

WOUDSCHOTEN

'98

Motiveren voor Natuurkunde

Verslag Woudschoten Conferentie 1998

Werkgroep Natuurkunde-Didactiek

**Buijs Ballotlaboratorium
Princetonplein 5
3584 CC Utrecht
Tel.: 030-2531179**

Bestuur

Voorzitter:	H.M.C. Eijkelhof
Penningmeester:	J. Kortland
Leden:	M. Bollen
	F. Budding
	J. Hellemans
	G. Munters
	M. Vloemans
	P.J. Wippoo

Verslag

Redactie:	J. Kortland, F. Budding, G. Munters
Typewerk/layout:	W. van Eijsden
Foto's:	J.J. Wijnmalen
Omslag:	Brouwer, Utrecht

Inhoud

Inhoud			
Programma			
Voorwoord	1		
Erelid	2		
Lezingen			
Beeldvorming over jongeren <i>W. Meeus</i>	5		
Techniek motiveert, ook bij natuurkunde <i>C. de Beurs & A. van Osch</i>	11		
Motiveren voor het mysterie <i>G. Schilling</i>	17		
β -waaier, β -convenant en profielen <i>F.H.P.M. Habraken</i>	19		
Inhoudelijk motiveren van leerlingen <i>R.J. Genseberger en C.W.J.M. Klaassen</i>	21		
Wetenschap op TV voor een breed publiek: De Kip of Het Ei <i>L. Leemans</i>	29		
Werkgroepen			
1. Groepsopdrachten gericht op begripsontwikkeling <i>C. van Boxtel</i>	33	12. Fysica en speelgoed <i>M. Beddegenoodts, M. Heines & J. Hellemans</i>	55
2. SENSOR! Meten en verwerken met de computer <i>P. Noordzij</i>	39	13. Newton motiveert <i>H. van Bergen & P. Over</i>	57
3. De grafische rekenmachine in de natuurkundeles <i>P. van Wijlick</i>	40	14. Nieuwe mogelijkheden met de grafische rekenmachine <i>C. Baars & J. van 't Spijker</i>	58
4. Wordt natuurkunde leuker met een examendossier? <i>L. Heimel</i>	43	15. Een actief en zelfstandig printerpoortje <i>H. van Bergen</i>	60
5. Studievaardigheden <i>H. Bruijnesteijn</i>	44	19. Kunst en wetenschap <i>M. Bruinvels & I. Mottier</i>	61
6. ANW: inzicht in motieven van natuurwetenschappers? Een ronde langs de methodes <i>A. Veldkamp & L. Heimel</i>	46	20. Natuurkunde, niet alleen voor studejjes! <i>J. Leisink en J. Michels</i>	63
7. Arbo in de natuurkundeles <i>F. Budding</i>	48	21. Wat te doen met een hint? <i>H.J. Pol & W. Versteegen</i>	64
8. Zelfstandig open onderzoek is het doel, niet het middel <i>P. Dekkers & J. Buning</i>	49	22. De leerlingenhandleiding bij systematische natuurkunde in 4-VWO. Wat moeten leerlingen met die paragraafvragen, -schema's en -puzzels? <i>J.W. Drijver</i>	66
10. Gebruik van het wiskundepakket MAPLE V in het onderwijs van de natuurwetenschappen <i>P. Dedeckere</i>	53	24. Motiveren van mezelf en mijn leerlingen <i>H. Vos</i>	69
		27. Sterrenkunde voor natuurkunde en algemene natuurwetenschappen <i>G. Schooten & R. Wielinga</i>	71
		29. Wat maakt natuurkunde aantrekkelijker en toegankelijker voor meisjes (en 'andere' jongens)? <i>A. Taillie & G. Joukes</i>	75
		30. Een duik in de natuurkunde <i>R. Remkes, R. Slagter & F. Wolters</i>	78
		31. HBO-natuurkunde studenten op stage bij het bedrijfsleven <i>F. Bouts</i>	80
		32. Kiezen, hoe doe je dat? <i>C. Drukker & J. Flokstra</i>	81
		35. Internationalisering en zinvol gebruik van ICT met Science across Europe/the World <i>L. Schoen, K. Tijdink & N. Cranendonk</i>	82
		37. Coach Junior – experimenten in basisvorming en bovenbouw <i>P. Geerke</i>	84
		Marktinformatie practicummateriaal	
		Deelnemerslijst	

Verslag Woudschotenconferentie

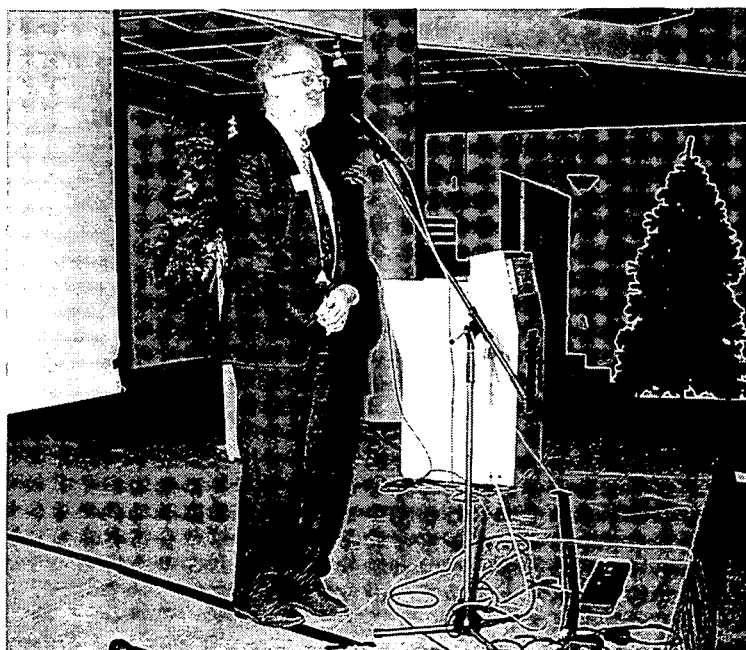
Na elke Woudschotenconferentie verschijnt een verslag. En meestal blijft er uiteindelijk een beperkt aantal exemplaren over. Van de volgende conferenties hebben we nog verslagen in voorraad:

- Natuurkunde en gezondheid (1997)
- Natuurkunde-didactiek in het studiehuis (1996)
- Natuurkunde en sport (1995)
- Practica (1994)
- Natuurkunde uit de kunst (1993)
- Verschil moet er zijn (1992)
- Werken met de WEN (1991)
- 1965-1990-2015 in het natuurkunde-onderwijs (1990)
- Computers in het natuurkunde-onderwijs (1989)
- Basisvorming (1988)

Bestellen van één of meer van deze conferentieverslagen kan door het overmaken van f 20,- per verslag op girorekening 554757 t.n.v. penningmeester Werkgroep Natuurkunde Didactiek te Utrecht, o.v.v. het jaartal en (bij bestelling van meer dan één exemplaar van een verslag uit een bepaald jaar) het aantal. De bestelde verslagen worden u zo spoedig mogelijk na ontvangst van uw overschrijving toegezonden.

Programma

33^e Woudschoten Conferentie



Vrijdag 11 december

- 12.30 - 14.00 uur Ontvangst
- 14.00 - 14.10 uur Opening van de conferentie door de
voorzitter van de Werkgroep
Natuurkunde-Didaktiek,
Prof.dr. H.M.C. Eijkelhof
- 14.10 - 14.20 uur Informatie over de conferentie door de
conferentievoorzitter,
Drs. P. Molenaar
- 14.20 - 15.10 uur Plenaire lezing door
Prof.dr. W.H.J. Meeus: Jongeren en
leerlingen in Nederland op de drempel
van het millennium
- 15.10 - 15.20 uur Uitreiking erelidmaatschap WND
- 15.20 - 16.00 uur Thee
- 16.00 - 17.00 uur Keuze uit drie lezingen:
- **Ir. C. de Beurs**: Techniek
 motiveert, ook bij natuurkunde
- **Dr. E. Swinbank**: Salters Horners
 Advanced Physics
- **Dr. W.A.J.M. Kuiper**: Wiskunde &
 Science Literacy: Nederlandse
 TIMSS-resultaten in internationale
 context
- 17.00 - 17.30 uur Aperitief
- 17.30 - 19.15 uur Diner
- 19.30 - 21.00 uur Werkgroepen
- vanaf 19.30 uur Markt

Zaterdag 12 december

7.45 - 8.45 uur	Ontbijt
9.00 - 9.50 uur	Plenaire lezing door Drs. G. Schilling : Motiveren voor het mysterie
10.00 - 10.50 uur	Keuze uit drie lezingen: <ul style="list-style-type: none">- Dr. C. Wilson: Giant pandas and physics teachers - protecting endangered species?- Prof.dr. A. Polman: Het optisch akkoord. Nieuwe ontwikkelingen in de natuurkunde met muziek geïllustreerd- Dr. R.J. Genseberger en Dr. C.W.J.M. Klaassen: Wat, waarom en waarheen?
10.50 - 11.20 uur	Koffie
11.20 - 12.45 uur	Werkgroepen
12.45 - 13.45 uur	Lunch
13.45 - 14.40 uur	Keuze uit drie lezingen: <ul style="list-style-type: none">- Drs. M. Jansen: Beelden van Techniek- Dhr. D. Dijkstra: De positie van de natuurwetenschappen na invoering van de tweede fase op het Zernike College- Dhr. L. Leemans: De Kip of Het Ei
14.40 - 15.00 uur	Thee
15.00 - 15.30 uur	Cabaret: Meneer de Bruin en Van de Ven
15.30 - 15.40 uur	Sluiting van de conferentie
16.00 uur	Vertrek bus naar station Leiden

Voorwoord

In natuurkundige kringen maakt men zich zorgen over het imago van de natuurkunde. Men vreest dat het aantal studenten dat natuurkunde gaat studeren in de toekomst nog verder zal dalen en dat vormt een bedreiging voor de bèta-disciplines in het algemeen en natuurkunde in het bijzonder.

Tal van oorzaken worden aangehaald, maar niemand lijkt echt te weten welke factoren in welke mate een rol spelen.

Het leek ons geen goed idee een Woudschotenconferentie te wijden aan speculatie over dit soort oorzaken. Wij hebben daarom gekozen voor het uitgangspunt dat het in het vermogen van leraren en vakdidactici ligt een bijdrage te leveren aan het motiveren van leerlingen voor het vak natuurkunde. Plezier hebben in het leren en onderwijzen van natuurkunde vinden we daarbij nog belangrijker dan het aantal eerstejaars studenten.

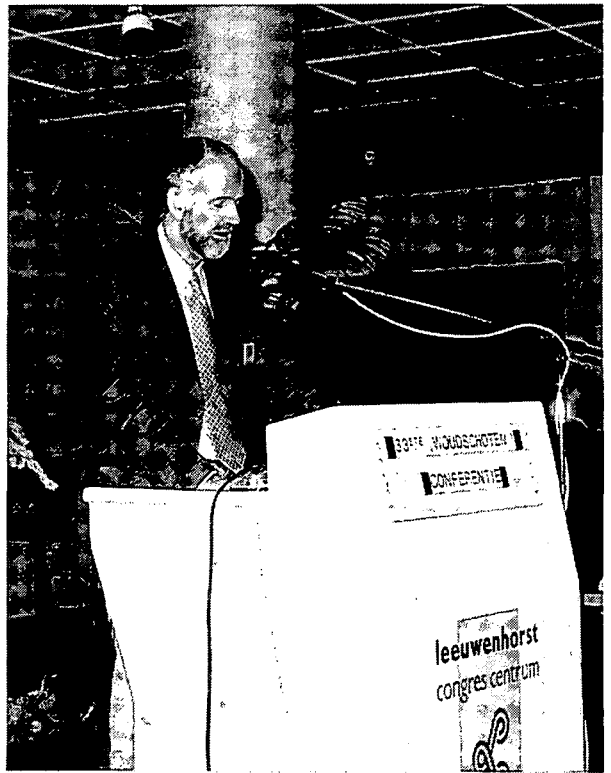
We hebben daarbij de hulp ingeroepen van een deskundige op het gebied van jeugdcultuur, een schoolleider, een onderwijskundige, een universitaire opleidingsdirecteur, een jonge onderzoeker, wetenschapsjournalisten en binnen- en buitenlandse curriculumontwikkelaars. Zij hebben de lezingen gegeven tijdens de conferentie. In de 39 werkgroepen werd door vele anderen een bijdrage geleverd.

