

Ontwerpen van een didactische structuur voor het probleemstellend onderwijzen van besluitvorming over het afvalvraagstuk

Koos Kortland^{a,b}, Kees Klaassen^a en Piet Lijnse^a

^a)Centrum voor Didactiek van Wiskunde en Natuurkunde, Universiteit Utrecht

^b)IVLOS, Universiteit Utrecht

Samenvatting

In een wetenschap/technologie/samenleving-benadering van natuurwetenschappelijk onderwijs is besluitvorming een vaardigheid waarvan het belang voortdurend wordt benadrukt. Dit betekent dat natuurwetenschappelijke kennis de leerlingen moet helpen bij hun besluitvorming over wetenschap- en technologiegerelateerde maatschappelijke vraagstukken. Binnen het Cd β van de Universiteit Utrecht is onderzoek uitgevoerd naar de aanpak van dit onderwerp: wat zou deze 'besluitvorming' kunnen betekenen, hoe is dit te onderwijzen/leren, en wat is daarvan te verwachten bij een doelgroep van mavo-leerlingen in de basisvorming?

We besteden kort aandacht aan de motieven voor dit onderzoek, en gaan uitgebreider in op de gebruikte methode van ontwikkelingsonderzoek en het product daarvan in termen van een empirisch onderbouwde onderwerpspecifieke didactische structuur. Daarnaast besteden we vooral aandacht aan het ontwerp van de onderwijsactiviteiten en de test daarvan in de lespraktijk.

1. Inleiding

Het doel van het hier samengevatte onderzoek was het ontwerpen en valideren van een *didactische structuur* voor het onderwijzen van *besluitvorming* over het *afvalvraagstuk*.

Een motief voor dit onderzoek is te vinden in drie ontwikkelingen in het voortgezet onderwijs in de laatste decennia van de vorige eeuw: de opkomst van *wetenschap/technologie/samenleving-onderwijs* (Eijkelhof & Kortland, 1988) en *natuur- en milieu-educatie*, een toenemende nadruk op de *vaardigheidsontwikkeling* van leerlingen, en een poging om *constructivistische ideeën* over onderwijzen en leren toe te passen in de dagelijkse lespraktijk. Of, met andere woorden: een accentverschuiving wat betreft *inhouden*, *vaardigheden* en *onderwijsleerproces*¹.

De eerste twee ontwikkelingen hebben geleid tot het opnemen van een kern-doel over *besluitvorming* rond maatschappelijke vraagstukken met natuurwetenschappelijk/ technologische aspecten (waaronder *milieuvraagstukken*) in het programma van het vak natuur- en scheikunde in de basisvorming: de leerlingen kunnen 'in keuzesituaties een beargumenteerde mening weergeven' (CHE, 1990). Het schaarse vakdidactisch onderzoek naar besluitvorming van leerlingen in natuurwetenschappelijk onderwijs wijst echter op een nog problematische afstemming van vak kennis op alledaagse keuzesituaties waarin deze kennis productief moet worden ingezet (Fleming, 1987; Eijkelhof, 1990; Ratcliffe, 1997). Verder ontbreekt een heldere operationalisering van het betreffende kerndoel. Deze beide problemen vormden een eerste globaal motief voor het onderzoek.

De hierboven als derde genoemde ontwikkeling duidt op een keuze voor *edu-*

catief constructivisme (Ogborn, 1997) als uitgangspunt voor een didactiekontwikkeling. Daarin wordt leren gezien als een proces waarin de lerende actief betrokken is bij de integratie van nieuwe ervaringen en informatie in wat hij of zij al weet. De constructivistische onderwijsstrategieën uit de jaren 80 van de vorige eeuw die bewust gebruik maken van cognitieve conflicten (Duit & Treagust, 1998) zijn echter problematisch wat betreft de status en interpretatie van de bestaande kennis van leerlingen als vertrekpunt voor hun leerproces (Lijnse & Klaassen, 1995), zodat ook wat dit betreft nog sprake is van onvoldoende ontgonnen terrein. Dit heeft geleid tot het idee van een *probleemstellende benadering* voor het onderwijzen van een onderwerp, waarin – door middel van een zorgvuldig didactisch evenwicht tussen ‘sturing van bovenaf’ (door de docent en het lesmateriaal) en ‘vrijheid van onderaf’ (voor de leerlingen) – het ontwikkelen van inhoudsgerelateerde motieven van leerlingen voor het uitbreiden van hun kennis in de bedoelde richting een centrale plaats inneemt. De vraag naar een operationalisering van het in samenhang onderwijzen van kennis en vaardigheid vormde een tweede globaal motief voor dit onderzoek.

Dit artikel wil een samenvattend globaal overzicht geven van de uitvoering en uitkomst van dit onderzoek, zonder daarbij in te gaan op empirische details. Daar toe kan zonodig worden teruggegrepen op het proefschrift van Kortland (2001).²

2. Ontwikkelingsonderzoek

Het doel van het onderzoek was, zoals gezegd, het ontwerpen en valideren van een *didactische structuur* (Lijnse, 1995) voor het onderwijzen van het gekozen onderwerp: *besluitvorming* over het *afvalvraagstuk*, ingeperkt tot *verpakkingsafval*. Zo'n didactische structuur omvat de didactische uitgangspunten en een daaraan gerelateerde beschrijving op hoofdlijnen van een haalbaar onderwijsleerproces. Onze hierboven beschreven didactische uitgangspunten zijn samen te vatten als een benadering van onderwijzen/leren die vertrekt vanuit een *gepaste interpretatie* van de bestaande afvalkennis en besluitvormingsvaardigheid van de leerlingen als samenhangend en verstandig (Lijnse & Klaassen, 1995), zodat deze kennis en vaardigheid productief gebruikt kan worden om hen de gewenste ideeën te laten verwerven door middel van een probleemstellend onderwijsleerproces. Kenmerk van zo'n proces is dat het grotendeels wordt 'aangedreven' door het oproepen en verder ontwikkelen van de eigen, inhoudsgerelateerde motieven van leerlingen (Klaassen, 1995).

Het ontwerpen van zo'n didactische structuur is een onderwerpspecifieke activiteit, die vraagt om een empirisch proces van onderling nauw verbonden onderwijsontwikkeling en onderzoek: *ontwikkelingsonderzoek* (Gravemeijer, 1994; Lijnse, 1995) – een cyclisch proces van reflectie op inhoud en onderwijsleerproces, kleinschalige curriculumontwikkeling, voorbereiding van de docent op de praktijktest van het lesmateriaal, en onderzoek naar de wisselwerking tussen onderwijzen en leren in de lespraktijk. Dit moet uiteindelijk leiden tot een empirisch ondersteunde beschrijving en verantwoording van een aanbevelenswaardige didactiek voor het betreffende onderwerp: een *didactische structuur*. Een belangrijk element in ons ontwikkelingsonderzoek is het gebruik van een *scenario* voor het ontwerpen van een samenhangende reeks onderwijsactiviteiten, voor het voorbereiden van de docent op de praktijktest, voor het richten van de observaties van de lespraktijk tijdens die test, en voor het daarna sturen van de reflectie rond de vraag of de ontworpen didactische structuur al dan niet 'goed genoeg' is.³ Zo'n scenario is te zien als een uitgebreide, expliciete beschrijving en theoretische

sche verantwoording van het bedoelde en verwachte inhoudelijke onderwijsleerproces in de lespraktijk.

Scenario – Een eerste stap bij het schrijven van een scenario is het geven van een expliciet idee van de onderwijsdoelen en van de bestaande motieven, voorkennis en vaardigheden van leerlingen waarop productief kan worden voortgebouwd. En verder: het geven van een verantwoording voor en een globale opzet van het optimale onderwijsleerproces in termen van bestaande en zich ontwikkelende motieven, kennis en vaardigheden van leerlingen. Het resultaat van deze eerste stap is een *hypothetische* didactische structuur.

