze informatie toe te passen bij het ontwerpen van een woonwijk. In de volgende paragraaf wordt de inhoud van het lespakket meer in detail beschreven.

### 3. Het lespakket Brandstof

*Brandstof* is ontwikkeld voor de derde klas HAVO/VWO en voor de vakken scheikunde, natuurkunde en aardrijkskunde. Het lespakket bestaat uit vijf delen. In figuur 3 is de structuur van het lespakket weergegeven.

Figuur 3: De structuur van het lespakket Brandstof



In het lespakket *Brandstof* worden de milieu-effecten van ons energieverbruik behandeld. De rode draad door het thema is de centrale vraag: *Hoe zou jij een aantrekkelijke woonwijk ontwerpen, als je let op de milieugevolgen van het energieverbruik in de woningen?*" In het oriëntatie-deel van het lespakket worden het onderwerp brandstofgebruik en de centrale vraag kort geïntroduceerd. In de vakdelen krijgen de leerlingen informatie over de toepassingen van fossiele brandstoffen, over daaruit voortvloeiende milieuproblemen en over maatregelen die daartegen genomen kunnen worden.

Het scheikunde deel behandelt de luchtvervuiling die wordt veroorzaakt door de verbranding van fossiele brandstoffen, verbrandingsprodukten en technologische maatregelen tegen vervuiling. Het natuurkundedeel start met de uitputting van fossiele brandstoffen en bespreekt verschillende methoden om energie te besparen en de effectiviteit daarvan. In het aardrijkskundedeel wordt aandacht besteed aan de aantasting van het landschap en aan de procedures voor ruimtelijke planning.

In het afsluitende deel maken de leerlingen een ontwerp voor een woonwijk, waarbij ze de milieu-aspecten van de energievoorziening mee laten wegen. Bij deze activiteit wordt een beroep gedaan op informatie uit de vakdelen en komt hun eigen

voorkeur ter sprake. Tenslotte beoordelen de leerlingen elkaars ontwerpen.

#### Figuur 4: Inhoud van het lespakket Brandstof

oriëntatie	7
<b>scheikunde</b>	11
1 brandstofverbruik en vervuiling	12
2 brandstof en verbrandingsprodukt	17
3 maatregelen tegen vervuiling	19
<b>natuurkunde</b>	25
1 brandstofverbruik en uitputting	26
2 energie-omzettingen	29
3 minder brandstofverbruik	35
<b>aardrijkskunde</b>	45
1 brandstofverbruik en aantasting	46
2 waarom ruimtelijke ordening	50
3 inrichting in detail	54
<b>een nieuwe wijk</b>	59
1 een ontwerp voor groenoord	60
2 inwoners maken bezwaar	62
<b>afsluiting</b>	67

#### 4. Gegevensverzameling

In het schooljaar 1987-88 is het lespakket Brandstof op een zestal scholen uitgevoerd. Op vier HAVO/VWO scholen hebben in totaal 150 derde klas leerlingen vóór en na het thema een vragenlijst ingevuld. Deze vragenlijst is opgesteld mede op basis van een zestal (gestructureerde) interviews met individuele leerlingen over de energieproblematiek.

In de interviews probeerden we allereerst te ontdekken welke (voor)kennis en meningen leerlingen hadden over de onderwerpen die in het thema aan de orde komen. Daarmee kregen we een eerste overzicht over probleempcepties van leerlingen en de maatregelen waaraan zij dachten om deze problemen op te



lossen. De vragenlijst vóór het thema was deels een herhaling van de interviewvragen, deels een uitbreiding daarvan. Doel was enerzijds te verifiëren of de beginsituatie, zoals die uit de interviews naar voren kwam, ook gold voor een grotere groep leerlingen. Daarnaast is met name een aantal keuzevragen aan leerlingen voorgelegd, die in de nameting werden herhaald. Op één school is in twee klassen de uitvoering van het thema geobserveerd. Met een groepje van vier leerlingen uit elke klas is zowel vóór als na het thema een groeps-interview gehouden. Ook is van de gelegenheid gebruik gemaakt om discussies in de klas tussen leerlingen over milieuproblemen en mogelijke maatregelen vast te leggen. Voor dat doel zijn een aantal onderwerpen geselecteerd, aansluitend bij normale opdrachten uit het thema, en in de vorm van een keuze aan leerlingen voorgelegd. Aan de leerlingen werd gevraagd hun voorkeur voor een bepaald alternatief te bepalen en daarvoor argumenten te geven.

Om de discussie te structureren en registratie te vergemakkelijken, is daarbij gebruikt gemaakt van zgn. discussiebladen (fig. 5 geeft een voorbeeld van een dergelijk discussieblad).

De leerlingen vulden thuis de discussiebladen in. Daardoor hadden ze tijd om na te denken over de verschillende alternatieven, de voor- en nadelen ervan en hun eigen voorkeur. Bovendien werden op deze wijze ook de voorkeur en argumenten van leerlingen vastgelegd, die in een klassediscussie niet aan bod komen.

In de klas werden ze geconfronteerd met de keuzes die andere leerlingen maakten. De discussies daarover zijn zoveel mogelijk vastgelegd met een cassetterecorder. Bovendien is met de hand genotuleerd. De ingevulde discussiebladen zijn ingenomen. Figuur 6 geeft schematisch de relatie tussen ontwikkelings- en onderzoeksactiviteiten.

In de volgende paragrafen beschrijven we een aantal onderzoeksresultaten, die betrekking hebben op fasen uit het besluitvormingsproces: probleemanalyse, kennis en beoordeling van maatregelen en afweging van maatregelen.

Een kanttekening vooraf: het onderzoek rond *Brandstof* had primair als functie de ontwikkeling van het lespakket te ondersteunen. Het was daardoor beperkt in tijd en diepgang. Daarnaast betreft het hier onderzoek aan een eerste versie van een lespakket. Eerste versies hebben altijd last van kinderziekten. Definitieve uitspraken over de effecten van het lesmateriaal zijn

## Figuur 5: Discussieblad autogebruik

### KELZEN MAKEN -----

Stel dat jij in een commissie zit die de maximalsnelheid van auto's moet vaststellen. Voor welke snelheid zou jij dan kiezen ?

- A) 80 km/h.
- B) 100 km/h.
- C) 120 km/h.

Ik kies voor snelheid :

Noem zoveel mogelijk (tenminste 3) redenen waarom je juist voor die snelheid hebt gekozen.