Uit de evaluatie bleek dat lezingen en werkgroepen in het algemeen gewaardeerd werden, al was uiteraard niet iedereen het eens met de gedane aanbevelingen voor vernieuwing van het natuurkunde onderwijs.

Tijdens de conferentie werd Jenny Andriese tot erelid benoemd vanwege haar vele verdiensten voor de werkgroep. Haar opvolgster Wilma van Eijnsden liet zien dat de conferentie ook op haar manier prima kon worden georganiseerd.

Onze dank gaat verder uit naar voorzitter Piet Molenaar en naar de Stichting Physica, die weer zorgde dat vele jonge leraren-in-opleiding de conferentie konden bijwonen.

Harrie Eijkelhof
voorzitter WND



Erelid



Dames en heren,

De Werkgroep Natuurkunde-Didactiek bestaat nu 48 jaar en in die bijna halve eeuw is slechts aan vijf personen het erelidmaatschap toegekend: de heren Krans, Lignac, Steller, Hooymayers en Créton. De laatste twee hebben dit erelidmaatschap 14 jaar geleden gekregen. Het is de bedoeling vandaag iemand toe te voegen aan dit gezelschap van mensen die veel voor de Werkgroep hebben betekend.

Het gaat dit keer niet om iemand met wetenschappelijke verdiensten en niet om een man. Zij heeft geen practicumproeven ontwikkeld, is niet gepromoveerd, heeft nooit college didactiek en zelfs nooit natuurkundelessen gegeven. Lezingen of werkgroepen tijdens de conferenties heeft ze nooit verzorgd.

Ze heeft wel 22 keer de conferentie bijgewoond. U kent haar stem en haar gezicht. Het gaat om Jenny Andriese.

Beste Jenny, je hebt niet zomaar de conferenties bijgewoond: je hebt tot vorig jaar al die conferenties georganiseerd, ze mee laten groeien van de 248 deelnemers in 1977, je eerste conferentie, tot zo'n 500 de laatste jaren.

Je hebt:

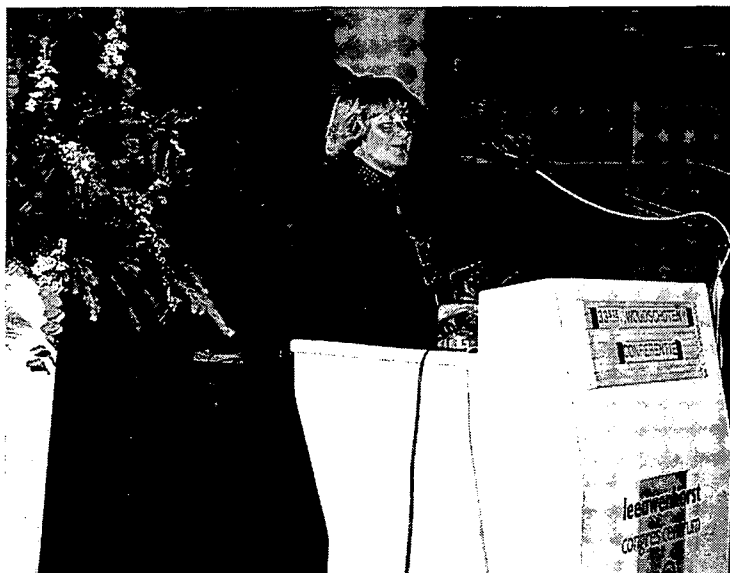
- alle leden van het bestuur van de werkgroep zien gaan en komen,
- in totaal bijna 8000 deelnemers ingeschreven,
- diverse fotografen versleten tot je je eigen Jos maar hebt ingezet,
- je eigen manier ontwikkeld om de conferentie te draaien,
- het verslag een steeds professioneler aanzien gegeven, waarbij het niet altijd meeviel bij het uitzoeken van de foto's de juiste naam te vinden bij de afgebeelde personen,
- lastige deelnemers afgepoeierd,

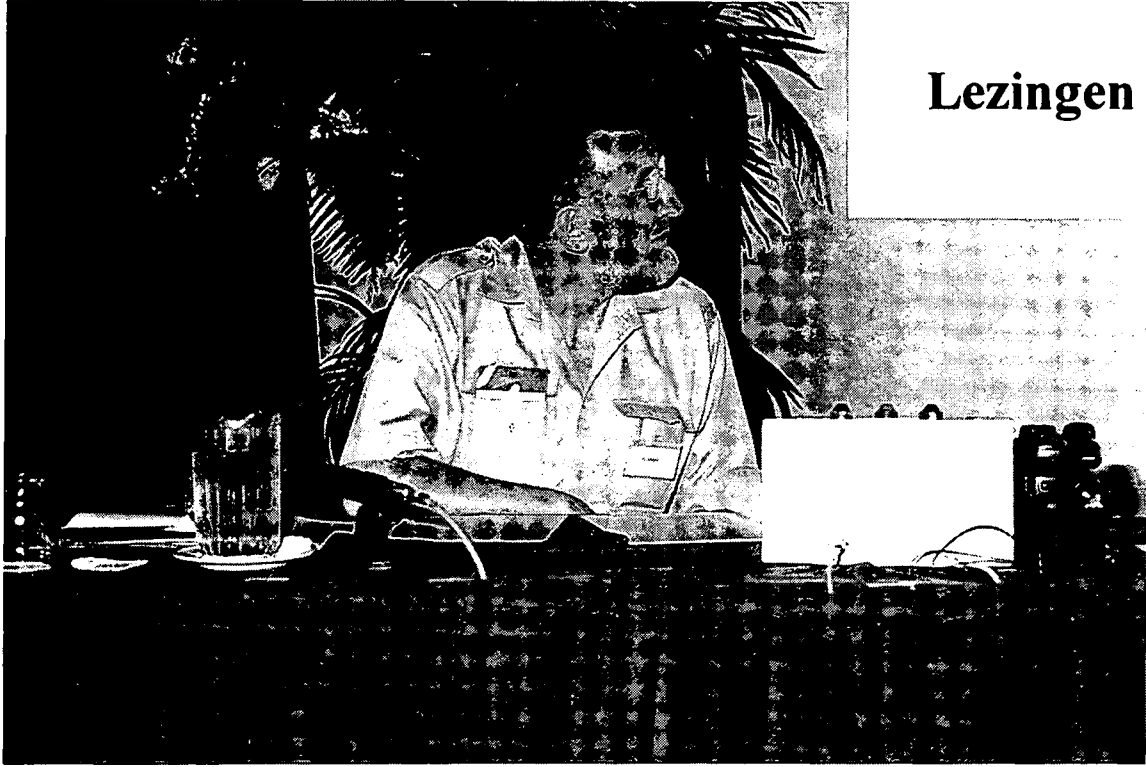
- je met chocolaatjes laten omkopen door doortrapte docenten,
- sfeer gemaakt in de werkgroep en zeker ook in de bar tijdens de conferenties,
- je aan drie voorzitters moeten aanpassen,
- en studenten betrappt die bij het draaien van 06-nummers op hun kamer in slaap waren gevallen en zonder te betalen vertrokken waren (dit laatste als waarschuwing voor de nieuwe generatie: wij achterhalen u en uw nummers).

Voor alle duidelijkheid, Jenny is niet gestopt omdat ze er geen zin meer in had, wat ik me zou kunnen voorstellen, maar omdat ze een andere functie heeft aanvaard, als hoofd van het Bureau Onderwijszaken van de Utrechtse faculteit Natuur- en Sterrenkunde.

Het bestuur van de Werkgroep is van mening dat jij het erelidmaatschap verdient. Ik ga hier publiekelijk geen cadeaus staan uitdelen, dat laat ik graag aan TV-shows over. Je krijgt wel iets moois maar dat doen we in een meer intiem etentje met het Bestuur. Het grootste cadeau echter voor ereleden is, zoals je weet, dat je bij deze voor alle volgende conferenties bent uitgenodigd. We hopen dat je nog vaak gebruik zult maken van die uitnodiging en je hoeft niet eens achter de balie te helpen, al mag het wel.

Jenny, heel hartelijk bedankt.





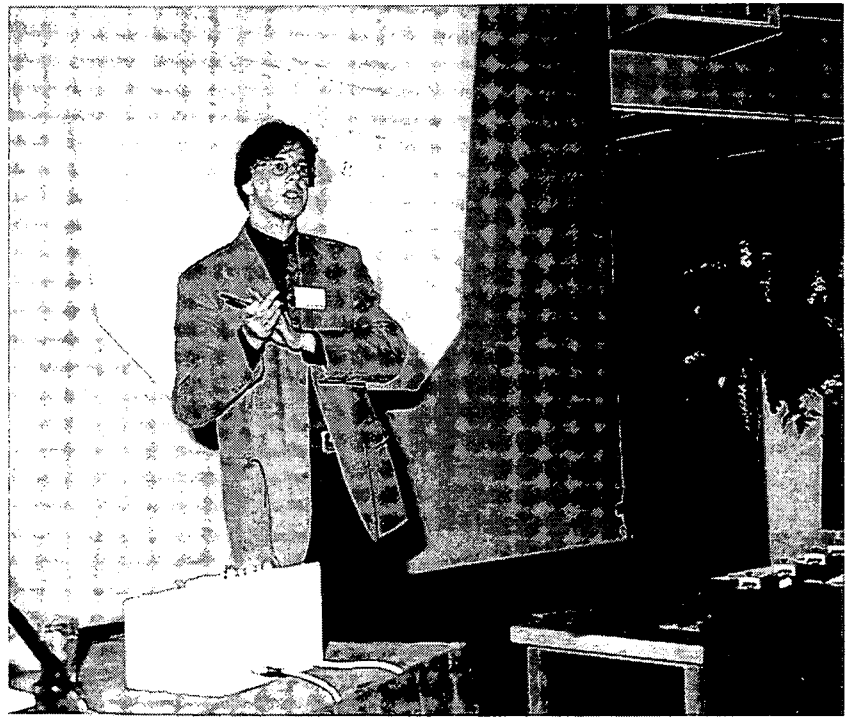
Het Optisch Akkoord

De keuzelezing van prof.dr. A. Polman is niet in dit conferentieverlag opgenomen. Belangstellenden kunnen de tekst van zijn oratie *Het Optisch Akkoord* bestellen bij de Bibliotheek FOM-Instituut AMOLF, Kruislaan 407, 1098 SJ Amsterdam.



Beeldvorming over jongeren

W. Meeus



Beelden en feiten omtrent de jeugd

Over de Nederlandse jeugd bestaan een aantal onterechte negatieve beelden. In figuur 1 geven we enkele van deze

beelden en als contrast de relevante feiten, deels ontleend aan ter Bogt, 1993.

<i>Beeld</i>	<i>Feit</i>
• jongeren zijn lui	• tussen 55 en 57% van de scholieren heeft een bijbaantje (de Zwart & War-naar, 1993)
• jongeren zijn crimineel	• de jeugdcriminaliteit is na 1983 gedaald of hetzelfde gebleven (Junger-Tas, Kruissink & van der Laan, 1992)
• de vreemdelingenhaat onder jongeren neemt toe	• de vreemdelingenhaat is vanaf 1980 niet toegenomen; jongeren vertonen niet meer vreemdelingenhaat dan hun ouders (Vollebergh, Raaijmakers & Meeus, 1995)
• jongeren zetten zich af tegen ouders en volwassenen	• tachtig procent van de jongeren heeft een goede tot zeer goede relatie met de ouders (Meeus & 't Hart, 1993)

Fig. 1 Negatieve beelden en relevante feiten omtrent de Nederlandse jeugd.