De tweede stap is het uitwerken van deze globale ideeën tot meer gedetailleerde onderwijsactiviteiten voor de verschillende fasen van het onderwijsleerproces. Dit kan alleen in wisselwerking met het daadwerkelijk schrijven van het lesmateriaal, regelmatig overschakelend van scenario naar lesmateriaal en omgekeerd. Uiteindelijk bevat het lesmateriaal de leerlingopdrachten, terwijl het scenario een verantwoording van deze opdrachten geeft door te beschrijven hoe een opdracht, naar verwachting, voortbouwt op het leerproces van de voorafgaande en voorbereidt op het leerproces van de volgende, wat de leerlingen en de docent daarbij worden geacht te doen, en wat daarvan inhoudelijk gezien het verwachte resultaat zal zijn. Deze aannames zijn enerzijds gebaseerd op wat redelijker- en logischerwijze verwacht mag worden – gegeven de structuur en de opeenvolging van de opdrachten – en anderzijds op eerdere onderzoeksresultaten (bijvoorbeeld uit leerlinginterviews en/of praktijktests van een voorgaande versie van het lesmateriaal). Het scenario en het lesmateriaal worden zo uiteindelijk een gedetailleerd *ontwerp* van het bedoelde en verwachte onderwijsleerproces in de lespraktijk. Dit betekent echter niet dat in die praktijk het onderwijsleerproces precies zo zal verlopen (of zal moeten verlopen) als geschetst in het scenario. Kleine afwijkingen van het scenario als gevolg van onvoorziene reacties van leerlingen zijn zonder meer mogelijk, en kunnen zelfs noodzakelijk zijn voor een goed verloop van het leerproces van de leerlingen. Het onderwijsleerproces in de lespraktijk kan dus oscilleren rond het bedoelde en verwachte proces zoals beschreven in het scenario.

Validering – Het vooraf ontwikkelen van een scenario maakt een vergelijking mogelijk tussen het bedoelde en verwachte onderwijsleerproces zoals beschreven in het scenario en het onderwijsleerproces zoals geobserveerd in de lespraktijk. Zolang die lespraktijk geen grote afwijkingen van het scenario te zien geeft, bijvoorbeeld blijkend uit onvoorziene begripsproblemen bij de leerlingen of docentproblemen bij de docent, kunnen het lesmateriaal en de onderliggende didactische structuur als 'goed genoeg' worden beoordeeld. Waargenomen grote afwijkingen van het scenario zijn echter belangrijke punten voor reflectie: waar precies ging het geobserveerde onderwijsleerproces de mist in, en waarom? Werd er niet voldaan aan bepaalde in het scenario beschreven voorwaarden; vroegen de aannames in het scenario over de opbrengst van bepaalde taken te veel of te weinig van de leerlingen; vergat de docent iets belangrijks of was het scenario onduidelijk over wat hij of zij verondersteld werd te doen, te zeggen enzovoort? Een dergelijke reflectie betreft de tekortkomingen in de *uitwerking* van de didactische structuur in termen van een noodzakelijke lichte bijstelling of grondige revisie van het scenario en lesmateriaal, zonder nog te twifelen aan de onderliggende didactische structuur. Alleen als het 'repareren' van de geobserveerde grote afwijkin-

gen van het scenario door lichte bijstelling of grondige revisie niet mogelijk lijkt, is het nodig om de didactische structuur zelf verder te doordenken.

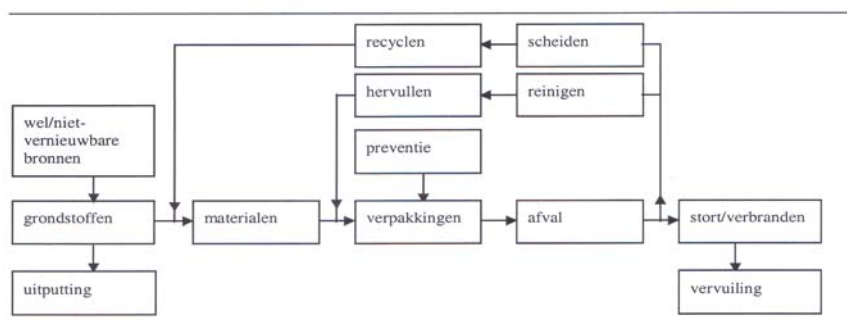
Het bovenstaande wijst op de noodzaak van een grondige, kleinschalige en kwalitatieve observatie en analyse van de lespraktijk. Dit is gedaan in twee complete rondes van ontwikkelingsonderzoek met twee opeenvolgende experimentele groepen mavo-leerlingen in het begin van het derde leerjaar op dezelfde school en bij dezelfde docent. Dit zou genoeg moeten zijn om voldoende empirische ondersteuning van de hypothetische didactische structuur te leveren. Alleen als de ontworpen didactische structuur uiteindelijk 'goed genoeg' blijkt te zijn onder deze beperkte en gecontroleerde omstandigheden, is het zinvol om het onderzoek uit te breiden in een grootschaliger, kwantitatieve en vergelijkende richting – maar dat is (nog) niet gedaan.

3. Het ontwerp: een hypothetische didactische structuur

Deze paragraaf geeft een beschrijving van de hypothetische didactische structuur en de uitwerking ervan tot een lespakket (een combinatie van scenario en lesmateriaal) uit de tweede ronde van het ontwikkelingsonderzoek, beperkt tot het volgende drietal hoofdkenmerken: de bestaande en zich ontwikkelende *kennis en vaardigheid* van de leerlingen, het probleemstellende karakter van het *onderwijsleerproces* en de vereiste *doceerstijl* van de docent⁴.

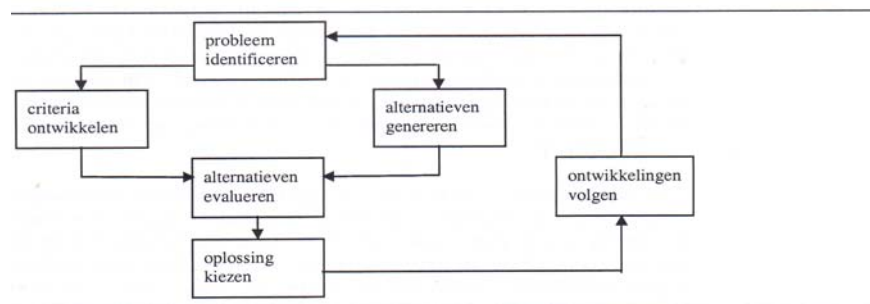
Kennis en vaardigheid – Bij het ontwerpen van de didactische structuur is gestart met het vaststellen van een, vanuit onze onderwijsdoelstelling, geschikt begripennetwerk van het afvalvraagstuk en een geschikte besluitvormingsprocedure, gevolgd door het interpreteren van de bestaande afvalkennis en besluitvormingsvaardigheid van leerlingen in dit opzicht.

Om redenen van beperkte onderwijstijd en de kenmerken van de doelgroep werd het afvalvraagstuk ingeperkt tot huishoudelijk verpakkingsafval, terwijl de energieaspecten van verpakken en afvalverwerking buiten beschouwing werden gelaten. De structuur van het op deze manier ingeperkte afvalvraagstuk, ontstaan uit een analyse van een aantal Nederlandse onderzoeks- en beleidsrapporten over afvalmanagement, is weergegeven in figuur 1 (zie Kortland, 2001). Dit model laat de verscheidenheid in de levensloop van verpakkingen zien, gekoppeld aan uitputting van grondstoffen en vervuiling door storten en verbranden van afval als milieuproblemen.



Figuur 1 – Een model van het afvalvraagstuk, beperkt tot huishoudelijk verpakkingsafval.

Een geschikte besluitvormingsprocedure leek die zoals weergegeven in figuur 2: een stapsgewijze opeenvolging van probleem identificeren, criteria ontwikkelen, alternatieven genereren, gegenereerde alternatieven op de ontwikkelde criteria evalueren, de beste oplossing kiezen en ten slotte de ontwikkelingen volgen – zoals bijvoorbeeld het beschikbaar komen van nieuwe alternatieven en/of het opduiken van nieuwe criteria die aanleiding geven tot een gewijzigde probleemsituatie (o.a. Carroll & Johnson, 1990; Gouran & Hirokawa, 1996).



Figuur 2 – Een model van een besluitvormingsprocedure.

Een dergelijke procedure wordt ook 'vaak' gebruikt in het onderwijs – dat wil zeggen: in het beperkte aantal gevallen waarin besluitvorming een expliciete rol speelt in onderwijssituaties (Baron & Brown, 1991). Gekoppeld aan het afvalvraagstuk kunnen de relevante criteria worden ontleend aan de structuur van het afvalvraagstuk: de mate waarin verpakkingsalternatieven bijdragen aan *uitputting* van grondstoffen en aan *vervuiling* van bodem, water en lucht – omdat dit de problemen zijn die vanuit milieuoogpunt tot de noodzaak van besluitvorming leiden. Dit maakt het vaststellen van een uit doelstellingsoptiek *geschikte verzameling afvalkennis* mogelijk: kennis van de algemene structuur van het afvalvraagstuk is nodig voor het identificeren van de relevante milieucriteria voor het evalueren van verpakkingsalternatieven, en kennis van de criteriagerelateerde eigenschappen van verpakkingen en verpakkingsmaterialen is nodig voor het daadwerkelijk evalueren van verpakkingsalternatieven op de geïdentificeerde criteria.