Ik heb juist die snelheid gekozen om de volgende redenen :



Om de stikstofdioxide-vervuiling (door het verkeer) tegen te gaan, kunnen verschillende maatregelen treffen :

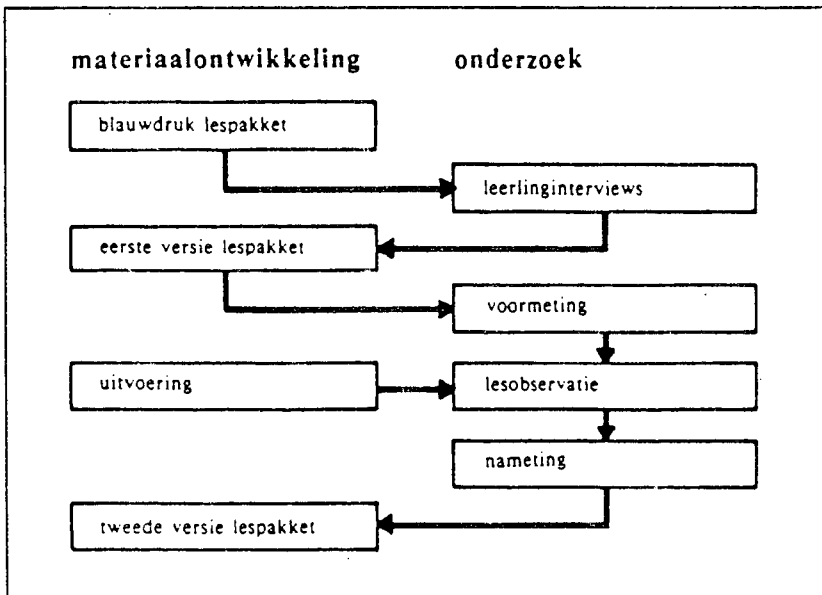
- A) De maximalsnelheid van auto's verlagen.
- B) Verplichten met tenminste 2 mensen in één auto te zitten.
- C) Het privé-gebruik van auto's beperken (bv. autoloze zondagen).
- D) Het gebruik van een auto-katalysator verplichten.

Welke maatregel vind jij het beste ? Noem minimaal 3 redenen.

Ik vind maatregel ..... het beste, omdat .....



Figuur 6: De relatie tussen materiaalontwikkeling en onderzoek



dan ook niet mogelijk. Daarvoor is diepergaand onderzoek nodig. Dergelijk onderzoek is momenteel in voorbereiding.

### 5. Probleemanalyse

Uitgangspunt voor een afgewogen besluitvorming is een juiste en volledige probleemanalyse. In het lespakket Brandstof staan de milieu-effecten van ons energieverbruik centraal. In ons onderzoek ten behoeve van de ontwikkeling en revisie van dit lespakket zijn we nagegaan in hoeverre leerlingen deze milieu-effecten onderkennen.

Inzicht krijgen in de milieu-effecten van het gebruik van fossiele brandstoffen is geen eenvoudige zaak, omdat tal van zaken door elkaar heen spelen. In de eerste plaats moeten twee hoofdproblemen van energieverbruik worden onderscheiden: uitputting van de voorraad fossiele brandstoffen naast de vervuiling van de atmosfeer ten gevolge van verbranding van fossiele brandstoffen. In de tweede plaats veroorzaakt verbranding van fossiele brandstoffen verschillende milieu-effecten. Vervuiling door zwavel- en stikstofdioxide leidt tot zure regen en op grotere schaal leidt vervuiling door koolstofdioxide tot het

broeikaseneffect. Ten derde spelen in de atmosfeer nog andere milieu-problemen, met name de aantasting van de ozonlaag heeft de afgelopen paar jaar veel massamediale aandacht gehad.

Het is dan ook te verwachten dat veel leerlingen door de bomen het bos niet neer zien. Een verwachting die bevestigd werd in ons vooronderzoek naar voorkennis van leerlingen van de verschillende begrippen en relaties.

Luchtvervuiling bestaat voor veel leerlingen alleen uit zure regen. Verschijnselen als smog en het broeikaseneffect werden, bij een open vraagstelling, nauwelijks genoemd. Overigens zou dat nu wel eens anders kunnen liggen, aangezien met name het smoggevaar in de mooie zomer van 1989 nadrukkelijk in het nieuws is geweest. Ook het broeikaseneffect is via enkele t.v.-documentaires onder de aandacht van het grote publiek gebracht. Of daar echter veel van blijft hangen is de vraag, gezien de ervaringen met het thema op dit punt. Na behandeling in het thema van het broeikaseneffect zijn leerlingen niet in staat een correcte omschrijving hiervan te geven (citaat 1). En er blijkt verwarring op te treden met andere effecten, met name de aantasting van de ozonlaag (citaat 2).

Citaat 1: Bij het gebruik van brandstof komt zoveel warmte vrij in de atmosfeer, dat het klimaat beïnvloed wordt.

Citaat 2: Door verbranding van de fossiele brandstoffen wordt de ozonlaag aangetast. De zon gaat er makkelijker doorheen en de ijskappen smelten af.

Een laatste voorbeeld van verwarring die op kan treden, betreft het door elkaar halen van zure neerslag en radio-actieve neerslag (citaat 3).

Citaat 3: Zure regen? Daar heb ik wel van gehoord: in Tsjernobyl of zo is iets uitgebarsten, dat heet radio-actief of zo. En dat is nogal gevaarlijk en al het fruit in warme landen gaat kapot!

Het door elkaar halen van milieu-effecten werkt door in de koppeling van bronnen aan effecten (tabel 1). Zo wordt het ontstaan van zure regen door veel leerlingen aan bijna elke menselijke activiteit gekoppeld. Bijvoorbeeld, 30% van de leerlingen meent dat zure regen onder andere wordt veroorzaakt door kerncentrales en 26% ziet in het gebruik van spuitbussen een oorzaak van dit verschijnsel. Omgekeerd zien leerlingen vooral verkeer en industrie als de grootste vervuilers en wordt door een aantal van hen elk milieu-effect aan deze bronnen toege-

schreven. Eenendertig procent denkt bijvoorbeeld dat auto's ook een bijdrage leveren aan de aantasting van de ozonlaag. Overigens leggen bijna alle leerlingen (95%) een verband tussen het gebruik van spuitbussen en de aantasting van de ozonlaag.

Opvallend is dat een kwart van de leerlingen weet dat koelkasten ozonafbrekende gassen bevatten. Het broeikas effect is de grote onbekende. Vóór het thema weet bijna de helft van de leerlingen niet, waardoor dit milieu-effect wordt veroorzaakt. De andere helft schrijft het in meerderheid toe aan de notoire boosdoeners: auto's en fabrieken.