De feiten spreken de beelden tegen. Ter relativering van deze negatieve beeldvorming zou kunnen worden aangevoerd dat het hier vluchtige beelden in de publieke opinie betreft. Deze relativering is niet terecht: het gaat om persistente beelden die ook in de wetenschap terug te vinden zijn.

Beelden en feiten omtrent de jeugd in de wetenschap
Reeds in 1970 constateert Adelson dat ook in het jeugdonderzoek sprake is van negatieve beeldvorming over de jeugd. De meeste jeugdexperts weten volgens hem alleen iets over specifieke groepen jongeren: druggebruikers, jeugdcriminelen of drop-outs. Wetenschappelijke congressen hebben dan ook veel weg van ontmoetingsplaatsen waar jeugdonderzoekers met elkaar roddelen over de specifieke probleemjongeren die ze toevallig

kennen. Bovendien gaat het dan ook nog eens vaak over jongeren uit de middenklasse. Het gevolg hiervan is dat ook in de wetenschap de jeugd als probleemjeugd verschijnt en de negatieve beeldvorming over jongeren overheerst.

Alhoewel deze beeldvorming niet juist is, komt ze niet uit de lucht vallen. De theorieën die in de loop van deze eeuw over jongeren zijn geformuleerd, hebben aan deze beeldvorming bijgedragen. Ik doel hier op enkele belangrijke concepten uit de adolescentiepsychologie en de jeugdsociologie, te weten identiteitscrisis en generatieconflict.

Het centrale onderwerp uit de adolescentiepsychologie is de identiteitsontwikkeling. Het betreft de vraag hoe jongeren een stabiele zelfdefinitie, een positief zelfbeeld en een welomschreven toekomstperspectief ontwikkelen.

De psychodynamicus Erikson (1968) geldt als de 'uitvinder' van het begrip identiteit. Hij heeft de identiteitsontwikkeling gedefinieerd als de belangrijkste ontwikkelingsstaak in de adolescentie. Typerend voor de visie van Erikson is dat identiteit niet zomaar verworven wordt, maar pas tot stand komt na een periode van identiteitsverwarring. Onzekerheid, ambivalentie en twijfel aan de eigen vaardigheden moeten worden overwonnen alvorens van een stabiele identiteit sprake kan zijn. Kortom, een identiteitscrisis is voorwaarde voor de identiteitsontwikkeling.

Empirische studies naar identiteit, gezondheid en welbevinden in de adolescentie (Offer, 1969; Offer, Ostrov, Howard & Atkinson, 1988; Rutter, Graham, Chadwick & Yule, 1976; Siddique & D'Arcy, 1984) bieden echter geen steun aan Erikson's idee over identiteitscrisis. Een typisch en steeds weer gevonden onderzoeksresultaat is dat ongeveer tachtig procent van de jongeren een gezonde ontwikkeling doormaakt, zonder in enigerlei vorm van crisis te geraken. In de empirische uitwerkingen van de identiteitstheorie is het begrip identiteitscrisis dan ook vervangen door exploratie. Niet een identiteitscrisis maar de verkenning van verschillende ontwikkelingsmogelijkheden geldt als voorwaarde voor een gezonde identiteitsontwikkeling.

Hoewel Mannheim 'Das Problem der Generationen' al in 1928 publiceerde, wordt generatieconflict pas in de jaren veertig een thema van enig belang in de jeugsociologie. Davis (1940), Parsons (1942) en later Eisenstadt (1956) constateren dat het conflictpotentieel tussen de oudere en jongere generatie groeit en dat jeugdigen minder vanzelfsprekend de waarden en oriëntaties van hun ouders overnemen. De culturele omwentelingen van de jaren zestig en de opvallende rol van jongeren hierin bezorgen de jeugsociologie haar 'finest hour'. Het generatieconflict lijkt een niet weg te branden verschijnsel.

De kritiek op de stelling van het generatieconflict laat echter ook niet lang op zich wachten. Bandura (1964) stelt dat het generatieconflict berust op de waarneming van oppervlakkige verschijnselen. Als men afgaat op direct zichtbare uitingen van non-conformiteit zoals opvallende kleding en haardracht, dan is een generatiekloof snel te constateren. Daarmee is nog niet aangetoond dat de relatie tussen jongeren en hun ouders en tussen de jongere en oudere generatie slecht is.

Onderzoek heeft over het algemeen een bevestiging opgeleverd voor de stelling van Bandura. Ik vat dit samen in drie punten:

- Uit zowel studies uit de jaren zestig (Douvan & Adelson, 1966), de jaren zeventig, (Niles, 1979) en tachtig (Richardson, Galambos, Schulenberg & Petersen, 1984) blijkt dat de overgrote meerderheid van de jongeren een positieve relatie heeft met hun ouders. Recent Nederlands onderzoek (van der Linden en Dijkman, 1989; Meeus, 1989) rapporteert dezelfde bevindingen.

- Impliciet in de these van de generatiekloof is de veronderstelling dat ouders en leeftijdsgenoten een conflicterende invloed hebben op jongeren. Deze zogenaamde conflicthypothese is voor het eerst gerelativeerd in een studie van Kandel en Lesser uit 1969. Zij vonden dat de invloed van ouders en leeftijdsgenoten niet negatief maar licht positief was gecorreleerd. De invloed van ouders en leeftijdsgenoten is dus niet strijdig met elkaar, maar eerder neutraal of in overeenstemming. In recent eigen onderzoek (Meeus, 1989) is het resultaat van Kandel en Lesser voor Nederlandse jongeren gerepliceerd.

- Conflicten tussen jongeren en hun ouders kunnen een leeftijdseffect zijn, maar ook een stabiel kenmerk van de ouder-kind relatie. Recent gepubliceerd longitudinaal onderzoek uit Zweden (Stattin & Klackenborg, 1992), waarin kinderen van het eerste tot het achttiende levensjaar jaarlijks werden ondervraagd, wijst duidelijk in de richting van de stabiliteitshypothese. Ongeveer 65% van de jongeren met conflicten bleek ook als kind al een conflictueuze verhouding tot de ouders te hebben gehad. We kunnen concluderen dat ook in de wetenschap het negatieve beeld over jongeren krachtig aanwezig is. Tegelijkertijd is de constatering op haar plaats dat vanaf het einde van de zestiger jaren in de wetenschap een tegengeluid klinkt. Deze 'stem' baseert zich vooral op empirisch onderzoek en benoemt de problemen van jongeren op een nuchtere wijze zonder in negatieve stereotiepen te vervallen.

Beeldvorming in het Nederlandse jeugdonderzoek

Geldt de kritiek van Adelson ook voor het Nederlandse jeugdonderzoek? Concentreert het nationale jeugdonderzoek zich ook op 'atypical fractions' van de jeugd, specifieke probleemjongeren? Ter beantwoording van deze vraag ga ik opnieuw terug in de tijd.

Van der Linden (1978) heeft een inventarisatie gemaakt van het Nederlandse jeugdonderzoek 1965-1975. Hij constateert een ad-hoc tendens: het merendeel van het onderzoek richt zich op actuele problemen van en met de jeugd. Het blijkt dat 'de thema's van het jeugdonderzoek niet voortkomen uit een visie, een plan, een systematiek, maar voor een groot deel een hijgend achter de maatschappelijke ontwikkelingen, incidenten en catastrofes aanlopen lijkt te zijn' (1978, p. 6).

Abma (1985, 1986) inventariseerde het Nederlandse jeugdonderzoek tussen 1945 en 1985. Hij constateert een sterke toename van het onderzoeksvolume en een toenemende specialisering, versnippering en praktijkgerichtheid van het onderzoek. Het richt zich steeds meer op deelproblemen van jongeren (sexualiteit, gezin, onderwijs) terwijl in de eerste decennia na de oorlog deze problemen vaker in hun onderlinge samenhang werden onderzocht. Het oplossen van een concreet probleem van en met jongeren wordt steeds vaker het motief voor een

onderzoek: 'Daar waar de jeugd een probleem dreigt te worden wordt een onderzoek ingesteld' (1986, p. 213). Het gebrekkige theoretische karakter van het Nederlandse jeugdonderzoek bleek ook uit het verloop van het promotie-onderzoek van Abma. Het was onmogelijk om op basis van onderzoeksgegevens een theoretisch-interpretatieve studie te maken van de ontwikkeling van naoorlogse jeugdsubculturen (Abma 1990, p. 9).

De inventarisatie van het Nederlandse jeugdonderzoek 1982-1987 (Ditte, 1988a) en het hierover geschreven trendrapport (Ditte, 1988b) ondersteunen de conclusies van Abma. Ook Ditte beschrijft het jeugdonderzoek als ad-hoc en gericht op actuele problemen van jongeren. De inventarisaties van het jeugdonderzoek 1988-1989 (Ditte, 1989) en 1990-1991 (Ditte, 1992) laten wat dat betreft geen sterke verandering zien.

Uit dit overzicht komt een vrij eenduidig beeld naar voren over het na-oorlogse Nederlandse jeugdonderzoek:

- het is probleemgericht en de nadruk valt op ad-hoc problemen
- in toenemende mate wordt het onderzoek opgezet met het oog op interventies in groepen van probleemjongeren
- de specialisering in het onderzoek wordt sterker; steeds vaker richt het zich op deelgebieden van het jeugdleven
- het theoretisch gehalte van het onderzoek is gering.

Kortom: het oordeel van Adelson over het Nederlandse jeugdonderzoek zou ook zeer kritisch geweest zijn. We beschikken over een gefragmenteerd, a-theoretisch kennisbestand over steeds wisselende probleemgroepen van jongeren. Ook in Nederland heeft de wetenschap een bijdrage geleverd aan de negatieve beeldvorming over jongeren: op basis van onderzoek naar probleemgroepen jongeren wordt de gehele jeugd tot probleemcategorie verklaard. Ook hier kan echter terecht worden geconstateerd dat met name de laatste vijf jaar het negatieve beeld over jongeren wordt genuanceerd. Diverse publicaties (ter Bogt & van Praag, 1992; du Bois-Reymond, Peters & Ravesloot, 1994; Meeus & 't Hart, 1993; van Praag, 1993) laten zien dat het met de meerderheid van de Nederlandse jeugd goed gaat.

Waarom?

Samengevat heb ik in het bovenstaande geconstateerd dat er zowel in de publieke opinie als in de wetenschap te vaak negatief over jongeren wordt gedacht. Waarom is dat zo? Een aantal verklaringen dienen zich aan.

- Uit de resultaten van het nationale onderzoek 'Opvoeden in Nederland in de jaren negentig' dat aan de universiteiten van Utrecht en Amsterdam onder leiding van Rispens, Meeus en Hermanns is uitgevoerd, blijkt dat ouders de adolescentie de moeilijkste periode in de opvoeding vinden.

Ontwikkelingspsychologisch onderzoek naar relaties van jongeren met ouders en leeftijdsgenoten (Youniss & Smollar, 1985) geeft hiervoor als verklaring dat ouders moeite ermee hebben om op basis van gelijkheid met hun adolescente kinderen om te gaan. Afstand doen van de positie van de wijze én machtige opvoeder is blijkbaar erg moeilijk.

Een andere verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat in de adolescentie in zekere zin de rekening van de opvoeding wordt gepresenteerd. In de adolescentie wordt op een niet te miskennen wijze duidelijk hoe jongeren er persoonlijk en maatschappelijk voorstaan. Het is een periode waarin de resultaten van de opvoeding steeds duidelijker worden en ouders hun wijze van opvoeden evalueren. Twijfels en onzekerheid kunnen dan gemakkelijk naar boven komen.