Wat verder nodig is voor het ontwerpen van een didactische structuur is een idee over hoe de bestaande afvalkennis en besluitvormingsvaardigheid van leerlingen zich verhouden tot wat geschikt wordt geacht. In een aan het ontwikkelingsonderzoek voorafgaande verkenningsfase met leerlinginterviews en lesobservaties werden voorkennis en besluitvormingsvaardigheid van leerlingen gekarakteriseerd in termen van een 'onvolledig beeld van de algemene structuur van het afvalvraagstuk', een 'deels verward en onjuist gebruik van specifieke afvalgerelateerde begrippen' en – mede daardoor – een 'oppervlakkige besluitvorming' (Kortland, 1996; 1997). Achteraf gezien bleken deze negatieve kwalificaties voor het overgrote deel terug te voeren op tekortkomingen in de interviewstrategie en het destijds gebruikte lesmateriaal⁵. Bij de start van het ontwikkelingsonderzoek is daarom voor een meer positieve insteek gekozen: wat mag je redelijkerwijs bij leerlingen aan afvalkennis en besluitvormingsvaardigheid verwachten? Wat betreft afvalkennis komt dat erop neer dat we er nu van uitgaan dat de leerlingen als gevolg van hun dagelijkse ervaringen en voorafgaand onderwijs de algemene

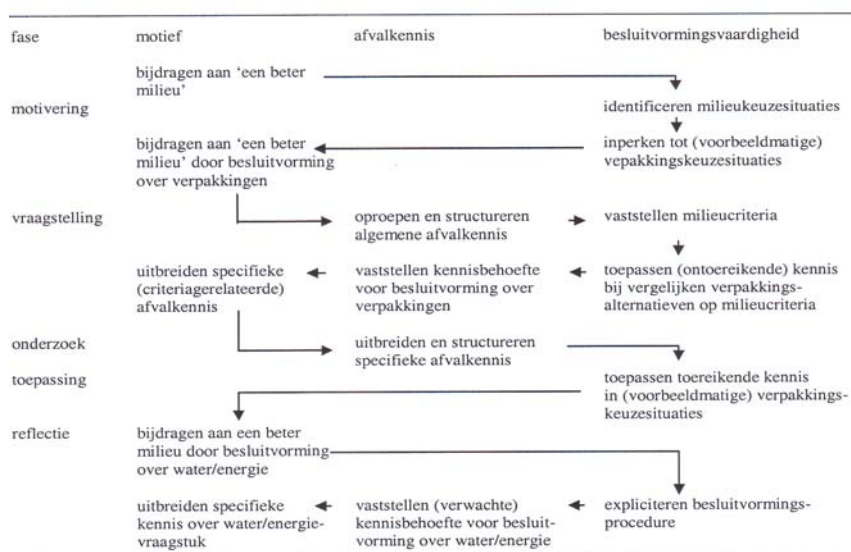
structuur van het afvalvraagstuk wel kennen. Dit betekent dat zij naar verwachting een voldoende duidelijk beeld zullen hebben van de productie van verpakkingsmaterialen inclusief de mogelijke uitputting van niet-vernieuwbare grondstofvoorraden, van afvalverwerking door storten en verbranden inclusief de mogelijke vervuiling van bodem, water en lucht, en van preventie en hergebruik (door hervullen of recyclen) als mogelijkheden om uitputting en vervuiling tegen te gaan. Verder gaan we er nu van uit dat de leerlingen in hun eigen dagelijkse besluitvorming vertrouwd zijn met het impliciet of expliciet vergelijken van alternatieven op een of meer criteria en daardoor de vaardigheid hebben om de besluitvormingsprocedure te doorlopen – afgezien van het gebruik van specifieke termen als alternatief, criterium enzovoort. Wat echter nog moet worden geleerd is de afvalkennis die nodig is voor het doorlopen van de besluitvormingsprocedure: kennis van de relevante milieucriteria en specifieke afvalkennis in termen van de criteriagerelateerde eigenschappen van verpakkingen en verpakkingsmaterialen. Wat bovendien ergens in het onderwijsleerproces gewenst is, is het expliciet maken van de besluitvormingsprocedure als een mogelijk nuttig gereedschap voor het structureren van hun besluitvorming en het presenteren van hun daaruit voortvloeiende beargumenteerde mening in andere, nieuwe en complexe keuzesituaties. Deze punten geven de *onderwijsdoelen* voor het te ontwikkelen lespakket weer.

Onderwijsleerproces – Na te hebben vastgesteld *wat* er in het onderwijsleerproces aan de orde moet komen, is de volgende vraag *hoe* dat dan moet. De ideeën over een probleemstellende benadering wijzen op een onderwijsleerproces dat enerzijds grotendeels (van onderaf) wordt gestuurd door de eigen motieven, kennis en vragen van leerlingen, zodat zij bij voorkeur zelf de vragen vaststellen die hun leerproces 'aandrijven'. Maar anderzijds ook een onderwijsleerproces dat (van bovenaf) wordt gestructureerd door een opeenvolging van samenhangende onderwijsactiviteiten, uitgaande van een gepaste interpretatie van hun voorkennis en vaardigheid en zorgvuldig hun motieven, kennis en vaardigheid ontwikkelend zoals bedoeld, gegeven de onderwijsdoelen. Tijdens het ontwerpen van een dergelijk onderwijsleerproces voor het onderwerp 'besluitvorming over het afvalvraagstuk' kwam de volgende fasering geleidelijk naar voren als een zinvolle manier van structureren: *motivering, vraagstelling, onderzoek, toepassing* en *reflectie*. De resulterende globale didactische structuur is weergegeven in figuur 3.

Het onderwijsleerproces start in de *motiveringsfase* door aan te sluiten bij het veronderstelde motief van leerlingen om te willen bijdragen aan 'een beter milieu'. Dat zou hen een idee moeten geven waarom 'iets' over dit onderwerp leren zinvol zou kunnen zijn, en wat dat 'iets' dan ruwweg is. Door het identificeren van persoonlijke milieukeuzesituaties en hun overeenkomsten gaan de leerlingen zich realiseren dat besluitvorming over verpakkingen ook wel eens relevant zou kunnen zijn voor besluitvorming over andere milieuvraagstukken, zoals die rond het gebruik van water en energie. In de daarop volgende *vraagstellingsfase* worden leerlingen zich bewust van een *noodzaak tot kennisuitbreiding*. Deze fase start met het oproepen en structureren van hun voorkennis door hen een begrippennetwerk van het afvalvraagstuk te laten construeren (zoiets als figuur 1, hoewel niet in een dergelijke schematische vorm). Vervolgens wordt deze gestructureerde verzameling algemene afvalkennis productief gebruikt door de leerlingen te vragen de twee voor besluitvorming over verpakkingen relevante milieucriteria (uitputting en vervuiling) te identificeren. Na zo de milieucriteria te hebben vastge-

steld wordt de leerlingen een verpakingskeuzesituatie (melk in fles of pak) voorgelegd en wordt hen gevraagd de verpakkingsalternatieven op elk van deze milieucriteria te vergelijken. Op grond van het veronderstelde gebrek aan specifieke voorkennis over de criteriagerelateerde eigenschappen van verpakkingen en verpakkingsmaterialen, wordt verwacht dat deze vergelijkingstaak aanleiding zal geven tot situaties waarin leerlingen het met elkaar oneens zijn of het gewoonweg niet weten. Deze situaties kunnen dan worden aangegrepen voor het formuleren van vragen voor verder onderzoek naar de criteriagerelateerde eigenschappen van verpakkingen en verpakkingsmaterialen – vragen die het leerproces van de leerlingen verder aandrijven. Dit geeft (ruwweg) het probleemstellende karakter van het onderwijsleerproces weer: de vragen voor verder onderzoek door de leerlingen worden opgeroepen in de context van de bij de start geïdentificeerde keuzesituaties – dezelfde situaties als die waarin de antwoorden op hun vragen in een later stadium zullen worden toegepast.