Tabel 1: Oorzaken van milieu-effecten in de atmosfeer volgens leerlingen

*Vraagstelling:* Kruis in onderstaande rijtjes aan waardoor elk milieu-probleem wordt veroorzaakt. Je mag meer dan één antwoord aankruisen. (gesloten vraag)

*Beantwoording:*

	zure regen	broeikas effect	smog	aantasting ozonlaag
- koelkasten	3%	5%	1%	24%
- auto's	96%	35%	74%	31%
- vulkaanuitbarstingen	4%	17%	12%	4%
- elektriciteitscentrales	43%	31%	32%	13%
- spuitbussen	26%	14%	9%	95%
- fabrieken	88%	41%	84%	29%
- varkensfokkerijen	64%	5%	5%	8%
- kerncentrales	30%	19%	17%	17%
- weet niet	1%	46%	15%	3%

Het energieverbruik in de woning wordt vooral geassocieerd met elektriciteitsgebruik. In het verlengde daarvan overschatten leerlingen het aandeel van elektrische apparaten in het totale huishoudelijk energieverbruik en onderschatten ze het relatieve energieverbruik van woningverwarming en warmwatervoorzieningen (tabel 2).

Tabel 2: Relatief energieverbruik in huis

*Vraagstelling:* Hieronder staan vier dingen waarvoor je in huis energie gebruikt. Geef met de cijfers 1 t/m 4 aan hoeveel energie daarvoor nodig is. Zet een 1 voor datgene waarvoor de meeste energie nodig is, een vier voor datgene waarvoor de minste energie nodig is. Je mag elk cijfer maar één keer gebruiken.

*Beantwoording* (vm = voormeting, nm = nameting):

	meeste energie		minste energie	
	vm	nm	vm	nm
- verwarming van kamers	39%	47%	15%	12%
- elektrische apparaten	31%	17%	18%	22%
- verwarming van water	26%	26%	7%	3%
- verlichting	5%	6%	60%	58%

Een belangrijke constatering in dit verband is voorts, dat een kwart van de leerlingen geen relatie legt tussen electriciteitsgebruik en de verbranding van fossiele brandstoffen. Weliswaar koppelen ze het energieprobleem aan tekorten aan gas en olievoorraden, maar de stap van fossiele brandstoffen naar de productie van electriciteit wordt door een groot aantal leerlingen niet gezet. Een gevolg daarvan is dat electriciteitsgebruik niet in verband wordt gebracht met milieuvervuiling. Het is dan ook niet verwonderlijk dat de meeste leerlingen 'uitputting' als voornaamste reden voor energiebesparing zien en 'tegenaan van vervuiling' veel lager scoort. Behandeling van het thema Brandstof leidt tot een leereffect op dit punt (tabel 3).

## 6. Kennis en beoordeling van maatregelen

In de inleiding is aangegeven dat de doelstelling 'weloverwogen besluitvorming' inhoudt, dat leerlingen in staat zijn milieuargumenten in hun besluitvorming te betrekken en handelingsalternatieven vanuit milieu-oogpunt kunnen beoordelen. Dit veronderstelt twee dingen. In de eerste plaats dienen leerlingen op de hoogte zijn van mogelijke maatregelen waarmee het milieu-

Tabel 3: Redenen voor energiebesparing

*Vraagstelling:* Noem drie redenen om energie te besparen. (open vraag)

*Beantwoording:*

	voormeting	nameting
Vervuiling	22%	35%
Uitputting	59%	60%
Financiële redenen	71%	47%

probleem in kwestie kan worden aangepakt. In de tweede plaats moeten ze op een juiste manier kunnen beoordelen in hoeverre voorgestelde maatregelen werkelijk bijdragen aan de oplossing van dit milieuprobleem. In voor- en nameting is een aantal vragen gesteld aan leerlingen, die hierop betrekking hebben.

#### *Maatregelen om op brandstofgebruik te besparen*

Aan leerlingen is gevraagd drie manieren te noemen om op brandstofgebruik te besparen. De door hen genoemde maatregelen zijn globaal in twee groepen te verdelen. De meeste maatregelen hebben betrekking op de vervanging van brandstof door andere (alternatieve) energiebronnen, zoals zon, wind, waterkracht en kernenergie (35% resp. 43% van het totaal aantal genoemde maatregelen, in voor- resp. nameting). De tweede groep maatregelen heeft betrekking op vermindering van brandstofgebruik door besparing aan de consumptiekant (voormeting: 17%, nameting: 20%). Deze groep maatregelen kan nog weer worden onderverdeeld in technische maatregelen, zoals woning-isolatie, rendementsverbetering van apparatuur, enz., en gedragsaanpassingen, bijvoorbeeld in de vorm van minder stoken en een lager elektriciteitsgebruik. Technische maatregelen en gedragsaanpassingen werden ongeveer even vaak genoemd.

Leerlingen noemen over het geheel genomen weinig maatregelen die consequenties hebben voor hun eigen gedrag, in totaal betreft het hier ca. 10% van het totaal aantal maatregelen.

#### *Maatregelen om luchtvervuiling tegen te gaan*

Leerlingen denken hierbij hier vooral aan technische maatregel-

en, het meest genoemd worden lucht- en rookfilters en technische aanpassingen aan de auto. In voor- en nameting zijn deze percentages exact gelijk (zie tabel 4). Een opmerkelijk verschil is wel te vinden in de categorie 'brandstofgebruik'. Het betreft hier maatregelen die aangrijpen op de relatie brandstofgebruik-luchtvervuiling. Voorbeelden zijn: minder energie gebruiken; overstappen van fossiele brandstoffen op zonne- en windenergie, schonere brandstoffen gebruiken; enz. Het aantal maatregelen in deze categorie stijgt van 31% naar 76%. Ongetwijfeld is dit een gevolg van de themabehandeling. Leerlingen hebben daarbij beter

Tabel 4: Maatregelen tegen luchtvervuiling

*Vraagstelling:* Noem drie manieren om luchtvervuiling tegen te gaan. (open vraag)

*Beantwoording:*

	voormeting	nameting
- lucht-/rookfilters	58%	58%
- technische maatregelen aan de auto	54%	54%
- maatregelen m.b.t. energieverbruik	31%	76%

inzicht in de oorzaken van het probleem gekregen, wat leidt tot het noemen van fundamentele en brongerichte maatregelen. Tegelijk is dit soort maatregelen nog weinig specifiek en daardoor is moeilijk aan te geven wat in concrete situaties de voor- en nadelen zijn, als voor maatregelen van dit type wordt gekozen.

Anderzijds noemen leerlingen na het thema minder maatregelen die een gedragsaanpassing vergen, zoals afzien van bepaalde producten en vervoermiddelen. Klaarblijkelijk is een aantal leerlingen tot de slotsom gekomen dat luchtvervuiling ook op andere, minder ingrijpende, manieren is tegen te gaan.

#### *Alternatieve energiebronnen*

Leerlingen blijken een redelijk genuanceerd beeld te hebben van de inzetbaarheid van schonere energiebronnen, als zon en wind.