- Omdat jongeren maatschappelijk nog ongebonden zijn, zijn ze buitengewoon gevoelig voor maatschappelijke verandering. Ze pikken nieuwe trends het snelst op en zijn meer dan volwassenen ook bereid de nieuwe ontwikkelingen in woord en daad te ondersteunen. Nieuwe maatschappelijke ontwikkelingen worden door volwassenen in de regel met veel meer scepsis bekeken omdat ze een breuk met vertrouwde patronen betekenen. De weerstand van volwassenen tegen maatschappelijke vernieuwing wordt dan al gauw op de representanten van deze vernieuwing geprojecteerd: jongeren. De angst voor het nieuwe leidt zo tot een negatief beeld over jongeren bij volwassenen.

Deze negatieve beeldvorming over jongeren is empirisch goed gedocumenteerd door onderzoek van de Goede en Maassen (1986), Maassen en de Goede (1992) en Maassen en Meeus (1993). Zij vroegen jongeren en ouderen een mening te geven over de eigen en andere generatie. Bovendien werden vragen gesteld over het beeld van meisjes, jongens en - bij de ouderen - het eigen kind. Figuur 2 biedt een weergave van de belangrijkste resultaten van dit onderzoek.

Figuur 2a geeft de mening van de ouderen over de verschillende groepen. Ouderen denken positiever over de eigen generatie dan over jongeren. Over jongens denken ouderen negatiever dan over meisjes. Over de eigen kinderen oordelen ouderen beduidend positiever en het sexeverschil is dan ook niet groot meer. Deze resultaten geven aan dat ouderen een *stereotiep* negatief beeld hebben van jongeren. Stereotiep omdat het aansluit bij de algemene notie dat meisjes minder problemen veroorzaken dan jongens en omdat het negatieve beeld vooral geldt voor de categorie die de ouderen niet goed kennen, de jeugd in het algemeen. Het negatieve beeld bestaat nauwelijks meer voor de jongeren die de ouderen het beste kennen, te weten hun eigen kinderen.

Figuur 2b vergelijkt het oordeel van ouderen en jongeren over de beide generaties. De onderste lijn laat zien dat

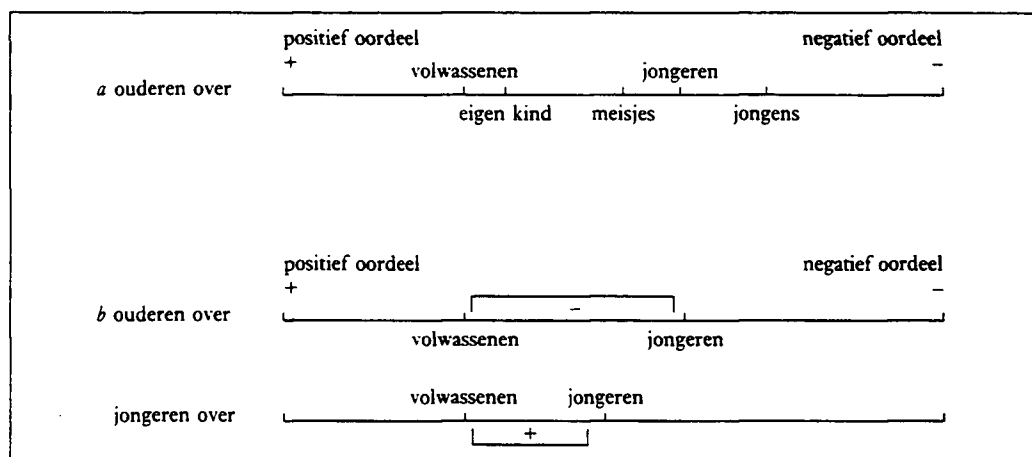


Fig. 2 Het stereotiepe negatieve beeld van ouderen over jongeren (a) en de omgekeerde generatiekloof (b): het negatieve beeld van ouderen over jongeren (-) afgezet tegen het positieve beeld van jongeren over ouderen (+). Bron: Meeus, 1994.

jongeren een *positiever* beeld hebben over ouderen dan over de eigen generatie! Vergeleken met de bovenste lijn is dit een opvallend verschil. Ouderen zijn negatiever over jongeren dan over de eigen generatie, terwijl jongeren juist positiever over de andere generatie zijn. De groep die een negatief beeld heeft van de andere generatie zijn dus de ouderen. Er bestaat dus niet alleen een negatief stereotiep beeld van jongeren bij ouderen, maar er is ook sprake van een *omgekeerde generatiekloof*. Vooral ouderen hebben een negatief beeld van de andere generatie.

De omgekeerde generatiekloof zou een verklaring kunnen bieden voor de mythe van de generatiekloof. De generatiekloof is dan een projectie van ouderen. Omdat ouderen zonder zich daar bewust van te zijn een negatief

beeld hebben van de jeugd, gaan ze ervan uit dat het omgekeerde ook het geval is: dat de jeugd negatief over ouderen denkt. Nader onderzoek zal de juistheid van deze veronderstelling moeten aantonen.

- Het merendeel van de hulpverleners en wetenschappers die werkzaam zijn in de sector jeugd, houden zich bezig met probleemjongeren. Dit geldt meer uitgesproken voor hulpverleners dan wetenschappers, maar het wetenschappelijke onderzoek naar jongeren betreft toch ook voor een groot deel problemen met adolescenten. De kans dat een voortdurende preoccupatie met probleemjongeren leidt tot een negatief beeld van de categorie jongeren in het algemeen is dan groot.

Literatuur

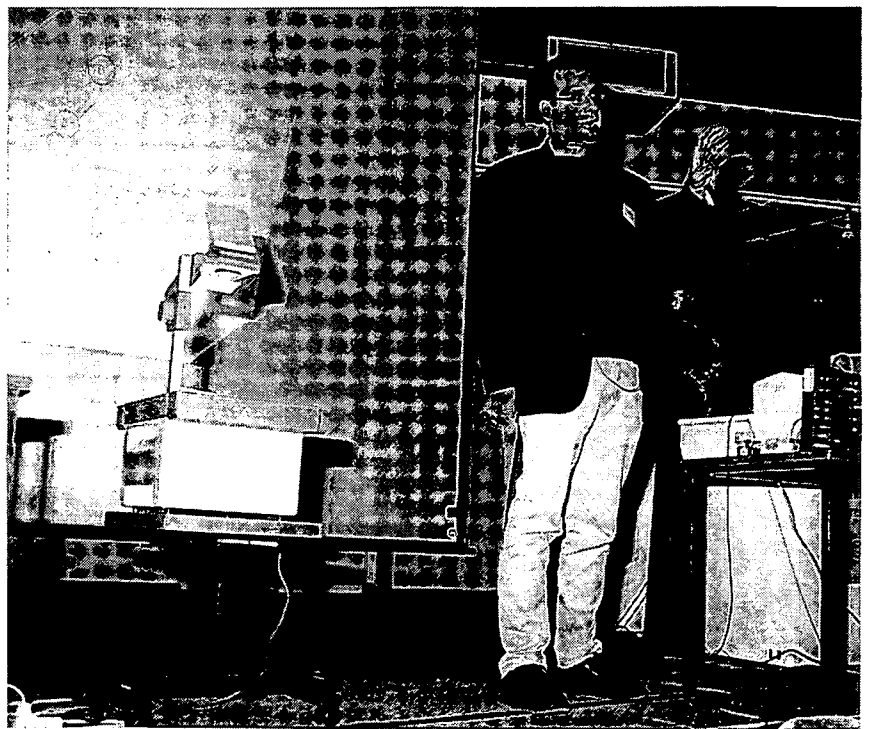
- Abma, R. (1985). *Jeugd tussen dynamiek en statistiek*. Utrecht: Intern rapport sectie Jeugdstudies.
- Abma, R. (1986). Cultuur en tegencultuur in het Nederlands jeugdonderzoek. In M. Matthijssen, W. Meeus & F. van Wel (Red). *Beelden van jeugd* (pp. 209-229). Groningen: Wolters Noordhoff.
- Abma, R. (1990). *Jeugd en tegencultuur*. Nijmegen: SUN.
- Adelson, J. (1970). What generation gap? *New York Times Magazine*, Jan. 18, p. 10 e.v.
- Bandura, A. (1964). The stormy decade: fact or fiction? *Psychology in the Schools*, 1, 224-231.
- Bois-Reymond, M. du, Peters, E. & Ravesloot, J. (1994). *Keuzeprocessen van jongeren*. 's-Gravenhage: VUGA.
- Bogt, T. ter (1993). Morele paniek over de jeugd. *Facta*, 1, (4), 18-19.
- Bogt, T. ter & Praag, C. van (1992). *Jongeren op de drempel van de jaren negentig*. Rijswijk: SCP.
- Davis, K. (1940). The sociology of parent-youth conflict. *American Sociological Review*, 5, 523-535.
- Didde, J. (1988a). *Jeugdonderzoek 1982-1987*. Amsterdam: Noord-Hollandsche.
- Didde, J. (1988b). *Trends in jeugdonderzoek 1982-1987*. Amsterdam: Noord-Hollandsche.
- Didde, J. (1989). *Jeugdonderzoek 1988-1989*. Amsterdam: Noord-Hollandsche.
- Didde, J. (1992). *Jeugdonderzoek 1990-1991*. Amsterdam: Noord-Hollandsche.
- Douván, E. & Adelson, J. (1966). *The adolescent experience*. New York: Wiley.
- Eisenstadt, S. (1956). *From generation to generation. Age groups and social structure*. Glencoe, Ill.: The Free Press.

- Erikson, E. (1968). *Identity: youth and crisis*. New York: Norton.
- Goede, M. de & Maassen, G. (1986). Jeugd en jeugdwerklozen in de publieke opinie. *Mens en Maatschappij*, 61, 185-198.
- Junger-Tas, J., Kruissink, M. & Laan, P. van der (1992). *Ontwikkeling van de jeugdcriminaliteit en de justitiële jeugd-bescherming: periode 1980-1990*. Arnhem: Gouda Quint.
- Kandel, D. B. & Lesser, G. S. (1969). Parental and peer influences on educational plans of adolescents. *American Sociological Review*, 34, 213-223.
- Linden, F. van der (1978). *Jeugdonderzoek in Nederland. Een zootje ongeregeld of het product van het vrije markt-principe*. Nijmegen: Hoogveld Instituut.
- Linden, F. van & Dijkman, Th. (1989). *Jong zijn en volwassen worden in Nederland*. Nijmegen: Hoogveld Instituut.
- Maassen, G. & Goede, M. de (1992). Intergenerational and intragenerational perception of adolescents and adults. *International Journal of Adolescence and Youth*, 3, 269-286.
- Maassen, G. & Meeus, W. (1993). De verhouding tussen jongeren en volwassenen. In W. Meeus & H. 't Hart (Red.), *Jongeren in Nederland* (pp.133-156). Amersfoort: Academische Uitgeverij.
- Mannheim, K. (1928). Das Problem der Generationen. In K. Mannheim, *Wissenssoziologie* (pp. 509-565). Berlijn/Neuwied: Luchterhand.
- Meeus, W. (1989). Parental and peer support in adolescence. In K. Hurrelmann & U. Engel (Eds.), *The social world of adolescents* (pp. 167-185). New York: De Gruyter.
- Meeus, W. & Hart, H. 't (Red.)(1993). *Jongeren in Nederland*. Amersfoort: Academische Uitgeverij.
- Meeus, W. (Red.) (1994). *Adolescentie*. Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Niles, F. (1979). The adolescent girls' perception of parents and peers. *Adolescence*, 14, 591-597.
- Offer, D. (1969). *The psychological world of the teenager*. New York: Basic Books.
- Offer, D., Ostrov, E., Howard, K. & Atkinson, R. (1988). *The teenage world*. New York: Plenum.
- Parsons, T. (1942). Age and sex in the social structure of the United States. *American Sociological Review*, 7, 604-616.
- Praag, C. van (1993). Hoe gaat het met de jeugd? *Jeugd en Samenleving*, 23, 292-309.
- Richardson, R., Galambos, N., Schulenberg, J. & Petersen, A. (1984). Young adolescents' perceptions of the family environment. *Journal of Early Adolescence*, 4, 131-153.
- Rutter, M., Graham, P., Chadwick, O. & Yule, W. (1976). Adolescent turmoil: fact or fiction? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17, 35-56.
- Siddique, C. & D' Arcy, C. (1984). Adolescence, stress and psychological well being. *Journal of Youth and Adolescence*, 13, 459-474.
- Stattin, H. & Klackenbergh, G. (1992). Family discord in adolescence in the light of family discord in childhood. In W. Meeus, M. de Goede, W. Kox & K. Hurrelmann (Eds.), *Adolescence, careers, and cultures* (pp. 143-163). New York: De Gruyter.
- Vollebergh, W., Raaijmakers, Q. & Meeus, W. (1995). Traditionele opvattingen en rechtsextremisme. Trends bij jongeren en volwassenen tussen 1970 en 1994. *Jeugd en Samenleving*, 25, 1-22.
- Youniss, J. & Smollar, J. (1985). *Adolescent relations with mothers, fathers, and friends*. Chicago: University of Chicago Press.
- Zwart, R. de & Warnaar, M. (1993). *Scholierenonderzoek 1992*. Landelijke uitkomsten rond een onderzoek naar leef-gewoonten, inkomsten, bestedings- en bezitpatronen, attitudes en tijdsbesteding onder ca. 15000 scholieren van het voortgezet onderwijs. Den Haag: Nibud.