Een logisch vervolg van het onderwijsleerproces is nu dat leerlingen in de *onderzoeksfase* hun specifieke afvalkennis gaan uitbreiden door het bestuderen van bronnenmateriaal, het uitvoeren van experimenten en het afnemen van interviews. In de *toepassingsfase* wordt dit, weer logischerwijze, gevolgd door de leerlingen hun nu uitgebreide specifieke afvalkennis te laten toepassen voor *het doel waarvoor deze is uitgebreid*: besluitvorming over verpakkingen – eerst in de al eerder in de vraagstellingsfase aan de orde gestelde keuzesituatie en daarna in zelf geïdentificeerde verpakingskeuzesituaties. De leerlingrapportages over hun besluitvorming kunnen dan productief worden gebruikt om iets te leren over *het weergeven van een beargumenteerde mening* zoals gevraagd door het betreffende kerndoel. Het onderwijsleerproces wordt afgesloten met een *reflectiefase*



Figuur 3 – Een (hypothetische) didactische structuur voor het onderwijzen/leren van besluitvorming over het afvalvraagstuk, waarin de wisselwerking tussen de bestaande en zich ontwikkelende motieven, afvalkennis en besluitvormingsvaardigheid van leerlingen op hoofdlijnen is weergegeven.

waarin de besluitvormingsprocedure en de daarin benodigde kennisinbreng expliciet worden gemaakt (zoiets als figuur 2, hoewel niet in een dergelijke schematische vorm). Dit wordt dan gevolgd door een verkenning van de mogelijke bruikbaarheid van deze procedure voor het aanpakken van de andere milieuvraagstukken (rond het verbruik van water en energie) die eerder in de motiveringsfase werden geïdentificeerd.

Na deze globale beschrijving van de didactische structuur is het mogelijk om even terug te kijken naar twee belangrijke aspecten: de bestaande en zich ontwikkelende *motieven* van leerlingen die verondersteld worden hun leerproces aan te drijven, en de door die motieven gedreven wisselwerking tussen de ontwikkeling van de *afvalkennis* en *besluitvormingsvaardigheid* van leerlingen.

Wat betreft de motieven lijkt het geplande onderwijsleerproces te bestaan uit twee delen. Het eerste deel bestaat uit de beide eerste fasen: de motiverings- en de vraagstellingsfase. In deze fasen zou het globale leerlingmotief van willen bijdragen aan 'een beter milieu' moeten worden ingeperkt tot het meer specifieke motief van willen uitbreiden van hun afvalkennis in een bepaalde richting, productief gebruikmakend van hun bestaande afvalkennis en besluitvormingsvaardigheid. Dit specifieke motief, tot uitdrukking komend in de eigen vragen van leerlingen voor verder onderzoek, zou hun leerproces in het tweede deel van het onderwijsleerproces moeten aandrijven, met name in de onderzoeks- en toepassingsfase. In de reflectiefase wordt dit specifieke motief dan weer verbonden met het eerdere globale motief als de leerlingen de mogelijke bruikbaarheid van hun leerervaringen voor besluitvorming over andere milieuvraagstukken verkennen. Op dit punt zouden nieuwe specifieke motieven voor het uitbreiden van hun kennis over bijvoorbeeld het water- en energievraagstuk naar voren moeten gaan komen.

Wat betreft de door deze motieven gedreven wisselwerking tussen de ontwikkeling van afvalkennis en besluitvormingsvaardigheid lijkt het geplande onderwijsleerproces uiteen te vallen in dezelfde twee delen. Tijdens de eerste twee fasen is de wisselwerking tussen motieven, afvalkennis en besluitvorming nogal complex. De besluitvorming van leerlingen lijkt een soort rode draad in het onderwijsleerproces te vormen. In het begin kan dit worden gezien als een operationalisatie van het globale motief van willen bijdragen aan 'een beter milieu', wat aanleiding geeft tot het structureren en daaropvolgend productief gebruiken van hun algemene afvalkennis. Wat later in het onderwijsleerproces moet het de leerlingen voorzien van het meer specifieke motief voor kennisuitbreiding. Hier moet overigens worden opgemerkt dat er tot nu toe niet veel 'geleerd' is in de traditionele betekenis van het woord, met uitzondering van het vaststellen van de twee milieucriteria voor besluitvorming over verpakkingen. Het grootste deel van de tijd wordt dus in beslag genomen door het vaststellen van waarom er wat nog geleerd moet worden. Tijdens de laatste drie fasen van het onderwijsleerproces is de wisselwerking tussen motieven, afvalkennis en besluitvorming minder complex. Weer vormt besluitvorming van leerlingen de rode draad. Het specifieke motief voor kennisuitbreiding is ontstaan door eerdere besluitvormingservaringen (in de vraagstellingsfase), en hun uitgebreide kennis zou daardoor bruikbaar moeten zijn in vergelijkbare keuzesituaties. Bij de start van het tweede deel van het onderwijsleerproces ligt het accent dus op kennisuitbreiding ten behoeve van besluitvorming. Het accent verschuift dan geleidelijk naar hun besluitvormingsvaardigheid, eerst in termen van het inzichtelijk toepassen van hun uitgebreide afvalkennis in verpakkingskeuzesituaties, en daarna – op een meer abstract niveau –

in termen van het vaststellen van de gewenste kenmerken van een duidelijke presentatie van de resulterende beargumenteerde mening. Een terugblik op hun (succesvolle) besluitvormingservaringen gericht op de onderliggende besluitvormingsprocedure en de daarin benodigde kennisinbreng moet hen dan voorzien van een geëxpliciteerd instrument voor besluitvorming over ander milieuvraagstukken.

De bovenstaande karakterisering van de didactische structuur laat zien dat de manier waarop naar verwachting de onderwijsdoelen op het gebied van enerzijds afvalkennis en anderzijds besluitvormingsvaardigheid worden bereikt, vanaf het begin tot het eind van het onderwijsleerproces nauw met elkaar verweven zijn. Deze sterke koppeling tussen wat in algemene bewoordingen kennisverwerving en vaardigheidsontwikkeling genoemd kan worden, is als volgt samen te vatten: een start met de nadruk op kennisverwerving in de context van besluitvorming, geleidelijk verschuivend naar een nadruk op vaardigheidsontwikkeling op het gebied van besluitvorming met behulp van de verworven kennis.

Dit is een belangrijk verschil met de enkele andere pogingen om besluitvorming tot een onderdeel van de lespraktijk in het natuurwetenschappelijk onderwijs te maken, zoals die van Ratcliffe (1997). In haar benadering wordt een besluitvormingsopdracht met een expliciete algemene structuur (ruwweg vergelijkbaar met de besluitvormingsprocedure van figuur 2) toegevoegd aan enkele hoofdstukken van een bestaand leerboek – hoofdstukken met voor het uitvoeren van de besluitvormingsopdracht nuttige informatie. Het werd aan de leerlingen overgelaten om criteria te identificeren, alternatieven te genereren en de inhoud van het hoofdstuk te gebruiken voor het vergelijken van de gegenereerde alternatieven op de geïdentificeerde criteria. Eén van de conclusies uit haar onderzoek is de voor-de-hand-liggende dat het zich bewust zijn van en het gebruik van relevante informatie bijdraagt aan een doordachte besluitvorming van leerlingen. Maar zij concludeert ook dat de relatie met de beschikbare natuurwetenschappelijke kennis voor leerlingen niet vanzelfsprekend is, en dat de meeste van hen (meer) specifieke aanwijzingen nodig hebben die hen stimuleren deze kennis te identificeren en te gebruiken. Een veel 'natuurlijker' manier om het ontwikkelen van kennis en besluitvormingsvaardigheid te koppelen is het vanaf het begin expliciteren van de besluitvormingscontext, en het bij leerlingen oproepen van een behoefte tot uitbreiding van hun kennis in het licht van de gevraagde besluitvorming – zoals in het in dit artikel beschreven onderzoek is geprobeerd. Want op deze manier weten de leerlingen *waarom* ze bezig zijn met het verwerven van deze kennis.

Doceerstijl – De taak van de docent is moeilijk te begrijpen zonder enig idee van het karakter van het lesmateriaal. Dit materiaal bestaat uitsluitend uit opdrachten met een korte inleiding gevolgd door open vragen, zonder enige verbindende tekst-en-uitleg. De taak van de docent is dan het zorgvuldig leiden van klassengesprekken waarin de leerlingen hun ideeën naar voren brengen die zijn opgekomen tijdens het voorafgaande werken in kleine groepen aan elk van de opdrachten in het lesmateriaal. Bij het uitvoeren van deze taak moet de docent een evenwicht vinden tussen een gepaste interpretatie van wat leerlingen naar voren brengen en het bedoelde verloop van het onderwijsleerproces zoals aangegeven in het scenario. Bovendien heeft de docent een begeleidende taak bij het expliciet maken van dit proces, zodat de leerlingen zich 'constant' bewust zijn van wat ze waarom leren. Dit betekent dat van de docent verwacht wordt dat hij of zij de

samenhang van het 'lokale' onderwijsleerproces versterkt door een overgang te maken tussen de opeenvolgende opdrachten op basis van wat de leerlingen naar voren hebben gebracht bij een opdracht in het licht van de bedoeling van de volgende opdracht. Een vergelijkbare taak van de docent betreft het 'globale' onderwijsleerproces, uit te voeren door op bepaalde momenten de leerlingen te vragen om terug te kijken op wat er waarom tot nu toe gedaan is en vooruit te kijken naar wat er waarom vervolgens gedaan zal worden. De 'natuurlijke' momenten hiervoor zijn het begin en het eind van elk van de vijf fasen van het onderwijsleerproces, vanwege hun samenhang en hun duidelijk onderscheiden didactische functie.