Eenzijds noemt vrijwel iedereen dit als mogelijkheid tot brandstofbesparing. Anderzijds onderkent meer dan de helft van de leerlingen dat de huidige electriciteitsbehoefte niet gedekt kan worden door de inzet van deze energiebronnen. Specifiek gevraagd naar voor- en nadelen van windenergie kunnen leerlingen deze eveneens redelijk volledig aangeven (tabel 5). Opvallend is dat ze zowel positieve (minder vervuiling, minder uitputting) als negatieve milieu-effecten (horizonvervuiling, geluidshinder, ruimtebeslag) onderkennen. Een complicerende factor bij de beoordeling van maatregelen is het economische aspect; de prijs van windenergie wordt zowel als voor- en nadeel opgevoerd, uiteraard door verschillende leerlingen.

Tabel 5: Voor- en nadelen van windenergie

*Vraagstelling:*

- a. Noem twee voordelen van het gebruik van windenergie voor het opwekken van electriciteit in een woning.
- b. Noem ook twee nadelen van het gebruik van windenergie voor het opwekken van electriciteit in een woning. (open vraag)

*Beantwoording:*

voordelen	%	nadelen	%
- goedkoop	24%	- afhankelijk	34%
- schoon	20%	- duur/kost werkgelegenheid	15%
- brandstofbesparing	12%	- horizonvervuiling	11%
- duurzame energie	8%	- ruimtebeslag	4%
- overige antwoorden	16%	- geluidshinder	4%
- blanco	20%	- overige antwoorden	7%
		- blanco	25%

*Koken op gas of electra*

Bij de vergelijking tussen gas en electra zijn vanuit milieuoogpunt twee dingen belangrijk:

- electriciteit wordt hoofdzakelijk opgewekt door verbranding van fossiele brandstoffen, waaronder gas; en
- het rendement van de electriciteitsproductie is laag.

In paragraaf 5 is al vermeld dat een kwart van de leerlingen zich er niet van bewust is dat de opwekking van electriciteit

ook brandstof kost. Als gevolg daarvan nemen ze het rendementsverlies in de centrales niet mee in hun vergelijking. Met andere woorden: deze leerlingen wegen gas en electriciteit af binnen te nauwe systeemgrenzen. Een goed inzicht in het hele systeem van de energievoorziening is vereist voor een juiste afweging.

Na behandeling van het lespakket ziet de helft van de leerlingen in dat koken op een elektrisch fornuis meer brandstof kost dan koken op een gasfornuis (tabel 6). Een kwart stelt toch dat een gasfornuis meer brandstof gebruikt.

Tabel 6: Vergelijking van elektrisch koken met op gas koken

*Vraagstelling:* Stel je hebt twee dezelfde pannen, beide gevuld met 1 liter water. De eerste pan met water breng je aan de kook op een elektrisch fornuis, de tweede pan op een gasfornuis. In welk geval is er meer brandstof verbruikt? Verklaar je antwoord.

*Beantwoording:*

- bij het koken op het elektrisch fornuis	49%
- bij het koken op het gasfornuis	25%
- in beide gevallen evenveel	14%
- blanco	12%

Uit de argumenten die bij de beantwoording van deze vraag gegeven zijn blijkt echter nog iets anders (tabel 7). Allerlei overwegingen van technische aard spelen een rol bij de beoordeling. Het gebruik van een elektrische kookplaat blijkt bijvoorbeeld een bron van verwarring. De overweging dat de plaat eerst opgewarmd moet worden en na afloop nog heet is, leidt tot een andere beoordeling dan de overweging dat een kookplaat na afloop heet blijft en dus eerder uit kan.

Te concluderen valt dat een afweging op één criterium (het brandstofverbruik) van simpele maatregelen als koken op gas of elektra al een complexe opdracht is, waarin veel (technische) aspecten meespelen.

Tabel 7: Meest genoemde argumenten van leerlingen

---

'elektrisch koken kost meer brandstof', want:

- elektriciteitsproductie kost (extra) brandstof
- opwarmen/afkoelen elektrische plaat kost (extra) brandstof
- gas(fornuis) heeft een hoger rendement
- koken op elektriciteit duurt langer, dus kost meer brandstof

'koken op gas kost meer brandstof', want:

- elektrische plaat blijft langer warm en kan daarom eerder uit

'koken op gas en elektra kost evenveel brandstof', want:

- elektriciteitsproductie kost brandstof
  - er is evenveel energie nodig
- 

#### *Kleine of grote ramen in een huis?*

Een ander voorbeeld van het beoordelen van maatregelen vanuit milieu-oogpunt, is de vraag of wat meer brandstof bespaart: kleine danwel juist grote ramen in een huis (tabel 8).

Opvallend is dat in de nameting zowel Paula als Mirjam (elk apart) van minder leerlingen gelijk krijgen dan in de voormeting, terwijl 'allebei gelijk' sterk toeneemt. Uit de toelichtingen bij de antwoorden blijkt dat leerlingen beter inzien dat beide uitspraken onder voorwaarden juist kunnen zijn. Met andere woorden, ze beoordelen de beide maatregelen als oplossing op een (meer) weloverwogen manier. Het verschil met de vorige afweging (gas of electra) is, dat in dit geval beide situaties gemakkelijker vergelijkbaar zijn. De grootte van de ramen is het enige verschil. Bij de vergelijking tussen gas en electra wordt de leerling 'afgeleid' door allerlei andere verschillen, met name wat betreft de technische kenmerken van de verwarmingsapparatuur.

#### *Lager zetten van de verwarming*

Dit voorbeeld ligt gecompliceerder. Slechts weinig leerlingen (2% resp. 1%) noemen het lager zetten van de verwarming als mogelijkheid om brandstof te besparen. In eerste instantie lijkt de oorzaak hiervan tweeledig te zijn. Ten eerste een onjuiste probleemanalyse; leerlingen weten niet dat woningverwarming de grootste huishoudelijke energieverbruiker is (in het thema wordt

Tabel 8: Vergelijking van grote ramen en kleine ramen.

*Vraagstelling:* Paula zegt: "Voor brandstofbesparing kan je de ramen van een huis het beste zo klein mogelijk maken".

Mirjam zegt: "Nee hoor, je moet de ramen juist groot maken. Dat scheelt brandstof!".

Wie heeft gelijk?

voormeting		nameting	
- allebei	31%	- allebei	45%
- Paula	30%	- geen van beide	17%
- Mirjam	22%	- Paula	14%
- geen van beide	14%	- Mirjam	10%
- blanco	3%	- blanco	14%

Meest genoemde overwegingen bij:

- 'allebei gelijk'/'geen van beide gelijk':
- afweging afkoeling door raam tegenover invallende zonne-energie;
- afhankelijk van seizoen/hoeveelheid zon/uur van de dag.