Wim Meeus is hoogleraar jeugd en adolescentie aan de Universiteit Utrecht. Hij doet onderzoek naar de persoonlijke en sociale ontwikkeling van jongeren en redigeerde o.a. het handboek *Adolescentie* (Groningen: Wolters-Noordhoff, 1994).

Techniek motiveert, ook bij natuurkunde

*C. de Beurs &
A. van Osch*



Techniek 15+

Techniek 15+ is een landelijk project waarin verschillende instituten en een groot aantal technische vervolgopleidingen samenwerken¹.

Hoofddoel van het samenwerkingsproject is havo/vwo-leerlingen te motiveren voor techniek en voor technische vervolgopleidingen/beroepen door inbedding van ontwerponderwijs in de tweede fase havo/vwo. Voor dit doel wil Techniek 15+ tenminste het volgende realiseren:

- vorming van een fijnmazig landelijk netwerk van regionale samenwerkingsverbanden tussen vso-scholen, vervolgopleidingen en bedrijfsleven ter ondersteuning en stimulering van de techniek-activiteiten op de scholen en oriëntatie op studie en beroep
- ontwikkeling van techniekmodulen voor gebruik in de vakken algemene natuurwetenschappen, biologie, natuurkunde, scheikunde en wiskunde; aansluitend bij de door de SLO ontwikkelde leerlijn
- deskundigheidsbevordering van de docenten van de betrokken vakken door het ontwikkelen en aanbieden van regionale nascholing

¹ Het AMSTEL Instituut (UvA), de Faculteit Educatieve Opleidingen (HvU), het Onderwijskundig Centrum (UT), de SLO en 12 technische vervolgopleidingen: Fontys Hogeschool, Haagse Hogeschool, Hanzehogeschool, Hogeschool van Enschede, Hogeschool Limburg, Hogeschool Rotterdam, Hogeschool van Utrecht, Landbouw Universiteit Wageningen, Technische Universiteit Eindhoven, Technische Universiteit Delft, Rijks Universiteit Groningen en de Universiteit Twente.

- ondersteuning van de uitvoering op scholen door de ontwikkeling en verspreiding van materiaalpakketten, zo mogelijk in samenwerking met het bedrijfsleven.

Vanaf maart 1997 zijn door Techniek 15+ ontwerpmodulen ontwikkeld voor de vakken biologie, natuurkunde en scheikunde en is een Techniek 15+ internet-site gemaakt voor ondersteuning van leerlingen en docenten. Het lesmateriaal van Techniek 15+ is verkrijgbaar via de ledenservice van de NVON.

Waarom Techniek in de tweede fase?

Techniek heeft een negatief imago. Er dreigt in Nederland een structureel tekort te ontstaan aan afgestudeerde technici. Technische vervolgopleidingen kampen al jaren met een gestaag dalende instroom en landelijke of regionale voorlichtingscampagnes lijken nauwelijks effect te hebben op het keuzegedrag van leerlingen. Een substantieel deel van de technologisch getalenteerden in het voortgezet onderwijs kiest voor niet-technische vervolgstudies².

Dit geldt voor jongens en in nog sterkere mate voor meisjes³. Voorlichtingscampagnes ter verbetering van het techniekimago sorteren nauwelijks effect.

² Zie het onderzoek 'Is there a Hidden Technical Potential?', uitgevoerd op het Tinbergen Instituut (ISSN 0929-0834, 1996 Amsterdam). Uit dit onderzoek blijkt dat een substantieel deel van de 'technologisch getalenteerden' voor niet-technische studies als rechten en medicijnen kiest.

³ Zie 'Instroomonderzoek bètaopleidingen', Instituut voor onderwijskundige dienstverlening, IOWO (<http://www.iowo.kun.nl>), mei 1998.

Een effectieve aanpak vereist duurzame oplossingen. Daarom moet er in het algemeen vormend onderwijs een voortgaande leerlijn techniek komen voor leerlingen van 4 tot 18 jaar. Inbedding van techniek in het algemeen vormend onderwijs sluit aan bij een internationale trend, waartoe in Nederland de eerste stappen reeds zijn gezet: integratie van techniekaspecten in de kerndoelen voor de basisschool, en een vak techniek in de basisvorming (jaar 1 t/m 3) van het voortgezet onderwijs.

Ook in de tweede fase havo/vwo – de fase waarin leerlingen definitieve keuzen maken voor mogelijke vervolgopleidingen – mag een techniekcomponent niet ontbreken. Uit het IOWO-onderzoek blijkt dat bijna 40% van de leerlingen (vwo) met een natuurwetenschappelijk vakkenpakket doorstroomt naar een niet-bèta opleiding (25%) of naar een medische opleiding (13%). Bijzonder is dat deze groep juist een profiel van studiekeuzemotieven heeft dat het meeste lijkt op dat van technische bètastudenten. Uit het onderzoek van het Tinbergen Instituut blijkt bovendien dat een groot deel van deze niet-techniekkiezers potentieel in staat geacht mag worden een technische vervolgopleiding met succes af te kunnen ronden. Er valt dus wat te winnen!

Toch kiezen beduidend meer leerlingen met natuurkunde (en wiskunde B) in het pakket voor een technische vervolgopleiding (bijna 40%) dan voor een natuurwetenschappelijke vervolgopleiding (slechts enkele procenten). Uit het IOWO-onderzoek blijkt bovendien dat de 'techniek-kiezers' sterker hechten aan beroepsvoorbereiding en aan toepassing in de praktijk dan aan wetenschappelijke vorming en oriëntatie op wetenschappelijk onderzoek. Als we het vak dus voor deze leerlingen aantrekkelijk willen maken, dan zal er uitdrukkelijk aandacht moeten komen voor techniek en voor technische probleemoplossing.

Bij de vernieuwing van het examenprogramma is enige ruimte gemaakt voor de integratie van techniekaspecten binnen de natuurwetenschappelijke vakken (en ANW). Het accent ligt daarbij op de vaardigheidsontwikkeling. Gezien de aard van het vak vormt techniek een vruchtbare voedingsbodem voor de ontwikkeling van belangrijke studiehuisvaardigheden als bijvoorbeeld het kunnen selecteren, ordenen en gebruiken van informatie, het omgaan met onzekerheden, plannen, samenwerken, communiceren en presenteren.

Integratie van techniekaspecten in het bovenbouwcurriculum helpt leerlingen inzicht te krijgen in geschiktheid en interesses voor techniek. Belangrijk daarbij is dat ze tijdens hun schoolloopbaan actief kennis maken met de voor technici kenmerkende

denkwijzen en probleembenaderingen. Enerzijds moet dit de keuze voor technische vervolgstudies stimuleren, anderzijds moet door zelfselectie een verkeerde keuze voorkomen worden. Het komt te vaak voor dat 'spijtoptanten' na een of twee jaar technische studie teleurgesteld afhaken.

Hoe inbedden in de tweede fase?

Aandacht voor techniek is op een aantal manieren in de vernieuwde examenprogramma's terug te vinden (profielen Natuur&Techniek en Natuur&Gezondheid):

- Contexten in de examenprogramma's.

Voorbeelden:

biologie - afvalverwerking, stofwisselingsprocessen bij brood-, bierproductie

natuurkunde - regelsystemen en signaalverwerking, energietechniek

scheikunde - chemische industrie: maken van stoffen, scheiden en zuiveren

ANW - relatie natuurwetenschappen-techniek, kenmerken productiemethoden

- Expliciete opname van ontwerpvaardigheden in de vaardighedenlijst voor de natuurwetenschappelijke vakken: biologie, natuurkunde en scheikunde.

De tijdsruimte voor techniekactiviteiten is daarmee zowel te vinden in de beschikbare tijd voor kennisverwerving als voor vaardigheidsontwikkeling. In domein A van de examenprogramma's worden de vaardigheden opgesomd die in het schoolexamen worden getoetst. Naast ontwerpvaardigheden staan hierin ook vaardigheden omschreven als taalvaardigheden, reken- en wiskundige vaardigheden, informativaardigheden, technisch instrumentele vaardigheden en onderzoeksvaardigheden. Deze vaardigheden worden zoals bekend aangeleerd/getoetst in de praktische opdrachten en het profielwerkstuk.

Voor het aanleren/toetsen van ontwerpvaardigheden zijn door Techniek 15+ voorbeeldmodulen (natuurkunde, scheikunde en biologie) ontwikkeld die gebruikt kunnen worden bij praktische opdrachten. Elke module heeft een omvang van ongeveer 30 slu, waarbij zowel vakinhoud als ontwerpvaardigheden aan bod komen. De modules bevatten tevens suggesties voor een mogelijke uitloop naar het profielwerkstuk.

Welke vaardigheden?

De nadruk bij de hiervoor genoemde modulen ligt op het aanleren van ontwerpvaardigheden. Naast toepassing van vakkennis in een technische context heeft het materiaal tot doel leerlingen voor te bereiden op de ontwerpactiviteiten die in het kader van het profielwerkstuk moeten worden uitgevoerd.

Het is uiteraard niet mogelijk om leerlingen via de ontwerpmodulen, die een maximale omvang van 30 à 40 uur hebben, op te leiden tot ervaren ontwerpers. Dat is

ook niet de bedoeling van het tot nu toe ontwikkelde lesmateriaal. Belangrijk is dat ze inzicht verwerven in de basiskenmerken van technische probleemoplossing (de Beurs, 1998).

Van leerlingen verwachten we dat ze tijdens het ontwerpproces een ontwerpprobleem analyseren, alternatieve uitwerkingen bedenken, een ontwerpvoorstel formuleren en vervolgens een eerste prototype bouwen en testen aan de hand van de geformuleerde eisen en randvoorwaarden. Uitgangspunt is dat de ontwerpcyclus tenminste een keer is doorlopen; het product wordt geëvalueerd en na evaluatie wordt volstaan met suggesties voor verbeteringen. Vergelijken met ontwerpactiviteiten in de basisvorming wordt meer aandacht besteed aan systematische probleemoplossing en meer gebruik gemaakt van natuurwetenschappelijke kennis.