4. De praktijktest: valideren van de didactische structuur

De nog hypothetische didactische structuur en de uitwerking daarvan tot een scenario en lesmateriaal kunnen gezien worden als een eerste opbrengst van het uitbreiden van onze didactische kennis over een probleemstellende benadering voor het onderwijzen van besluitvorming over het afvalvraagstuk – en mogelijk meer algemeen voor het in onderlinge samenhang werken aan kennisverwerving en vaardigheidsontwikkeling. Een product dat echter nog in de lespraktijk moet worden getest om de vereiste empirische ondersteuning te verwerven. Zoals eerder gezegd wordt de vraag of het ontwerp al dan niet 'goed genoeg' is beantwoord door het bedoelde en verwachte onderwijsleerproces uit het scenario te vergelijken met de geobserveerde lespraktijk. In deze paragraaf wordt het resultaat van deze vergelijking op de drie eerder genoemde hoofdkenmerken van de hypothetische didactische structuur samengevat,⁶ ook nu weer beperkt tot de tweede ronde van het ontwikkelingsonderzoek.

Kennis en vaardigheid – De veronderstellingen over de algemene afvalkennis van leerlingen zijn grotendeels juist gebleken. Zoals verwacht hadden de leerlingen geen moeite met het construeren van het begrippennetwerk van het afvalvraagstuk. Ook bleek dat de leerlingen evenmin moeite hadden met het gebruik van een criteria-aanpak van besluitvorming en het expliciteren van de besluitvormingsprocedure.

Onderwijsleerproces – Tijdens de praktijktest van het lespakket verliepen de motiveringsfase en een deel van de vraagstellingsfase ruwweg zoals gepland in het scenario. Het bleek dat de leerlingen in de vraagstellingsfase geen moeite hadden met het vaststellen van de bedoelde milieucriteria (uitputting en vervuiling), maar wél met het vergelijken van verpakkingsalternatieven op deze criteria. Als gevolg daarvan kwamen de verwachte vragen voor verder onderzoek naar de criteriagerelateerde eigenschappen van verpakkingen en verpakkingsmaterialen naar voren in een besluitvormingscontext. De geobserveerde lespraktijk bleek echter aanzienlijk af te wijken van de in het scenario uitgezette lijn. Hoewel veel van wat er volgens het scenario zou moeten gebeuren ook inderdaad gebeurde, gebeurde dat in de verkeerde volgorde. Door achteraf een methode van *reconstructie* (Kortland, 2001, pp. 120-127) te gebruiken is geprobeerd om 'het beste te maken van wat er daadwerkelijk in de lespraktijk gebeurde'. Bij zo'n reconstructie wordt de lespraktijk door 'knippen en plakken' omgevormd tot een beeld van wat er had kunnen gebeuren als de richtlijnen in het scenario waren opgevolgd, onder toevoeging van enkele docentinterventies op grond van deze richtlijnen, en – in zeer beperkte mate, op grond van de observaties tijdens het groepswerk van de

leerlingen aan de betreffende opdrachten – onder toevoeging van een meest waarschijnlijke leerlingreactie op deze toegevoegde docentinterventies⁷.

Op basis van de vergelijking tussen scenario en lespraktijk kon geconcludeerd worden dat het ontwerp van het eerste deel van het probleemstellende onderwijsleerproces *in aanleg* 'goed genoeg' is. Maar dan ook niet meer dan 'in aanleg', want de empirische ondersteuning vanuit de lespraktijk bestaat gedeeltelijk uit een reconstructie van het onderwijsleerproces langs de in het scenario uitgezette lijnen – en bovendien een reconstructie die in sommige opzichten nog incompleet is.

Vanaf dat moment begon het onderwijsleerproces te ontsporen. In de onderzoeksfase vonden de leerlingen antwoorden op hun vragen – tenminste, zo leek het. In de toepassingsfase kwam echter een duidelijke afwijking tussen de informatie in het tijdens de onderzoeksfase bestudeerde bronnenmateriaal en de leerlingopvattingen over vervuiling door storten en verbranden naar voren. Het gevolg was een onverwachte controverse over de betrouwbaarheid van het bronnenmateriaal voor zover dit het storten en verbranden van verpakkingsafval kwalificeert als niet (erg) vervuilend⁸. Daardoor waren de discussies over de resultaten van de besluitvorming door leerlingen nogal verward. Het expliciteren van een complete en correcte vergelijking van de verpakkingsalternatieven op elk van de twee milieucriteria – dat wil zeggen: een *inhoudsstandaard* voor een beargumenteerde mening – ging in die verwarring verloren. Hetzelfde gold voor het ontwikkelen van een *presentatiestandaard* op basis van de door de leerlingen gepresenteerde beargumenteerde meningen in zelf geïdentificeerde keuzesituaties: een duidelijke presentatie van de alternatieven en criteria, een systematische presentatie van de vergelijking van deze alternatieven op deze criteria, en een expliciete presentatie van de noodzakelijke afweging tussen deze vergelijkingen en de resulterende eindkeuze. Kortom: er was sprake van een duidelijke *stagnatie* in het onderwijsleerproces. Een stagnatie die – achteraf gezien – herleid kon worden tot een gebrek aan duidelijkheid in het scenario, zowel wat betreft de bedoeling van de betreffende opdrachten als wat betreft de procedurele specificatie voor de uitvoering daarvan. Door achteraf een methode van *herformulering* (Kortland, 2001, pp. 140-150) te gebruiken voor het interpreteren van leerlinguitspraken is wederom geprobeerd 'er het beste van te maken'. Bij het gebruik van deze methode worden, indien nodig, de bewoordingen en/of de volgorde van leerlinguitspraken zo aangepast dat zij resulteren in een samenhangende en zinnige argumentatie die de eindkeuze van de leerling begrijpelijk maakt. Zo'n herformulering kan worden gezien als een schematische reproductie van wat de leerling, volgens de lezer of luisteraar, met zijn of haar feitelijke uitspraken bedoelt te zeggen, en vormt de basis voor het geven van commentaar op de inhoud en/of de presentatie van de beargumenteerde mening van de leerling. De conclusie kon toen zijn dat het door het geven van dergelijk adequaat commentaar mogelijk geweest zou zijn zowel de inhoudsstandaard als de presentatiestandaard voor een beargumenteerde mening te ontwikkelen en te expliciteren, op voorwaarde dat het eerder genoemde 'kennisprobleem' betreffende de vervuiling door het storten en verbranden van verpakkingsafval al op een bevredigende manier zou zijn opgelost. De geïdentificeerde stagnatie in het onderwijsleerproces en het gebrek aan duidelijkheid in het scenario hadden natuurlijk negatieve gevolgen in de reflectiefase. Desondanks waren de leerlingen wel in staat om de besluitvormingsprocedure en de benodigde kennisinbreng in redelijke mate te expliciteren, en leken ze de mogelijke bruikbaarheid daarvan bij andere milieubesluitvorming te herkennen.

Het bovenstaande heeft geleid tot de conclusie dat het tweede deel van het probleemstellende onderwijsleerproces 'nog niet goed genoeg' is, en een revisie van het scenario en de onderliggende didactische structuur nodig is. De beschikbare empirische gegevens lijken echter voldoende om met een redelijke mate van vertrouwen te kunnen stellen dat het mogelijk moet zijn om middels revisie tot een 'goed genoeg' ontwerp te komen.