'Paula heeft gelijk':

- door klein raam verdwijnt weinig warmte; bij grote ramen meer warmteverlies/afkoeling;
- bij kleine ramen minder tocht/minder kieren
- ramen isoleren slecht/ slechter dan muren

'Mirjam heeft gelijk':

- bij grote ramen meer passief gebruik van zonnewarmte
- bij grote ramen minder lampen aan

dit expliciet vermeld). En ten tweede schatten ze de effectiviteit van deze besparingsmaatregel (te) laag in (44% van de leerlingen denkt dat je hiermee weinig energie bespaart). Het laatste kan samenhangen met het eerste volgens de redenering dat op een laag gebruik ook weinig te besparen valt. Er zijn echter aanwijzingen dat ook andere overwegingen meespelen. Hierop komen we in de volgende paragraaf terug.

## 7. Afweging van maatregelen

We maken in dit artikel onderscheid tussen het beoordelen van maatregelen en het onderling afwegen van maatregelen. Het

eerste beoogt na te gaan of een maatregel de oplossing van het gesignaleerde probleem inderdaad bevordert en werd in paragraaf 6 besproken. Het tweede behelst het tegen elkaar afwegen van voor- en nadelen van de verschillende mogelijkheden. Welke argumenten spelen daarbij een rol en welke daarvan geven de doorslag? Waar we bij het beoordelen van maatregelen in principe de maatregel alleen vanuit het milieuprobleem bekijken, kunnen bij de afweging van verschillende maatregelen ook niet-milieu-argumenten en belangen een rol spelen.

In het onderzoek rond Brandstof zijn enkele vragen gesteld waarin leerlingen een keuze tussen verschillende maatregelen werd voorgelegd.

#### *Een gasfornuis of een elektrisch fornuis?*

In de vorige paragraaf is beschreven hoe leerlingen het gebruik van gas en electriciteit vanuit milieu-oogpunt beoordelen. Bij de groepsinterviews bleek dat de meeste leerlingen een voorkeur hadden voor een elektrisch fornuis. Uit de gebruikte argumenten wordt duidelijk dat niet milieu-overwegingen de doorslag geven (tabel 9). Sterker nog: milieu-argumenten worden nauwelijks gebruikt.

Tijdens de interviews werd als tussentijdse informatie opgemerkt dat elektriciteit uit gas opgewekt wordt. Interessant is dat dit de keus van enkele leerlingen beïnvloedde ten gunste van het gasfornuis. Ook hier lijkt het denkbeeld dat elektriciteit geen brandstof kost weer een rol te spelen.

Tabel 9: Argumenten voor de aanschaf van een elektrisch fornuis

- 
- een elektrisch fornuis kookt fijner (stinkt niet, verwarmt sneller)
  - een elektrisch fornuis is veiliger (aansteken gaat gemakkelijker)
  - een elektrisch fornuis is goedkoper
- 

#### *Welke brandstof?*

In het lespakket wordt leerlingen informatie aangereikt waarop ze een keus voor bepaalde energievoorzieningen kunnen baseren. Bij de bespreking van de milieu-effecten van fossiele brand-

stoffen wordt onderscheid gemaakt tussen kolen, olie en gas. Kolen zijn het meest milieuvervuilend, gas het minst. Kernenergie krijgt in het lespakket geen aandacht.

Leerlingen werd (voor en na behandeling van het lespakket) gevraagd welke brandstof voor electriciteitsopwekking hun voorkeur had. Aardgas scoorde hierbij na het thema opvallend hoog.

Uit de argumentatie blijkt dat leerlingen de volgende afweging maken. Kernenergie is onveilig, kolen en olie vervuilen en alternatieve energiebronnen zijn slechts beperkt inzetbaar. Wat over blijft is aardgas. In deze keus is de invloed van het thema duidelijk merkbaar. De leerlingen destilleren uit de aangeboden informatie twee dingen:

1. aardgas is een relatief schone brandstof
2. uitputting is geen direct probleem, gezien de vele besparingsmogelijkheden.

Hetzelfde effect was merkbaar bij een discussie tijdens de behandeling van het thema, waar leerling voor huisverwarming konden kiezen uit een gas-c.v., zonnecollector of total-energy-unit. Ook hier had de meerderheid van de leerlingen een voorkeur voor de gas-c.v.

#### *De autokatalysator*

In twee klassen (totaal 46 leerlingen) is gediscussieerd over de maximumsnelheid en een viertal mogelijke maatregelen om stikstofoxide-vervuiling door het verkeer tegen te gaan (zie fig. 5).

Driekwart van de leerlingen koos wat maximumsnelheid betreft voor de middenweg van 100 km/h. Belangrijkste argument om niet voor 120km/h te kiezen was de verkeersveiligheid. Op papier (de werkbladen werden thuis ingevuld) scoorde daarna de milieuproblematiek als argument voor een lagere maximumsnelheid. Tijdens de discussie in de klas werden milieu-argumenten echter nauwelijks aangevoerd.

Bij de keuze uit mogelijke maatregelen om vervuiling door auto's tegen te gaan, bleek een grote weerzin van leerlingen tegen maatregelen die de persoonlijke vrijheid beperken. De autokatalysator is dan ook veruit het populairst. Opvallend is het vertrouwen in deze techniek, die leidt tot een overschatting van de werking hiervan (citaat 4).

Citaat 4: Met een katalysator kan je makkelijk 140 rijden, zonder dat je het milieu vervuult.

*Bereidheid tot energiebesparing*

Aan leerlingen is gevraagd wat zij zelf zouden willen doen om energie te besparen (tabel 10). Tot maatregelen die weinig moeite kosten (licht uit doen) en ook nog geld opleveren zijn de meeste leerlingen wel bereid. Maatregelen die hun comfort aantasten (kachel lager, geen walkman, geen TV) ontmoeten minder bijval en wanneer het om zakgeld gaat is de bereidheid grotendeels afwezig. Na behandeling van het lespakket is dit laatste niet veranderd en het enthousiasme voor maatregelen die weinig moeite kosten toegenomen.

Tabel 10: Bereidheid van leerlingen om zelf energie te besparen

*Vraagstelling:* Wat zou jij zelf willen doen om energie te besparen? (gesloten vraag)

	voormeting	nameting
- het licht uitdoen als ik wegga	94%	94%
- bij de aanschaf van apparaten letten op het energieverbruik	56%	75%
- zuinige lampen kopen, hoewel ze duurder zijn	53%	68%
- een trui aan doen en de kachel lager zetten	21%	36%
- minder TV kijken	16%	10%
- walkman niet meer gebruiken	8%	12%
- deel zakgeld er aan besteden	5%	3%

### 8. Discussie: besluitvorming als onderwijsdoelstelling

Tenslotte bespreken we de in dit artikel beschreven onderzoeksresultaten vanuit het perspectief van besluitvorming als onderwijsdoelstelling. In paragraaf 2 werd gesignaleerd dat onduidelijk is wat met deze doelstelling beoogd wordt en in hoeverre deze in het onderwijs realiseerbaar is. Op beide punten gaan we nader in.