Bij het uitwerken van de ontwerp opdrachten zijn per ontwerpfase de volgende leerdoelen gehanteerd:

Probleemanalyse – Vertrekpunt voor een ontwerp opdracht is steeds een herkenbare probleemhebbende. Leerlingen moeten zich met de inhoud van de opdracht kunnen identificeren en gesignaleerde behoeften en wensen kunnen vertalen in ontwerp eisen. Dat is belangrijk voor de algemene beeldvorming over techniek en ook voor de motivatie (zeker voor meisjes!).

Programma van eisen – Leerlingen moeten ontwerp eisen tenminste voor een deel uit een gegeven context kunnen afleiden en globaal geformuleerde behoeften zo nodig kunnen (her)formuleren in *testbare* eisen. Om de identificatie te versterken kan ook gewerkt worden met een bevragebare probleemhebbende.

Formuleren van alternatieve uitwerkingen – Ontwerpproblemen kennen geen unieke oplossingen. Het gaat veelal om het zoeken van het beste alternatief uit meerdere mogelijke uitwerkingen. Leerlingen moeten daarom in staat zijn tenminste twee alternatieve uitwerkingen voor het gegeven ontwerpprobleem te verzinnen. Als hulpmiddel hiertoe wordt in het logboek met een ideeëntabel (morfologische tabel) gewerkt.

Formuleren ontwerpvoorstel – Leerlingen moeten uitgaande van alternatieve uitwerkingen beargumenteerd een ontwerpvoorstel kunnen genereren, waarbij zowel rekening wordt gehouden met het programma van eisen als met op school beschikbare materialen en voorzieningen.

Bouwen van een prototype – Leerlingen moeten het ontwerpvoorstel kunnen omzetten in een werkend prototype, gebruik makend van op school beschikbare materialen en voorzieningen.

Testen van het prototype – Leerlingen moeten kunnen nagaan in hoeverre het geconstrueerde prototype voldoet aan het geformuleerde programma van eisen en voorstellen kunnen doen voor verbetering.

Presentatie en verslaglegging – Leerlingen dienen in staat te zijn hun projectresultaten op een bondige en duidelijke manier aan de docent (en klasgenoten) te presenteren. Voor verslaglegging en procescontrole wordt gebruik gemaakt van het logboek. De ruimte voor notities is bewust krap gehouden om leerlingen te 'dwingen' tot bondigheid. Het logboek kan later samen met het ingevulde 'commentaar van de docent' worden opgeborgen in het examendossier van de leerling.

Lesmateriaal voor natuurkunde

Voor natuurkunde is een module 'Automatische Systemen' ontwikkeld. Om de inpasbaarheid binnen het reguliere lesprogramma te vergroten, hebben we ervoor gekozen de ontwerp opdrachten inhoudelijk te koppelen aan het subdomein Signaalverwerking/Automatisering. Hierdoor wordt het mogelijk de behandeling van domeininhoud te combineren met ontwerpactiviteiten. Door deze combinatie is voor de module in totaal zo'n 30 sluis beschikbaar: 10 tot 15 sluis voor het verwerven van de benodigde domeinkennis (fysische informatica) en 15 tot 20 sluis voor het aanleren van ontwerpvaardigheden en het toepassen van de domeinkennis in een technische context.

In deze module zijn vijf verschillende ontwerp opdrachten uitgewerkt:

- route informatie systeem (RIS): een systeem om blinden de weg te wijzen
- windrichtingmeter: een betaalbaar systeem voor amateur-meteorologen
- energiedak: een systeem voor zonne-energie met maximaal rendement
- stortkoker: een systeem voor scheiding van blikjes en ander afval
- automatische brug: een systeem voor een brugbediening zonder brugwachter.

Bij de uitvoering van ontwerp opdrachten werken leerlingen samen in groepjes van twee tot drie personen. Bij de ontwerpmodulen is een beknopte werphandleiding en een logboek beschikbaar. Er is ook een vraagbaak met achtergrondinformatie, internetverwijzingen, tips, enzovoort.

De module 'Technisch ontwerpen bij Natuurkunde, Automatische Systemen' kunt u bestellen bij de ledenservice van de NVON (hhuysman@westbrabant.net; tel: 076-5413522). In NVOX nr. 6 (juni 1998) treft u een uitgebreide bespreking van dit lesmateriaal aan.

Motiveert het? en andere ervaringen

Technisch ontwerpen motiveert! Dat blijkt onder andere uit ervaringen met technisch ontwerpen als onderdeel van het praktisch schoolonderzoek bij natuurkunde die zijn opgedaan in de jaren 1994 t/m 1996 (de Beurs, 1995; 1966; Frederik & Huijs, 1997). In samenwerking met afdeling Didaktiek Natuurkunde van de UvA organiseerde de faculteit Elektrotechniek van de TUD in deze jaren een ontwerprijsvraag voor vwo-leerlingen. Inzenders besteden erg veel tijd aan dit soort projecten, zoeken zelf van alles uit en vertonen veel trots bij de presentatie van hun werkstukken. Bij deze prijsvraag ging het om een enigszins selecte groep die vooraf geen ontwerponderwijs heeft gehad.

Interessant is het om de ervaringen uit bovengenoemde periode te vergelijken met de ervaring op proefscholen, die in 1997/1998 gewerkt hebben met de ontwerpmodule van Techniek 15+ voor natuurkunde (de Beurs, van Osch & Over, 1998). We vergelijken dan leerlingen die vooraf wel en geen ontwerponderwijs hebben gehad. Wat opvalt bij bestudering van de verslagen zijn verschillen in probleemanalyse, gerichtheid op een probleemhebbert en het zoeken naar aanvaardbare alternatieven. De meeste prijsvraagverslagen zijn vrij eendimensionaal van karakter. Er wordt veelal zonder toelichting een onderwerp gekozen (bijv. ik maak een zoekrobot) en rechtlijnig uitgewerkt. Probleemhebbert, behoeften en eisen worden niet in kaart gebracht, alternatieve uitwerkingen komen alleen in beeld als iets niet 'werkt' en de evaluatie beperkt zich nog al eens tot 'wat er mis ging' en tot een schatting van de meetfouten.

Samenvattend kan geconcludeerd worden dat in de eerste groep (prijsvraag) vooral het *product* centraal staat, terwijl er in de tweede groep (proefscholen) veel meer aandacht is voor het ontwerp*proces*. Vanuit de ontwerp*praktijk* geredeneerd is dit laatste uitermate belangrijk voor succesvol ontwerpen! Een product is immers pas 'geslaagd' te noemen als de probleemhebbert/klant tevreden is. Dan moeten eisen en wensen goed in kaart zijn gebracht, alternatieven bekeken worden en dient het eindproduct op eisen en wensen geëvalueerd te zijn. In het lesmateriaal wordt hieraan veel aandacht besteed en uit de eerste ervaringen op de proefscholen kan voorzichtig worden

opgemaakt dat dit niet ten koste gaat van de motivatie. De enquêteresultaten en logboekverslagen geven bovendien aan dat meisjes hun motivatie voor een belangrijk deel ontlenden aan de identificeerbaarheid met een herkenbare probleemhebbert!

De ervaringen op de proefscholen wijzen tevens uit dat voorbereiding op en voorstructurering van ontwerpactiviteiten hard nodig is: '*Laat ze maar doen*' werkt niet! Leerlingen bij het profielwerkstuk onvoorbereid 'het bos insturen' met een 'vrije' ontwerp*opdracht* is vragen om moeilijkheden.

Technisch ontwerpen is multidisciplinair van aard. Omdat veel benodigde kennis niet binnen de natuurkunde wordt aangeboden lopen leerlingen een niet geringe kans al in de voorfase vast te lopen. Het zoeken van vakvreemde informatie kost veel tijd en daarom is het belangrijk dat dergelijke informatie wordt voorstructureerd. In het Techniek 15+ materiaal wordt daartoe gewerkt met vraagbaken en verwijzingen naar relevante Internetadressen. Leerlingen kunnen moeilijk inschatten wat met de op school beschikbare voorzieningen haalbaar en maakbaar is. Voor de motivatie is het heel belangrijk dat in de beschikbare tijd een werkend prototype kan worden geproduceerd. Geschikte ontwerp*opdrachten* dienen niet alleen aan deze voorwaarde (maakbaarheid) te voldoen, maar moeten bijvoorbeeld ook voldoende contextrijk zijn en mogelijkheden bieden voor een zinvolle toepassing van natuurwetenschappelijke vakinhoud.

Binnen Techniek 15+ is een begin gemaakt met de ontwikkeling van dergelijk materiaal, inclusief noodzakelijke hulpmiddelen als vraagbaken, ontwerp*handleidingen*, logboeken voor leerlingen en aanwijzingen, materiaallijsten en voorbeelduitwerkingen voor de docent. Een succesvolle inbedding van ontwerpactiviteiten binnen het vak vraagt om de beschikbaarheid van degelijk lesmateriaal, practicumvoorzieningen en nascholing. De projectgroep Techniek 15+ probeert dergelijke randvoorwaarden te realiseren. In welke mate dat in de volle breedte zal lukken is op dit moment nog onduidelijk. Duidelijk is wel dat de beide bèta-profielen veel aan aantrekkelijkheid kunnen winnen door het verantwoord inbouwen van motiverend ontwerp*onderwijs*.

Literatuur

- Beurs, C. de (1995). Prijsvraag technisch ontwerpen voor vwo op de TU-Delft. *Techniek koerier* (45), oktober 1995.
- Beurs, C. de (1996). Prijsvraag Elektrotechniek. *Techniek koerier* (48), september 1996.
- Beurs, C. de (1998). Technisch ontwerpen in de tweede fase. *NVOX* (6), juni 1998.
- Beurs, C. de, Osch, A. van en Over, P. (1998). Automatische Systemen, Technisch ontwerpen bij Natuurkunde. *NVOX* (9), november 1998.
- Frederik, I. en Huijs, H. (1997). Ervaringen van leerlingen met technisch ontwerpen; een samenvatting. *Techniek koerier* (49), februari 1997.

Cor de Beurs is projectleider Techniek 15+ en Arno van Osch is auteur van de natuurkundemodule.

Motiveren voor het mysterie

G. Schilling



Dom natuurlijk. Een plenaire lezing houden op de Woudschotenconferentie en dan niks op papier zetten. Wie die vroege zaterdagochtend in Noordwijkerhout in de prachtige rotondezaal aanwezig was, weet dat ik geen letter van papier heb opgelezen. Voor mij heeft het woord 'lezing' altijd een vreemde bijmaak; 'spreekbeurt' zou meer van toepassing zijn geweest. En zeg nou zelf: u leest de natuurkundeles voor havo-3 toch ook niet voor?

Nee, maar u bent didacticus van professie. Leerdoelen, voorkennis, motivering, voorbereiding, aansluiting, verwerking - u heeft geleerd structuur aan te brengen in uw lesprogramma, ideeën vast te leggen, opzetten te bewaren. Ik ben maar een eenvoudige *self-taught* wetenschapsjournalist. Stukkie hier, stukkie daar, deadline, inkorten, druk druk druk, altijd haast. En als het eenmaal in de krant staat, mag je het vergeten. Ruimte voor nieuwe onderwerpen.

Het verzoek van de Werkgroep Natuurkunde-Didactiek overviel me dan ook. Of ik de tekst van mijn lezing wilde toesturen voor publicatie in het conferentieverlag. Ik had geen tekst! Een korte samenvatting op één of twee A4-tjes dan? Maar ik had mijn aantekeningen niet bewaard! Plotseling voelde ik me weer als die havo-leerling die ik ruim twintig jaar geleden was: hoezo opnieuw een vraagstuk over elektriciteitsleer? Dat proefwerk hebben we twee maanden geleden toch gehad? Dat hoef ik toch nu niet meer te weten?

Toch is er een belangrijk verschil met toen. Natuurkunde boeide me op de middelbare school in het geheel niet (die fascinatie ontstond pas later). Maar voor het verzorgen van de lezing op 12 december was ik bijzonder gemotiveerd. Het verhaal mag didactisch misschien gerammeld hebben, het kwam wel recht uit mijn hart.