In de evaluatie van het lespakket door middel van een vragenlijst na afloop van de praktijktest bleek dat ook de leerlingen een gebrek aan samenhang hebben ervaren op ruwweg die punten waar de geobserveerde lespraktijk aanzienlijk afweek van de in het scenario uitgezette lijnen, of waar het scenario deze lijnen niet duidelijk genoeg uitzette (dat wil zeggen: in respectievelijk de vraagstellers- en de reflectiefase). Het gevoel van samenhang van de leerlingen op het punt waar het scenario duidelijk tekortschoot (dus: in de toepassingsfase) vormde de uitzondering op deze 'regel'. Een uitzondering die verklaard kan worden uit het hen onthouden van adequaat commentaar op de kwaliteit van hun inbreng in deze fase van het onderwijsleerproces. Uit de na afloop van de praktijktest verzamelde gegevens door middel van een inhoudstest kon worden geconcludeerd dat de nog teleurstellende leereffecten wat betreft de presentatie van een beargumenteerde mening overeenkomen met de geobserveerde stagnatie van het onderwijsleerproces in de toepassingsfase.

Doceerstijl – Tijdens de eerste praktijktest had de docent regelmatig de neiging om terug te vallen op zijn traditionele rol van 'kennisoverdrager'. Ook het vermijden van een te gehaaste interpretatie van wat leerlingen in klassengesprekken naar voren brachten en het verhelderen van het onderwijsleerproces voor leerlingen bleek af en toe lastig. Daarom zijn enkele goede en enkele voor-verbeteringvatbare fragmenten uit de lespraktijk in de eerste ronde van het ontwikkelingsonderzoek gebruikt om de docent zich te laten voorbereiden op de tweede praktijktest. Dit 'commentaar' op zijn manier van lesgeven werd door de docent duidelijk op prijs gesteld, omdat hij zich zo bewust kon worden van de sterke en zwakke kanten van zijn didactisch handelen in het licht van zijn rol tijdens de praktijktest. Tijdens de tweede praktijktest is deze reflectie op de lespraktijk tot op zekere hoogte nuttig gebleken. De docent bleek echter (nog steeds) wat moeite te hebben met het 'volgen' van het scenario. Er waren momenten waarop hij de 'voorschriften' uit het scenario te star opvatte, met als gevolg een weinig ontspannen klassengesprek waarin niet echt werd ingegaan op dat wat de leerlingen naar voren brachten. Op andere momenten leek nu het scenario echter compleet vergeten, waardoor het bedoelde onderwijsleerproces ontspoorde. Dit vormt een dilemma. Enerzijds is het scenario een waardevol instrument geweest voor het ontwerpen van het onderwijsleerproces en een bijbehorende lespraktijk. Anderzijds lijken de 'voorschriften' in het scenario belemmerend te werken op de flexibiliteit van de docent in het omgaan met de inbreng van de leerlingen in dit proces. Hopelijk lost dit dilemma zich op door een verdere reflectie van de docent op zijn lespraktijk en door een toenemende ervaring met het gebruik van het lespakket. Los daarvan is het de vraag in hoeverre het voor onderzoeksdoeleinden ontwikkelde scenario dienst kan doen als docentenhandleiding, zoals bij dit onderzoek het geval is geweest. Een vraag die vooralsnog ontkennend moet worden beantwoord. Het lezen en bespreken van het scenario en het bijbehorende lesmateriaal, al dan niet in combinatie met een incidentele reflectie op de lespraktijk, vormt

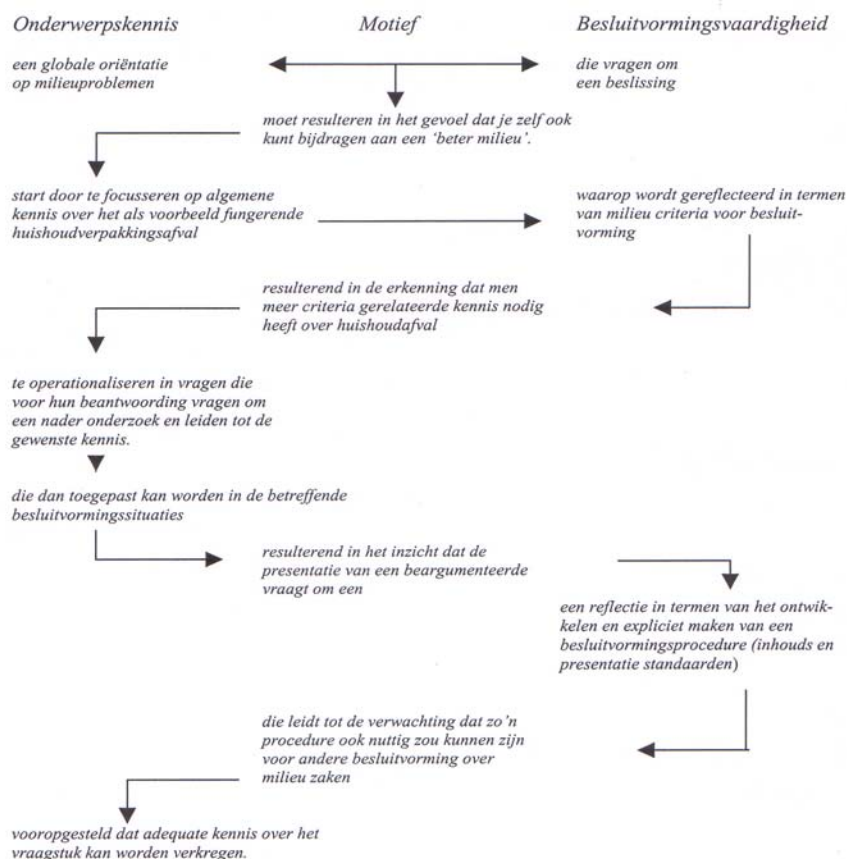


Fig. 4 – Een didactische structuur voor het leren en onderwijzen van besluitvorming over het afvalvraagstuk.

een onvoldoende voorbereiding van de docent op het uitvoeren van de gevraagde taken (Joyce & Showers, 1988).

5. Reflectie en extrapolatie

Het vooraf ontwikkelen van een scenario heeft een vergelijking tussen het bedoelde/verwachte en geobserveerde onderwijsleerproces mogelijk gemaakt. Voor zover de lespraktijk geen grote afwijkingen van het scenario te zien gaf, kon het lespakket en de onderliggende didactische structuur worden gekwalificeerd als 'goed genoeg'. En voor zover dat niet het geval was kon door reflectie op de lespraktijk en het scenario worden vastgesteld in welke richting een lichte bijstelling en/of grondige revisie nodig zou zijn om de effectiviteit van het onderwijsleerproces te verhogen. Dit heeft ook bijgedragen tot het vormen van een scherper beeld van de onderliggende didactische structuur. De bedoeling van deze paragraaf is deze 'eindversie' van de *didactische structuur* (figuur 4) weer te geven, en

wat te speculeren over een *extrapolatie* daarvan met het oog op een bredere toepasbaarheid.

Didactische structuur – Het onderzoek heeft aanwijzingen opgeleverd voor een noodzakelijke bijstelling en revisie van het scenario en de onderliggende didactische structuur. Een hoofdpunt in deze revisie betreft de *reflectiefase* van het onderwijsleerproces die zich – in wijsheid achteraf – zou moeten richten op het bij leerlingen oproepen van een behoefte aan reflectie op hun besluitvormingsvaardigheid (dat wil zeggen: hun *presentatie* van een beargumenteerde mening), resulterend in een inhoudsgerelateerd motief voor het ontwikkelen van een metacognitief instrument voor het reguleren en controleren van de cognitieve stappen in een besluitvormingsproces (Boekaerts & Simons, 1993) – in dit geval: een *inhouds- en presentatiestandaard* voor een beargumenteerde mening. Dit zou betekenen dat de toepassing van de in de onderzoeksfase verworven kennis bij leerlingen een nieuwe vraag oproept over de 'eisen' die zij zelf aan de inhoud en presentatie van hun beargumenteerde meningen zouden willen stellen. Een dergelijke vraag komt niet vanzelf naar voren, maar kan in een interactie tussen docent en leerlingen worden geformuleerd naar aanleiding van een terugblik op de door de leerlingen gepresenteerde beargumenteerde meningen. Een dergelijke reflectie levert vrijwel gelijktijdig de bouwstenen voor de bedoelde inhouds- en presentatiestandaard. Deze aanpassing van de didactische structuur versterkt niet alleen het probleemstellende karakter van het onderwijsleerproces, maar ook de samenhang van de twee onderwijsleerprocessen gericht op het leren weergeven van een beargumenteerde mening. Het ontwikkelen van een inhouds- en presentatiestandaard laat namelijk zien hoe de vaardigheid in het kunnen presenteren van een beargumenteerde mening cruciaal afhangt van het hebben van voldoende kennis voor het opbouwen van de te presenteren argumentatie, terwijl tegelijkertijd deze kennis is verworven met het oog op deze presentatie.