#### *Probleemanalyse*

Op grond van het voorgaande kan worden geconcludeerd dat veel leerlingen een onvolledig en/of onjuist beeld hebben van de milieuproblematiek die voortvloeit uit ons brandstofgebruik. De grote hoeveelheid informatie die de leerlingen via de met name

de massamedia bereikt, is geen waarborg voor een juist inzicht in milieuproblemen.

Vóór het thema koppelen leerlingen energieverbruik wel aan uitputting van brandstofvoorraden, maar veel minder aan milieueffecten in de atmosfeer. Na het thema wordt deze koppeling wel gemaakt. Echter, ook dan is nog sprake van een onvoldoende gedifferentieerd beeld van zowel effecten als oorzaken. Met name het broeikas effect en de aantasting van de ozonlaag lopen door elkaar.

De vraag is of dit erg is. Twee overwegingen gelden hierbij. Bij besluitvorming gaat het om weloverwogen afwegingen te maken. Een juiste beoordeling van maatregelen kan alleen maar plaatsvinden op basis van een juiste probleemanalyse. Om te kunnen beoordelen of het afschaffen van spuitbussen een oplossing voor het broeikas effect is, moet een goed inzicht in het broeikasprobleem bestaan.

Ook kan een onvolledig inzicht in de *omvang* van het probleem gevolgen hebben voor het inzicht in de *ernst* van het probleem. De reactie van veel leerlingen op het uitputtingsaspect is vrij laconiek: 'ze vinden er wel wat op'. Daarentegen is hun betrokkenheid bij luchtvervuiling groot. Als ze het energieprobleem minder in verband brengen met vervuiling werkt dit mogelijk negatief door in hun betrokkenheid bij het energieprobleem. Anderzijds moeten niet alle milieueffecten in de atmosfeer toegeschreven worden aan ons energieverbruik. Daarmee zou de ernst van het probleem overschat worden en dat leidt ook niet tot doordachte besluitvorming.

#### *Kennis en beoordeling van maatregelen*

Leerlingen noemen opvallend veel technische maatregelen om uitputting en vervuiling tegen te gaan. Het zou kunnen dat leerlingen bij het noemen van maatregelen al sorteren op hun eigen voorkeur. We bedoelen daarmee dat een leerling met het noemen van een maatregel al een afweging heeft gemaakt op twee punten:

1. hij/zij vindt dat de maatregel bijdraagt aan een oplossing van het probleem
2. de maatregel is voor hem/haar persoonlijk acceptabel

Doorredenerend zou dit dan ook betekenen dat leerlingen menen dat gedragsaanpassingen weinig bijdragen aan de oplossing van de problemen, en daartoe ook niet erg bereid zijn.



Het laatste wordt gestaafd door de geringe animo om persoonlijke bijdragen aan energiebesparing te leveren, als dat ten koste gaat van de levensstijl.

Een dergelijke bevoordeling belemmert een goede besluitvorming want ze leidt tot een onvolledige inventarisatie van maatregelen.

Het onderzoek aan Brandstof brengt verder een aantal beoordelingsproblemen voor leerlingen aan het licht. In de eerste plaats zijn leerlingen geneigd vergelijkingen binnen te beperkte systeemgrenzen te maken. Vooral bij de beoordeling van de milieugevolgen van electriciteit blijkt dit.

Ten tweede blijkt de beoordeling wat de beste maatregel is (vanuit milieu-oogpunt) al een complexe opdracht te zijn, ook bij een schijnbaar simpel voorbeeld als de vergelijking op brandstofgebruik van een gasfornuis met een elektrisch fornuis. Leerlingen betrekken in hun vergelijking een breed scala aan praktische en technische overwegingen.

Tenslotte blijkt de effectiviteit van maatregelen niet altijd juist ingeschat te worden.

#### *Afweging van maatregelen*

In de keuzes die aan leerlingen tijdens dit onderzoek zijn voorgesteld en waarvan een aantal in de voorgaande paragraaf is beschreven, was 'milieu' door de aard van de keuze in feite een expliciet aandachtspunt. Niettegenstaande deze gerichtheid op milieu-aspecten, geven andere factoren voor leerlingen vaak de doorslag. Milieu-argumenten worden daarbij afgewogen tegen financiële baten en lasten, comfortvermindering, veiligheid (kernenergie), zekerheid (er is niet altijd zon of wind, maar er is wel 'altijd' gas) en de individuele vrijheid ('mensen verplichten om met tenminste 2 personen in een auto te rijden is vrijheidsberoving').

Als de vraagstelling niet expliciet verwijst naar milieu-aspecten worden deze door leerlingen niet zonder meer meegewogen. Dat bleek b.v. bij de groepsinterviews waar leerlingen werd gevraagd te kiezen uit bepaalde huistypen. Daarop geattendeerd reageerden leerlingen zelfs enigzins verontwaardigd: als je een huis kiest let je toch niet op het milieu. Factoren als ruimte, ligging en architectuur beslissen dan de keuze. Onderwijs over natuur en milieu leidt dus niet zonder meer tot het meewegen van milieu-aspecten in relevante (tenminste van milieu-oogpunt

beoordeelde) situaties. Ook door andere onderzoekers is aangetoond dat leerlingen vaak nauwelijks gebruik maken van natuurwetenschappelijke informatie/argumenten bij de afweging van handelingsalternatieven. Fleming (1984) constateerde dit bij leerlingen die keuzes met betrekking tot kernenergie en DNA-onderzoek voorgelegd kregen. Deze leerlingen beschikten over de nodige natuurkundige en biologische informatie, die echter niet in een brede context behandeld was. Brandstof biedt de nodige informatie juist wel aan in een brede milieu-context. Maar ook dan wordt deze informatie niet 'automatisch' bij afwegingen gebruikt.

*Besluitvorming en NME: welk eindniveau is haalbaar?*

Besluitvorming hebben we omschreven als: het maken van een gefundeerde keuze uit verschillende handelingsalternatieven op basis van argumenten en bewuste waarde-oordelen.

Deze omschrijving van besluitvorming sluit sterk aan op de doelstelling van NME: *'Leerlingen worden in staat gesteld, in hun denken en doen weloverwogen rekening te houden met een duurzame ontwikkeling van de relatie mens-milieu'*. Het inpassen van natuur- en milieu-educatie in de natuurwetenschappelijke vakken is immers gebaseerd op de veronderstelling dat natuurwetenschappelijke kennis, inzichten en vaardigheden een bijdrage kunnen leveren aan een (beter) doordachte afweging van handelingsalternatieven. Daarbij zijn nog drie mogelijke eindniveaus voor besluitvorming in het onderwijs te onderscheiden:

1. leerlingen noemen bij hun afweging bewust milieu-aspecten, maar hoeven deze nog niet altijd op een juiste manier te hanteren;
2. leerlingen kunnen een correcte beoordeling geven van milieu-maatregelen en hanteren milieu-argumenten op een juiste manier;
3. leerlingen nemen na afweging een milieu-vriendelijke beslissing.