Zoiets vergeet je niet snel. Die twee A4-tjes kunnen dus geen probleem opleveren.

De populariteit van de exacte wetenschappen in het algemeen en de natuurkunde in het bijzonder zou de laatste tijd zijn teruggelopen, was een van de uitgangstellingen van de conferentie. Hoogste tijd dus om leerlingen te motiveren voor natuurkunde. Kies dat vak, en ga er later in door, want we hebben ook al te weinig goede leerkrachten. Noordwijkerhout luidde de noodklok.

U maakt zich terecht zorgen, maar naar mijn bescheiden mening om de verkeerde reden. Ja, weinig leerlingen kiezen exact. Ja, de lerarenopleidingen leveren te weinig natuurkundecdocenten af. Maar dat komt niet door een teruglopende populariteit van de natuurwetenschappen. Die is de laatste jaren alleen maar gestegen. De wetenschapskaternen van *de Volkskrant* en *NRC Handelsblad* zijn de best gelezen en hoogst gewaardeerde bijlagen, zo blijkt al jarenlang uit lezersonderzoek. Populair-wetenschappelijke bladen als *Kijk*, *Natuur & Techniek* en sinds kort ook *Eos* hebben zich een vaste positie op de tijdschriftenmarkt weten te veroveren. *Zo zit dat* brengt basisschoolleerlingen al in contact met de wereld van het exacte denken. *Het Klokhuis* is een van de populairste tv-programma's voor kinderen. Waarom scoren kranten, tijdschriften en tv-programma's wel, terwijl natuurkunde op de middelbare school altijd geassocieerd wordt met *nerds* die proefjes laten mislukken?

Ik denk dat het te maken heeft met de presentatie en de onderwerpkeuze. Natuurkunde wordt nog steeds teveel gebracht als een vak dat weliswaar de wereld om ons heen beschrijft, maar toch bitter weinig te maken heeft met het dagelijks leven.

'Natuurkunde is overal', was de *slogan* op de Utrechtse SOL (Stichting Opleiding Leraren), waar ik ooit één jaar natuur- en wiskunde studeerde. Dat is ook zo, maar wanneer heeft u voor het laatst de krant als lesmateriaal gebruikt? Het dagelijks nieuws als inspiratiebron? De vrijetijdsbesteding van uw leerlingen als uitgangspunt? Sommige natuurkundemethoden doen hun best met voorbeelden 'uit het dagelijks leven', maar het zijn noodzakelijkerwijs altijd verzonnen voorbeelden, die weinig te maken hebben met de directe belangstellings-sfeer of het dagelijks leven van de gemiddelde scholier. Erger nog is de traditie binnen het natuurkunde-onderwijs om het vak te presenteren als een vernuftig bouwwerk dat in de afgelopen eeuwen is geconstrueerd door belangrijke mannen als Newton, Huygens, Gay-Lussac en Bohr. Leerlingen worden opgescheept met een natuurkundige *success story* die zich volledig in het verleden afspeelt. Je krijgt bijna het idee dat je vereerd moet voelen deze heilige kathedraal te mogen betreden. Dat de meeste bouwactiviteit nú plaatsvindt, dat sommige ivoren torens worden ondergraven door de tunnels van de moderne deeltjesversnellers, dat complete verdiepingen hard aan restauratie toe zijn en dat elders de fundamenten gelegd worden voor een geheel nieuwe vleugel - dat hoor je niet tijdens de natuurkundeles.

Een derde punt van zorg is het ontbreken van het mysterie in het hedendaagse natuurkunde-onderwijs. Daarmee doel ik niet op allerlei pseudo-wetenschappelijke *new age*-gevoelens, maar op de gezonde belangstelling die in ieder mens leeft voor de grote, funda-

mentele bestaansvraagstukken die raakvlakken vertonen met filosofie en metafysica. Het zijn de vraagstukken die de grote populariteit van de sterrenkunde verklaren: hoe is het heelal ontstaan, is er leven buiten de aarde, wat is de plaats van de mens in ruimte en tijd, en waarom zijn de dingen zoals ze zijn?

Soms lijkt het alsof natuurkundigen een beetje jaloers zijn op astronomen: jullie halen wél vaak de krant, voor jullie vak is wél veel belangstelling. Ze vergeten dan dat astronomie ook gewoon natuurkunde is, alleen met een hogere mysteriefactor. Waarom zou je daar niet dankbaar gebruik van maken? Een project over exoplaneten en buitenaards leven, met alle deelaspecten die daarbij komen kijken, bestrijkt vrijwel de gehele natuurkunde, van zwaartekracht, stralingseigenschappen en thermodynamica tot kernfusie, elektromagnetisme en kwantumfysica. Ook de andere twee 'populaire mysteries' - de oerknal en zwarte gaten - bieden voldoende aanknopingspunten voor het natuurkunde-onderwijs.

Ziedaar mijn driesporenbeleid voor het motiveren voor natuurkunde. Haak in op de bestaande belangstelling en nieuwsgierigheid van leerlingen naar hun eigen leefomgeving, laat zien dat natuurkunde geen historische ivoren-toren-wetenschap is maar een actief vakgebied waarin meer vragen dan antwoorden bestaan, en bied binnen de grenzen van de exacte wetenschap ruimte aan het mysterie.

Maar ja, ik heb makkelijk praten; ik ben maar een eenvoudige wetenschapsjournalist...

β-waaier, β-convenant en profielen

F. Habraken

De heer Habraken heeft wegens ziekte geen lezing kunnen verzorgen. Het volgende is een puntsgewijze samenvatting.

Vernieuwing β-onderwijs

• De volgende ontwikkelingen zijn aanleiding om het β-onderwijs op de universiteit te herzien:

- algemene marktontwikkeling
- afnemende belangstelling vwo (natuurkunde: kwantiteit, 'kwaliteit')
- afnemende studentenaantallen
- groeiende behoefte afgestudeerden (o.a. leraren)
- maatschappelijke ontwikkelingen – maatschappelijke vragen en problemen vereisen aanpak in multidisciplinaire context (milieu, energie, klimaat, bedrijfsleven, ...)
- wetenschappelijke ontwikkelingen – vervaging van de grenzen tussen klassieke en mono-disciplines (moleculaire biologie, materiaalkunde, ICT, ...).

• Ook in het vwo zijn ontwikkelingen gaande:

- vervanging van pakketkeuze door profielkeuze
- invoering van Algemene Natuurwetenschappen
- de verplichting tot het maken van een profielwerkstuk.

Dit heeft tot gevolg: minder oriëntatie op klassieke mono-discipline, minder belangstelling voor natuur & techniek.

• Het universitair onderwijs is bij deze ontwikkelingen achtergebleven. De herstructurering van 1982 heeft tot gevolg gehad: terugtrekking op eigen discipline, verschraving van de curricula.

In de maatschappij is juist minder belangstelling voor onderzoek (afname aio/oio's), en meer voor andersoor-

tige functies. Er is behoefte aan meer en andere afgestudeerden.

Door een vermindering van de uitval is deze benodigde groei ook te bereiken.

Uit internationale vergelijking volgt dat vijf-jarige programma's nodig zijn.

β-waaier

Aan de UU heeft men om op al deze wijzigingen in te spelen het zogenaamde β-waaier project opgezet.

De universiteit Utrecht heeft als β-opleidingen: biologie, cognitieve kunstmatige intelligentie, computational science, farmacie, fysische geografie, fundamentele biomedische wetenschappen, geochemie, geologie, geofysica, informatica, medische biologie, meteorologie en fysische oceanografie (MFO), milieubiologie, milieukunde, natuurkunde, Natuurwetenschappen Bestuur en Bedrijf (NWB&B), scheikunde, sterrenkunde, wiskunde.

• In de nieuwe studieopzet worden zogenaamde afstudeerprofielen ingericht:

P(romotie)-profiel – mono-disciplinair, multi-disciplinair, voorbereiding op promotie.

M(aatschappij), M(anagement)-profiel – toepassing van natuurwetenschappelijke kennis in samenleving.

C(ommunicatie)-E(ducatie) profiel – leraar, publieksvoorlichting over natuurwetenschappen.

• Randvoorwaarden daarbij zijn:

- indalen van het overgrote deel van de lerarenopleiding in de eerste fase (CE-profiel)
- verbreding van de programma's met multidisciplinaire studiepaden

- overstapmogelijkheden bij aanpalende opleidingen
 - gemeenschappelijk rooster
 - samenwerking bij inrichten M- en CE-profielen.
 - De profielen lopen uiteen vanaf jaar 4.
 - Daarnaast levert het β -convenant als extra eis:
 - β -opleidingen worden 5 jaar met een 5-jarige studiefinanciering
 - stringente doorstroom-eisen: propedeuse 70% na 1 jaar, doctoraal 90% na 5 jaar; dat wil zeggen dat na 5 jaar ca. 60% van de instroom het doctoraalexamen heeft behaald.
 - De huidige planning leidt tot de volgende curriculumvulling voor het profielspecifieke deel van het CE-profiel in jaar 4/5 (inrichting gezamenlijk met andere universiteiten):
- | | |
|-----------------------------|-------|
| - Groot onderzoek | 30 sp |
| - Natuur en techniek vakken | 12 sp |
| - Algemene en vakdidactiek | 18 sp |
| - Externe educatieve stage | 16 sp |
| - Praktijkonderzoek | 8 sp |

Conclusies

De komende grote onderwijsvernieuwing conform de in het CROHO gestelde randvoorwaarden brengt ons deels terug naar voor 1982 (kandidaatsexamen), maar levert iets geheel anders (de 5 jaar-eis, profielen).

De vernieuwde β -opleidingen in de faculteit Natuur- en Sterrenkunde gaan de volgende gedaante krijgen:

- in het tweede jaar kiezen voor natuurkunde, sterrenkunde, mfo of geofysica
- in het derde jaar kiezen voor experimentele, theoretische of computationele natuurkunde of geschiedenis en grondslagen van de natuurkunde
- in het vierde jaar kiezen voor P-profiel voor onderzoek of M-profiel voor maatschappij of CE-profiel

Frans Habraken is werkzaam bij het Julius Instituut, de Curriculumorganisatie van de Faculteit Natuur- en Sterrenkunde aan de Universiteit Utrecht. Het instituut is genoemd naar Victor August Julius, van 1888 tot 1902 hoogleraar experimentele natuurkunde resp. in de mathematische fysica en theoretische mechanica. Reeds als student heeft hij bij het college van curatoren aangedrongen op betere voorzieningen voor 'practische oefeningen'.

- voor communicatie en educatie
- in het tweede en derde jaar: 20% vrije ruimte voor biologie of scheikunde of geofysica of voor oriëntatie op P-, M- of CE-profiel
- altijd een individueel onderzoek (eventueel in multidisciplinaire, bijvoorbeeld natuurkunde met biologie)
- dus mogelijkheid voor een opleiding in natuurkunde met een samenhangend en flink deel in een andere discipline
- aanmoediging voor (externe) stage
- 5-jarige cursusduur, 210 sp, 5-jarige studiefinanciering
- start september 1999
- gemeenschappelijk eerste jaar, met 20% ruimte voor oriëntatie op sterrenkunde of mfo of natuurkunde of biologie of scheikunde of informatica, of educatie, ...; per 1 februari dringend studieadvies, als sluitstuk van intensief begeleidingstraject
- gemeenschappelijk rooster alle β -faculteiten: 5 periodes met onderwijsvrije toetsweek
- een doctoraalexamen in de faculteit met aantekening van variant en profiel.

Verder zijn er nog nog:

- TWIN-opleidingen: natuurkunde-wiskunde of natuurkunde-scheikunde; in 5 jaar naar een dubbel doctoraal; zwaar programma: voor de getalenteerde studenten
- instroom vanuit het University College moet mogelijk zijn: bachelors van het 3-jarig University College met Science Major moeten in 2 jaar doctoraalexamen kunnen doen (individueel bekijken, M- of CE-profiel; uitgangspunt: profielvakken zijn eerst gedaan).