Figuur 4 geeft de eindversie van de didactische structuur, op hoofdlijnen. Deze figuur geeft weer hoe twee gekoppelde onderwijsleerprocessen in relatie tot, en afhankelijkheid van, elkaar worden vormgegeven. Op basis van de tot nu toe verzamelde empirische gegevens kan met enig vertrouwen worden aangenomen dat deze aangepaste didactische structuur en een daarbij aansluitend verbeterd scenario het onderwijsleerproces zoals bedoeld zal laten verlopen in een toekomstige, grootschaliger praktijktest met medewerking van een grotere variëteit aan docenten en leerlingen en met het gebruik van een meer kwantitatief/vergelijkende onderzoeksofzet gericht op een verdere validering van de didactische structuur en het vaststellen van de leereffecten. Er is daarbij echter nog sprake van een probleem dat om een oplossing vraagt. De onderwerpspecifieke didactische structuur voor besluitvorming over het afvalvraagstuk is uitgewerkt met een grote nadruk op de wisselwerking tussen docent en leerlingen en tussen leerlingen onderling op klas- respectievelijk groepsniveau. De leerlingen moeten onderling in gesprek om hun voorkennis op te roepen en te structureren, om hun vragen voor verder onderzoek vast te stellen, om elementen van een inhouds- en presentatiestandaard voor een beargumenteerde mening te formuleren enzovoort. De docent moet de klassengesprekken hierover in goede banen leiden en het globale en lokale onderwijsleerproces expliciteren op basis van wat leerlingen naar voren hebben gebracht. Wat uit het nu uitgevoerde onderzoek kan worden geleerd is dat het lesgeven op deze manier een zwaar beroep doet op de didactische vaardigheden van de docent – misschien te zwaar. Dit leidt tot de vraag of

de hoeveelheid tijd die is ingeruimd voor klassengesprekken al dan niet zou moeten worden verminderd ten gunste van meer zelfstandig werken en leren van de leerlingen. Met nadruk moet echter gezegd worden dat de rol van de docent in een probleemstellend onderwijsleerproces cruciaal zal blijven wat betreft het bieden van een adequate 'sturing van bovenaf', in zorgvuldig evenwicht met de 'vrijheid van onderaf' voor de leerlingen. In een uitwerking van de aangepaste didactische structuur zal dit probleem rond doceerstijl en zelfstandig werken/leren van leerlingen op een of andere redelijke manier moeten worden opgelost. Vanuit het oogpunt van onderzoek zou het interessant kunnen zijn om te bezien in hoeverre een dergelijke verandering de taak van de docent zou verlichten.

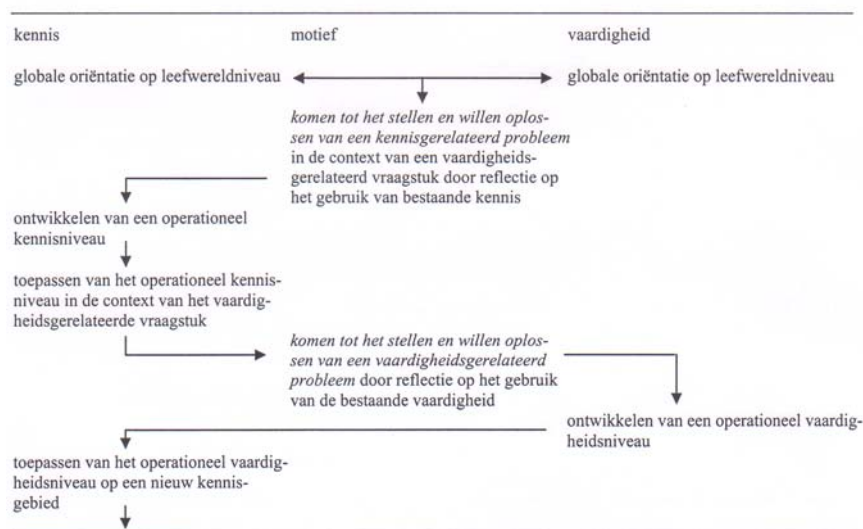
Extrapolatie – Aangezien het in de ontworpen didactische structuur gaat om het 'weergeven van een beargumenteerde mening over het afvalvraagstuk', zijn de procedurele heuristische regels die zouden moeten ontstaan uit een reflectie op leerlingpresentaties van een beargumenteerde mening nog gecontextualiseerd. Een eerste extrapolatie kan plaatsvinden als deze procedurele regels worden uitgebreid naar het 'weergeven van een beargumenteerde mening over andere milieuvraagstukken'. Dit geeft een curriculumlijn weer, waarin deze vaardigheid geleidelijk wordt ontwikkeld. Een verdere stap wat betreft deze vaardigheid zou dan gezet kunnen worden door een accentverschuiving van het 'weergeven van een beargumenteerde mening' naar 'besluitvorming als onderwerp op zich'. Door een reflectie op de gecontextualiseerde procedures zou een gedecontextualiseerde verzameling van heuristische regels kunnen worden geformuleerd die dienst zouden kunnen doen als instrument voor besluitvorming in vrij complexe situaties. Of, met andere woorden: als een metacognitief instrument dat de leerlingen helpt bij het reguleren en controleren van de cognitieve stappen die in zo'n proces worden gezet.

Deze korte schets van een stapsgewijze en inhoudsgebonden benadering van het onderwijzen van de 'algemene vaardigheid' besluitvorming is mogelijk bruikbaar bij het uitwerken van de consistente visie op het 'nieuwe scheikunde-onderwijs', waarbij onder andere gestreefd wordt naar het verwerven van kennis, vaardigheden en attitudes voor het kunnen uitvoeren van authentieke taken in een echte wereld (Westbroek *et al.*, 2001). De ontworpen benadering is mogelijk ook te extrapoleren naar het onderwijzen van andere complexe vaardigheden – zoals bijvoorbeeld probleemoplossen, waarbij eveneens de wisselwerking tussen een kennisbasis en een verzameling heuristische regels een belangrijke rol speelt (Perkins & Salomon, 1989; Lijnse, 1994).

Dergelijke extrapolaties vragen echter wel om een *generalisatie* van de onderwerpspecifieke didactische structuur zoals ontworpen in het kader van dit onderzoek. In figuur 5 is een dergelijke gegeneraliseerde (speculatieve) didactische structuur weergegeven. Dit schema laat in zeer algemene termen zien hoe het onderwijsleerproces heen en weer schakelt tussen het verwerven van kennis en vaardigheid, en dat deze schakelmomenten vrij natuurlijk naar voren lijken te komen als gevolg van de inhoudsgerelateerde motieven die bij leerlingen worden opgeroepen.

Het schema van figuur 5 geeft bovendien aanleiding tot het beschrijven van het onderwijsleerproces in termen van een aantal fasen met elk een specifieke didactische functie:

- Motiveringsfase – oriënteren en oproepen van een globale interesse in en een globaal motief voor leren over het betreffende onderwerp.



Figuur 5 – De speculatieve didactische structuur voor een probleemstellende benadering van het in onderlinge wisselwerking verwerven van kennis en vaardigheid.

- Vraagstellingsfase – inperken van dit globale motief tot een inhoudspecifieke behoefte aan meer kennis.
 - Onderzoeksfase – uitbreiden van de bestaande kennis van leerlingen in het licht van het globale motief en de meer specifiek geformuleerde kennisbehoefte.
 - Toepassingsfase – toepassen van deze kennis in situaties waarvoor die kennis werd uitgebreid.
 - Reflectiefase – scheppen van een behoefte aan reflectie op de betreffende vaardigheid in het licht van het globale motief.
 - Metacognitiefase – ontwikkelen van een (nog mogelijk gecontextualiseerd) metacognitief instrument voor een betere uitvoering van deze vaardigheid.
- Een dergelijke fasering – waarbij in elk geval de naamgeving nog slechts een voorlopig karakter heeft – is tot op zekere hoogte ook herkenbaar in ander probleemstellend onderwijs (Klaassen, 1995; Vollebregt, 1998) en in ontwerpend leren (Janssen, 1999). Dit versterkt het vermoeden dat de gegeneraliseerde didactische structuur van figuur 5 een rol kan spelen bij lopend en toekomstig ontwikkelingsonderzoek.