Niveau 1 veronderstelt probleembewustheid bij leerlingen, d.w.z. globale kennis van milieuproblemen en oorzaken daarvan. (b.v. energieverbruik veroorzaakt luchtvervuiling en uitputting van fossiele brandstoffen; autorijden draagt bij aan verzuring en smog).

Niveau 2 veronderstelt een meer gedetailleerd inzicht in milieuproblemen en onderliggende oorzaken en overzicht over oplos-

singsgerichte maatregelen met de voor- en nadelen daarvan. (b.v. autokatalysator reduceert de stikstofdioxide-uitstoot, maar vermindert niet de koolstofdioxide-uitstoot).

Niveau 3 veronderstelt dat het onderwijs naast kennis, inzicht en vaardigheden aan leerlingen ook een bepaald waarden- en handelingspatroon t.a.v. het milieu overdraagt (b.v. de enig goede oplossing voor de milieugevolgen van de bio-industrie is vermindering van de veestapel).

Bij een rationeel-analytische benadering van besluitvorming is het uitgangspunt dat beslissingen weloverwogen worden genomen. Weloverwogen betekent dat het nadenken over de keuze voor een bepaald gedrag aan bepaalde criteria moet voldoen. Natuur- en milieu-educatie wil leerlingen besef bijbrengen van de milieukosten van veel gedrag, of dat nu in de consumptie- de productie- of de recreatie-sfeer ligt. Dat besef moet een vertaling krijgen in het meenemen van milieu-gevolgen (op een correcte manier) bij de besluitvorming. Leerlingen zullen echter zelf moeten bepalen hoe zwaar zij die milieukosten willen laten meetellen bij hun gedragskeuze.

Dit betekent dat NME zich richt op de niveaus 1 en 2: het doel is dat leerlingen milieu-gevolgen van gedrag op een (natuurwetenschappelijke) correcte manier betrekken bij hun besluitvorming.

De onderzoeksresultaten duiden erop, dat leerlingen de milieukennis die ze bezitten niet automatisch betrekken bij argumentaties en afwegingen. Dit betekent dat niveau 1 niet vanzelfsprekend wordt gerealiseerd. Realisering van dit niveau vereist expliciete aandacht in het onderwijs voor het besluitvormingsproces en de eisen die aan goede besluitvorming worden gesteld. Besluitvorming op niveau 2 (het vanuit milieu-oogpunt op juiste wijze kunnen beoordelen van maatregelen) kan op verschillende manieren worden geïnterpreteerd:

- a. Leerlingen moeten *weten* dat een bepaalde keuze/maatregel uit milieu-oogpunt wenselijker is. Bijvoorbeeld dat een gasfornuis vanuit milieu-oogpunt de voorkeur heeft boven een elektrisch fornuis.
- b. Leerlingen kunnen de goede *vragen* stellen om tot een juiste beoordeling te komen van de verschillende keuzemogelijkheden resp. maatregelen.

Bij a. komt de doelstelling besluitvorming neer op de (goede) feitjes kennen. Het is uiteraard vanuit NME gewenst dat leerlingen weten wat milieuvriendelijke maatregelen zijn. Anderzijds is dit een vrij triviale invulling van besluitvorming; er is geen sprake van een te ontwikkelen vaardigheid. Dat is wel het geval bij een invulling van niveau 2 volgens punt b. Deze invulling verdient dan ook de voorkeur. De ervaringen met een schijnbaar simpel voorbeeld als de vergelijking tussen koken op gas of elektra geven dat aan de ontwikkeling van hierop gericht onderwijs nog de nodige haken en ogen zitten. Anderzijds laat het voorbeeld van de keuze tussen grote of kleine ramen zien dat leerlingen op dit punt vorderingen kunnen maken.

## 9. Aanbevelingen

### *Lesmateriaal*

Voor lesmateriaal dat is gericht op besluitvorming kunnen een aantal aanbevelingen geformuleerd worden.

Het lesmateriaal moet aan iedere stap uit het besluitvormingsproces expliciet aandacht besteden: probleemanalyse, herkennen en beoordelen van maatregelen, afwegen van voor- en nadelen (zie fig. 7).

Ten eerste moet duidelijk gemaakt worden wat het probleem is en hoe het ontstaat. Belangrijk is een juiste afgrenzing van het probleem; enerzijds moet het in zijn volle omvang geschetst worden, anderzijds moet verwarring met andere effecten voorkomen worden.

Daarnaast moet ingegaan worden op mogelijke maatregelen en de beoordeling in hoeverre deze het gesignaleerde probleem kunnen oplossen. Met name de effectiviteit van verschillende maatregelen moet hierbij aandacht krijgen. Om dit goed te kunnen doen, moet vaak in systemen gedacht worden: maatregelen moeten binnen juiste systeemgrenzen met elkaar vergeleken worden. Dit systeemdenken moet bij leerlingen ontwikkeld worden.

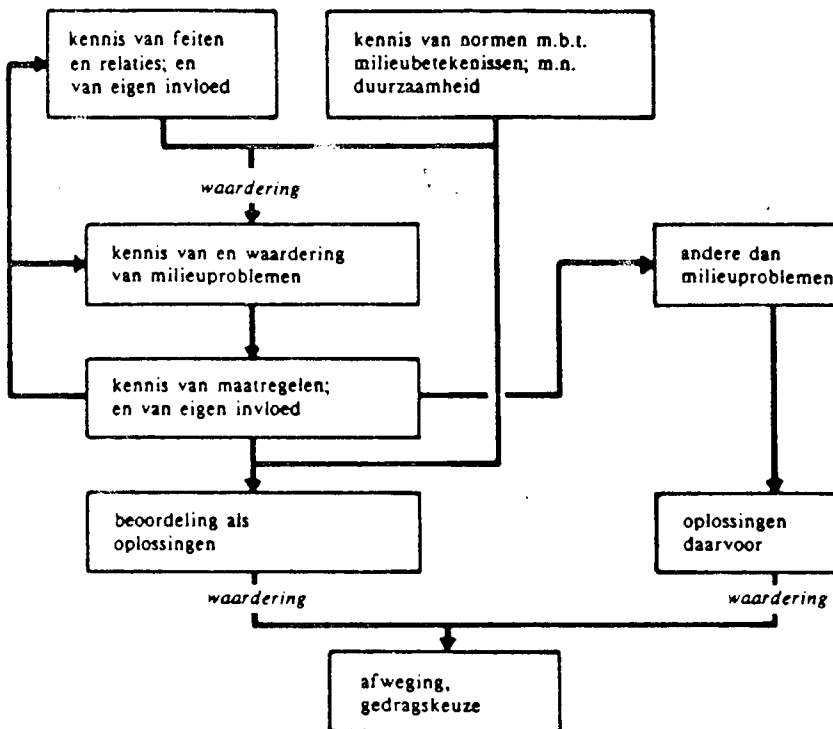
Tenslotte moet het lesmateriaal ingaan op de afweging(en) die te maken is. Om 'besluitvorming' te bevorderen moet dit expliciet gebeuren en aan de hand van concrete en specifieke situaties. Zonder expliciet op concrete afwegingen in te gaan blijft informatie over probleem en oplossingen in de lucht hangen.