Noten

1. Met de term onderwijsleerproces bedoelen we het samenhangende verloop van onderwijsproces van de docent en het leerproces van de leerling. Het is de focusering op deze samenhang en op het verloop van het proces dat de kern vormt van de vakdidactiek. Onderwijskundige termen als 'aangeboden curriculum' en 'gerealiseerd curriculum' gaan zowel voorbij aan het procesverloop als aan de samenhang op micro-niveau, en zijn dus ongeschikt voor ons onderzoek. We maken daarin onderscheid tussen een verwacht verloop zoals dat in ons onderwijsontwerp een rol speelt, en een werkelijk verloop zoals dat blijkt uit het empirisch onderzoek in de klas.
2. Het proefschrift, getiteld *A problem-posing approach to teaching decision making about*

the waste issue, is verschenen als deel 37 in de CDβ Wetenschappelijke Bibliotheek. Bestel-adres: CDβ-Press tav. W. van Eijnsden, postbus 80.000, 3508 TA Utrecht, tel. (030) 2531179, fax (030) 2517629, e-mail w.vaneijnsden@phys.uu.nl. Verkoopprijs: € 13,61.

3. In aansluiting bij wat in noot 1 gezegd is moet hier opgemerkt worden dat in een klas natuurlijk altijd meerdere individuele onderwijsleerprocessen plaatsvinden. In ons scenario richten we ons op de beschrijving van een optimaal verloop. Het 'gemiddelde' verloop in de klas zal hier altijd in meer of mindere mate van afwijken. Wij noemen een scenario 'goed genoeg' als de empirische test uitwijst dat de uitvoering voor zowel docent als leerlingen haalbaar is en dus ook grotendeels leidt tot de gewenste leereffecten. Voor de docent betekent dit dat het 'gemiddelde' onderwijsleerproces weliswaar zal 'meanderen' rond dat van het scenario, maar er niet op essentiële punten van zal afwijken. Het betekent ook dat hij voorkomende afwijkingen in termen van het scenario kan hanteren en daarop terugvoeren. Voor het 'gemiddelde' leerproces van de leerlingen betekent dit dat het scenario voorziet in een voldoende adequate anticipatie op door hen te zetten leerstappen, zodat er bij hen geen blijvende blokkades voor zullen komen, met daaruit resulterende begripsforceringen.
4. Zowel het lesmateriaal als het scenario zijn te downloaden van <http://www.cdbeta.uu.nl>, kies Natuurkunde | Downloads | Lessenserie verpakking.
5. En ook aan het in de tijdgeest passende idee dat leerlingen ten aanzien van vele zaken misconcepties zouden hebben. Deze vooronderstelling maakt namelijk zichzelf waar, leerlinguitspraken worden dan ook in die zin geïnterpreteerd (zie Lijnse & Klaassen, 1995).
6. Het bestek van dit artikel laat een gedetailleerde empirische onderbouwing van deze resultaten niet toe. Zie daarvoor Kortland (2001).
7. Deze methode van reconstructie kan uiteraard niet meer opleveren dan een hypothese over hoe het feitelijke onderwijsleerproces had kunnen verlopen. De geloofwaardigheid van deze hypothese neemt echter toe naarmate we er beter in slagen een gereconstrueerd scenario te ontwerpen dat enerzijds zo dicht mogelijk blijft bij wat er feitelijk is gebeurd en anderzijds een zo redelijk mogelijk didactisch verloop schetst. Indien dit lukt, is de veronderstelling gerechtvaardigd dat de onderliggende didactische structuur niet wezenlijk hoeft te worden veranderd. Uiteindelijk kan natuurlijk alleen een herhaald didactisch experiment hierover voldoende uitsluitsel geven.
8. Deze controversie had – achteraf gezien – waarschijnlijk kunnen worden opgelost door te zeggen dat storten en verbranden inderdaad (zoals de leerlingen naar voren brachten) vervuilend is als het gaat om huishoudelijk afval, maar dat dit niet of veel minder geldt voor het verpakkingsafval in dat huishoudelijk afval. Dit is echter niet gebeurd.

English summary

Designing a didactical structure for a problem-posing approach to teaching decision making about the waste issue

In a science-technology-society approach to science education, decision making is one of the consistently emphasised skills. This implies that science knowledge should help students in their decision making about science/technology-related social issues. About a decade ago the *Centre for Science and Mathematics Education* (Cdβ) at Utrecht University decided to start a small-scale research study with the aim of addressing this topic: just what might this 'decision making' mean, how to teach/learn it, and what to expect of it in a target population of grade 8, middle-ability students?

This paper will briefly outline the motives for undertaking this study, and more extensively address its method of *developmental research* and its product in terms of an empirically based topic-specific *didactical structure* – specific attention will be paid to the design of the teaching/learning sequence and its classroom test.

Dankwoord

Met dank aan Tom van den Brink (College De Heemlanden, Houten) en zijn leerlingen voor het uitvoeren van de beide praktijktests van het lespakket.

Literatuur

- Baron, J. & Brown, R.V. (Eds.) (1991). *Teaching decision making to adolescents*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Boekaerts, M. & Simons, P.R.J. (1993). *Leren en instructie – Psychologie van de leerling en het leerproces*. Assen: Dekker & Van de Vegt.
- Carroll, J.S. & Johnson, E.J. (1990). *Decision research – A field guide*. London: Sage.
- CHE (1990). *Advies kerndoelen voor de basisvorming in basisonderwijs en voortgezet onderwijs*. Lelystad: Commissie Herziening Eindtermen (CHE).
- Duit, R. & Treagust, D.F. (1998). Learning in science – From behaviourism towards social constructivism and beyond. In B.J. Fraser & K.G. Tobin (Eds.), *International handbook of science education* (pp. 3-25). Dordrecht: Kluwer.
- Eijkelhof, H.M.C. (1990). *Radiation and risk in physics education*. Utrecht: CDβ Press.
- Eijkelhof, H.M.C. & Kortland, J. (1988). Broadening the aims of physics education. In P.J. Fensham (Ed.), *Development and dilemmas in science education* (pp. 282-305). London: Falmer Press.
- Fleming, R. (1987). How students reason in socioscientific issues. In I. Lowe (Ed.), *Teaching the interactions of science, technology and society* (pp. 313-318). Melbourne: Longman Cheshire.
- Gouran, D.S. & Hirokawa, R.Y. (1996). Functional theory and communication in decision-making and problem-solving groups. In R.Y. Hirokawa & M.S. Poole (Eds.), *Communication and group decision making* (pp. 55-80). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Gravemeijer, K.P.E. (1994). *Developing realistic mathematics education*. Utrecht: CDβ Press.
- Janssen, F.J.J.M. (1999). *Ontwerpend leren in het biologieonderwijs*. Utrecht: CDβ Press.
- Joyce, B. & Showers, B. (1988). *Student achievement through staff development*. New York: Longman.
- Klaassen, C.W.J.M. (1995). *A problem-posing approach to teaching the topic of radioactivity*. Utrecht: CDβ Press.
- Kortland, J. (1996). An STS case study about students' decision making on the waste issue. *Science Education*, 80, 673-689.
- Kortland, J. (1997). Garbage: dumping, burning or reusing/recycling – Students' perception of the waste issue. *International Journal of Science Education*, 19, 65-77.
- Kortland, J. (2001). *A problem-posing approach to teaching decision making about the waste issue*. Utrecht: CDβ Press.
- Lijnse, P.L. (1994). Probleemoplossen en algemene vaardigheden: een poging tot discussie. *Tijdschrift voor Didactiek der β-wetenschappen (TDβ)*, 12 (3), 246-260.
- Lijnse, P.L. (1995). 'Developmental research' as a way to an empirically based 'didactical structure' of science. *Science Education*, 79 (2), 189-199.
- Lijnse, P.L. & Klaassen, C.W.J.M. (1995). Over het interpreteren van leraar- en leerlinguitspraken in natuurwetenschappelijk onderwijs. *Tijdschrift voor Didactiek*

der β -wetenschappen, 13, 38-63.

Ogborn, J. (1997), Constructivist metaphors of learning science. *Science & Education*, 6, 121-133.

Perkins, D.N. & Salomon, G. (1989). Are cognitive skills context-bound? *Educational Researcher*, 16, 16-25.

Ratcliffe, M. (1997). Pupil decision-making about socio-scientific issues within the science curriculum. *International Journal of Science Education*, 19, 167-182.

Vollebregt, M.J. (1998). *A problem posing approach to teaching an initial particle model*. Utrecht: CD β Press.

Westbroek, H.B., Bulte, A.M.W. & Pilot A. (2001). Development of a prototype module: an example of a new vision on an A-level chemistry curriculum. In O. de Jong, E.R. Savelsbergh & A. Alblas (Eds.), *Teaching for scientific literacy – Context, competency, and curriculum* (pp. 27-40). Utrecht: CD β Press.