Hierbij moet zo concreet mogelijk aandacht besteed worden

aan voor- en nadelen en argumenten die bij de afweging een rol kunnen spelen.

Hier speelt echter een dilemma. Milieuvraagstukken zijn complex en evenwichtige informatie over alle voor- en nadelen (inclusief economische, politieke en sociale) zal omvangrijk zijn. Maar te omvangrijke informatie werkt niet in het onderwijs en er is bovendien geen tijd voor. Het is dan ook zaak bij de selectie van onderwerpen en vraagstellingen hiermee rekening te houden: een te brede vraagstelling leidt slechts tot een oppervlakkige afweging, een te smalle vraagstelling zal niet uitdagend genoeg zijn. Het zoeken is naar een gulden middenweg.

Figuur 7: In de bijgestelde versies van het NME-VO lesmateriaal is de besluitvormingsprocedure gestructureerd volgens onderstaand schema.



### Onderzoek

In dit onderzoek is slechts een beperkt aantal keuze-situaties aan een eveneens beperkt aantal leerlingen voorgelegd. De achtergrond van leerling-afwegingen is ook niet diepgaand onderzocht. Bevestiging van deze conclusies zijn vergt dus verder onderzoek, met name op de volgende punten:

- de probleemanalyse: welke probleemperceptie hebben leerlingen? Het gaat daarbij dan niet zozeer om wat leerlingen al weten (uiteraard blijft dat belangrijke informatie voor onderwijsontwikkelaars) alswel om de vragen die leerlingen stellen. Juist die probleemanalyse is zo belangrijk omdat die de (cognitieve) basis vormt van de bereidheid om ergens dieper over na te denken. En dat is weer een voorwaarde voor een goede besluitvorming.
- hoe redeneren leerlingen bij het beoordelen van maatregelen?
- hoe redeneren leerlingen bij het maken van afwegingen tussen maatregelen?
- aan welke criteria moet het onderwijs voldoen om bij te dragen aan de ontwikkeling van besluitvormingsvaardigheden? Eén van de belangrijkste vragen hierbij is de invloed van daadwerkelijke uitvoering van genomen besluiten op de inrichting en het verloop van besluitvormingsprocessen.
- welke eisen stelt de doelstelling besluitvorming aan lesmateriaal?
- welke eisen stelt de doelstelling besluitvorming aan docenten?
- welke werkvormen zijn het meest geschikt om besluitvormingsvaardigheden bij leerlingen te ontwikkelen? Het gaat hier met name om vaardigheden als informatie verzamelen en evalueren, argumenteren en discussiëren en waardenontwikkeling.

Onderzoek op deze punten zal ertoe bijdragen dat onderwijs op een effectieve manier 'weloverwogen besluitvorming' bevordert.

### Literatuur

- Aikenhead, G.S. (1983) *Collective Decision Making on Social Issues: Implications for Teaching Science*, Paper presented at the WCC Seminar on Science Education and Ethics, Amsterdam.
- Aikenhead, G.S. (1987) A module for teaching scientific decision making, *Bull. Sci. Tech. Soc.*, 7, 1/2, 137-145.

- Brim Jr., O.G., D.C. Glass, D.E. Lavin & N.E. Goodman (1962) *Personality and Decision Processes*. Studies in the Social Psychology of Thinking. Stanford, Californië.
- Eijkelhof, H.M.C. & K. Kortland (1987) Physics in its personal, social and scientific context, *Bull. Sci. Tech. Soc.*, 7, 1/2, 125-136.
- Eijkelhof, H.M.C. & K. Kortland (1987) Broadening the aims of physics education, In: P.J. Fensham (Ed.), *Development and dilemmas in science education*, 282-305.
- Fleming, R.W. (1984) *Social and non-social cognitive structures in decision making in socio-scientific issues: implications for science-technology-society curricula*, unpublished doctoral dissertation, Berkeley: University of California.
- Janis, I.L. & L. Mann (1977) *Decision making. A psychological analysis of conflict, choice and committment*. The Free Press, New York.
- Kortland, K. & F.A. van der Loo (1986) Natuurkunde en besluitvorming: de leerling als consument en als verantwoordelijk burger, In: H.M.C. Eijkelhof e.a. (Ed.), *Op weg naar vernieuwing van het natuurkunde-onderwijs*, 78-103.
- Lebelle, P. & Sj. Muller (Red.)(1986) *Besluitvorming. Wat weten wij ervan?* Deventer: Kluwer.
- Lindblom, C.E. (1959) The Science of 'Muddling Through', *Public Administration Review*, 19, 79-88.
- Nationaal Milieubeleidsplan (1989) 's-Gravenhage: SDU.
- NME-VO (1987) *Brandstof*, Utrecht.
- NME-VO (1989) *Deelleerplan Natuur- en Milieu-Educatie in het Voortgezet Onderwijs*, Utrecht.
- Simon, H.A. (1976) From substantial to procedural rationality. In: S.J. Latsis (Red.), *Method and appraisal in economics*, Cambridge: University Press.
- Watson, F.G. (1980) Science education for survival, In: C.P. McFadden (Ed.), *World trends in science education*, Halifax: Atlanta Institute of Education, Halifax, 6-9.
- Weeden, K. (1977) Teaching decision-making in secondary social studies, In: D.G. Kurfman (Ed.), *Developing decision-making skills*, National Council for the Social Studies, 47th Yearbook, 201-234.
- Witte, E. (1972) Field research in complex decision-making processes - the phase theorem. *International Studies of Management and Organization*, 157-182.

- Woodley, C.P. & L.A. Driscoll (1977) A model and suggestions for evaluating decision-making skills. In: *D.G. Kurfman (Ed.), Developing decision-making skills*. Arlington: National Council for the Social Studies, 235-279.
- World commission on environment and development (1987) *Our common future*, The Brundtland Report on Environment and Development. Oxford: University Press 1987.
- Zoller, U. (1982) Decision-Making in Future Science and Technology Curricula. *Eur. J. Sci. Educ.*, 4, 1, 11-17.
- Zoller, U. (1987) Problem-Solving and Decision-Making in Science-Technology-Environmental-Society (STES) Education. In: *K. Riquarts (Ed.), Science and Technology Education and the Quality of Life* (vol. 2), 562-570.