Inhoudelijk motiveren van leerlingen

R. Genseberger &
K. Klaassen



Inleiding

Hoe kunnen we leerlingen meer dan nu het geval is motiveren voor natuurkunde? Een antwoord op deze vraag kan in vele richtingen gezocht worden. Er kan gedacht worden aan een zodanige aanpassing van de inhoud, vaardigheden of werkvormen dat ze beter in de smaak vallen bij leerlingen of bij meer leerlingen in de smaak vallen. Een heel andere mogelijkheid zou een reductie van het aantal door docenten te geven lessen zijn. Dat zou docenten, en dan vooral beginnende docenten, meer tijd en gelegenheid bieden om zich verder te bekwamen in het motiveren van hun leerlingen. Op deze mogelijke aangrijpingspunten om leerlingen meer dan nu het geval is te motiveren voor natuurkunde zullen we niet nader ingaan, hoe belangrijk ze misschien ook zijn.

Het aangrijpingspunt waar we wel nader op ingaan betreft de didactiek, dus de structurering van het onderwijsleerproces. Onze aanpak is gebaseerd op het simpele idee dat leerlingen steeds de zin zouden moeten kunnen inzien van wat zij aan het doen zijn. Ze zouden daar bovendien op inhoudelijke gronden de zin van in moeten kunnen zien, en niet slechts op grond van externe overwegingen zoals: ik doe dit nu omdat de leraar me dat gevraagd heeft, of omdat ik een voldoende wil halen voor de repetitie. Wij proberen leerlingen dus te motiveren voor natuurkunde door hen steeds inhoudelijke motieven te verschaffen voor de uitbreiding van hun kennis en vaardigheden in natuurkundige richting. Het is wellicht goed om op te merken dat wanneer leerlingen op inhoudelijke gronden ergens de zin van inzien, dat nog niet automatisch hoeft te betekenen dat ze ook zin hebben om dat te gaan doen. Wel denken we dat wanneer leerlingen steeds op inhoudelijke gronden weten waar ze mee bezig zijn en waarom, dat in ieder geval geen afbreuk zal doen aan hun meer algemene motivatie en er misschien zelfs een voorwaarde voor is.

In de volgende paragraaf wordt onze aanpak, die we probleemstellend genoemd hebben, nader onderbouwd en geïllustreerd. Daarna gaan we in op enkele praktijkervaringen met onze aanpak en stellen we de vraag aan de orde wat een probleemstellende aanpak zou kunnen betekenen voor docenten die *niet* met lesmateriaal willen of kunnen werken dat volgens deze aanpak ontwikkeld is. Tenslotte geven we een overzicht van het materiaal dat volgens deze aanpak ontwikkeld is en wordt¹.

Een probleemstellende benadering

'Inhoudelijk motiveren' als een vertrouwd maar moeilijk vorm te geven idee – Is dat een nieuw idee, leerlingen inhoudelijke redenen laten ontwikkelen om hun kennis en vaardigheden verder uit te breiden in de beoogde richting? Nou, nee. Iedere docent zal er wel ervaring mee hebben. Soms word je als docent ook min of meer gedwongen om over zulke redenen na te denken, wanneer leerlingen zoiets vragen als: waarom moeten we dit nu gaan doen, meneer/mevrouw? Maar eigenlijk is het al te laat wanneer ze zoiets vragen. Eigenlijk zou je willen dat ze die vraag niet stellen. Eigenlijk zou je willen dat het hen uit het voorgaande duidelijk is geworden waarom ze nu dit moeten doen. Een andere manier om aan te geven wat wij met onze probleemstellende benadering proberen na te streven is dan ook: steeds ervoor zorgen dat het leerlingen uit het voorgaande duidelijk is waarom ze nu hiermee bezig zijn.

Naast docenten proberen ook leerboekschrijvers leerlingen inhoudelijke motieven te verschaffen. Zo

¹ Wij danken Peter Dekkers, Harrie Eijkelhof, Herman Hooymayers, Koos Kortland en Marjolein Vollebregt voor hun hulp bij de totstandkoming van dit verhaal.

proberen leerboeken aan het begin van een nieuw onderwerp vaak het hoe en waarom van dat onderwerp duidelijk te maken. Soms met een doelstellingenlijstje om de leerlingen zicht te geven op wat ze gaan leren. Soms wijst een kort verhaaltje op het belang van het onderwerp. Soms wordt begonnen met wat pakkende of prikkelende vragen, die bij dat onderwerp beantwoord gaan worden.

Iedere docent en leerboekschrijver weet dus hoe belangrijk het is om leerlingen inhoudelijk te motiveren, en doet daar ook pogingen toe. Aan de andere kant weet iedere docent en leerboekschrijver ongetwijfeld ook hoe moeilijk het is om dat te bereiken én in stand te houden. Zijn bijvoorbeeld de inleidende vragen bij een nieuw hoofdstuk voor leerlingen wel echt leuk en interessant? Wij hebben vaak het idee dat die vragen eigenlijk pas achteraf spannend worden, wanneer je de inhoud van het hoofdstuk al onder de knie hebt. Op dezelfde manier denken wij dat het leerlingen vaak zal ontgaan wat het verband is tussen de inleiding en wat daarop volgt, omdat dat verband eigenlijk alleen maar duidelijk kan zijn voor iemand die het onderwerp al begrepen heeft.

Het uiteindelijke doel dat we met onze probleemstellende aanpak proberen te bereiken is overigens wat iedereen wil: een onderwijsleerproces dat enerzijds voor leerlingen een duidelijke inhoudelijke lijn en samenhang heeft, en dat anderzijds uiteindelijk uitkomt bij de gewenste natuurkundige kennis en vaardigheden. Deze doelen zijn betrekkelijk eenvoudig te formuleren, maar iedereen weet dat het ver-

rekte moeilijk is om eraan te voldoen. Het is met name moeilijk om aan beide doelen tegelijk te voldoen.

Een probleemstellende benadering van het onderwerp radioactiviteit – We zullen nu onze probleemstellende aanpak wat concreter illustreren aan de hand van het onderwerp radioactiviteit, zeg voor een derde klas mavo (maar het schooltype maakt niet zoveel uit). Radioactiviteit is een onderwerp waar de meeste leerlingen intrinsiek voor gemotiveerd zijn. Er hangt een waas van mysterie omheen. Verder appelleert het aan zulke basale zaken als veiligheid en gezondheid. Het is dus vrij eenvoudig om dit onderwerp zo in te leiden dat het voor leerlingen gaat leven en dat ze ook echt zin hebben om ermee te beginnen. Bijvoorbeeld door simpelweg aan te geven dat veiligheidsmaatregelen en toepassingen in de gezondheidszorg aan de orde zullen komen.

Hoe ga je verder na zo'n inleiding? Uiteindelijk zijn we tot een opbouw gekomen die zo ongeveer een omkering is van wat gebruikelijk is. In de gebruikelijke opbouw (zie figuur 1) wordt de inleiding gevolgd door een behandeling van atoombouw, min of meer langs deze lijn: stoffen bestaan uit moleculen, moleculen bestaan uit atomen, een atoom bestaat uit... Vervolgens worden isotopen behandeld, waarna aan de orde komt dat sommige isotopen instabiel zijn en veranderen door straling uit te zenden. Tenslotte komen de toepassingen en beschermingsmaatregelen aan de orde.

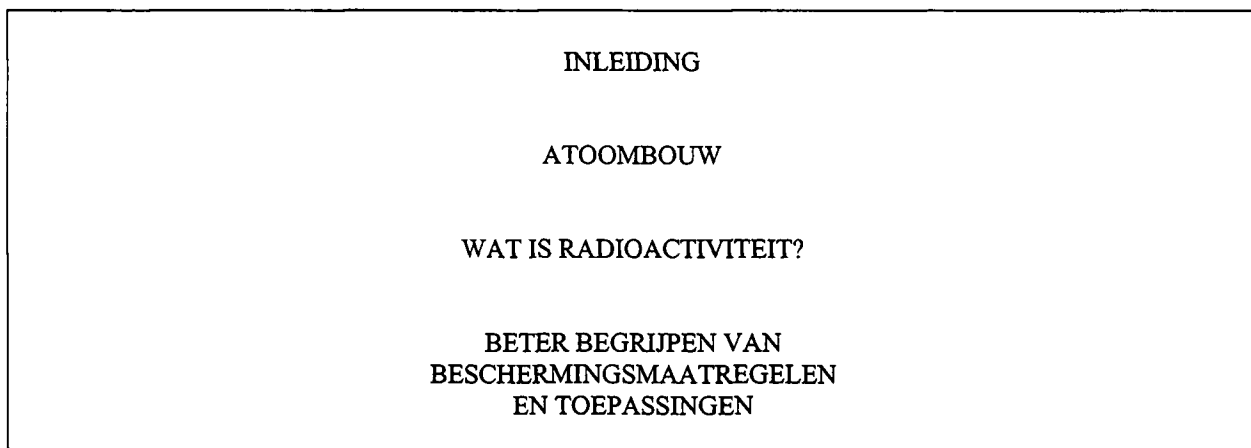


Fig. 1 De gebruikelijke opbouw van het onderwerp radioactiviteit.

De gedachte achter deze opbouw lijkt ons duidelijk. Om toepassingen en beschermingsmaatregelen beter te gaan begrijpen, moeten leerlingen eerst weten wat radioactiviteit eigenlijk is: wat een radioactieve stof is, wat straling is, hoe het ontstaat, ... En om te begrijpen wat radioactiviteit is, moeten ze eerst wat weten over isotopen, heliumkernen, elektronen, ... En daarvoor is het nodig eerst iets aan atoombouw te doen.

De gedachte achter de gebruikelijke opbouw klinkt logisch, maar het gevolg ervan is duidelijk. Voordat leerlingen toe zijn aan wat hen in de inleiding beloofd is, moeten ze eerst een paar lessen bezig zijn met een behoorlijke brok tamelijk abstracte leerstof. Bovendien ligt het voor leerlingen die niet of nauwelijks vertrouwd zijn met microscopische modellen, helemaal niet voor de hand om te gaan beginnen met atoombouw. Bij klassenobservaties bleek dit ook.

Soms werden de leerlingen zelfs erg ongeduldig: 'Waarom moeten we dit nou doen en wanneer gaan we het eindelijk eens over straling hebben?' De leraar wist toen niet veel anders te zeggen dan: 'Later zul je wel zien waar het goed voor was. Later gaan we een spel spelen, en dat spel vinden jullie leuk. Nu zijn we de spelregels voor dat spel aan het leren, en dat is eventjes saai'. Naar onze indruk was het probleem echter niet zozeer dat leerlingen het saai vonden, maar dat ze de connectie niet zagen tussen die zogenaamde spelregels en het spel dat ze zouden gaan spelen.

Verder kun je je afvragen of het wel zo is dat je eerst op een fundamenteel niveau moet weten wat radioactiviteit is, voordat je beschermingsmaatregelen en toepassingen beter kunt begrijpen. Naar onze mening

heeft die microscopische kennis niet veel praktisch nut. Wat heb je er in de praktijk aan om te weten dat een radioactieve stof instabiele kernen heeft? Er is immers geen directe manier om dat na te gaan. Er zijn alleen maar indirecte methoden, zoals meten met een Geigerteller. En als je wilt weten of een bestraald voorwerp stralingsgevaar oplevert voor zijn omgeving, lijkt ons de simpele empirische constatering dat een voorwerp door bestraling niet radioactief wordt, het meest relevant. Veel relevanter, in elk geval, dan een verhandeling over de processen die zich afspelen bij de absorptie van heliumkernen, elektronen of elektromagnetische straling.

Op grond van zulke overwegingen zijn we tot een heel andere globale opbouw van een lessenserie over radioactiviteit gekomen (zie figuur 2).

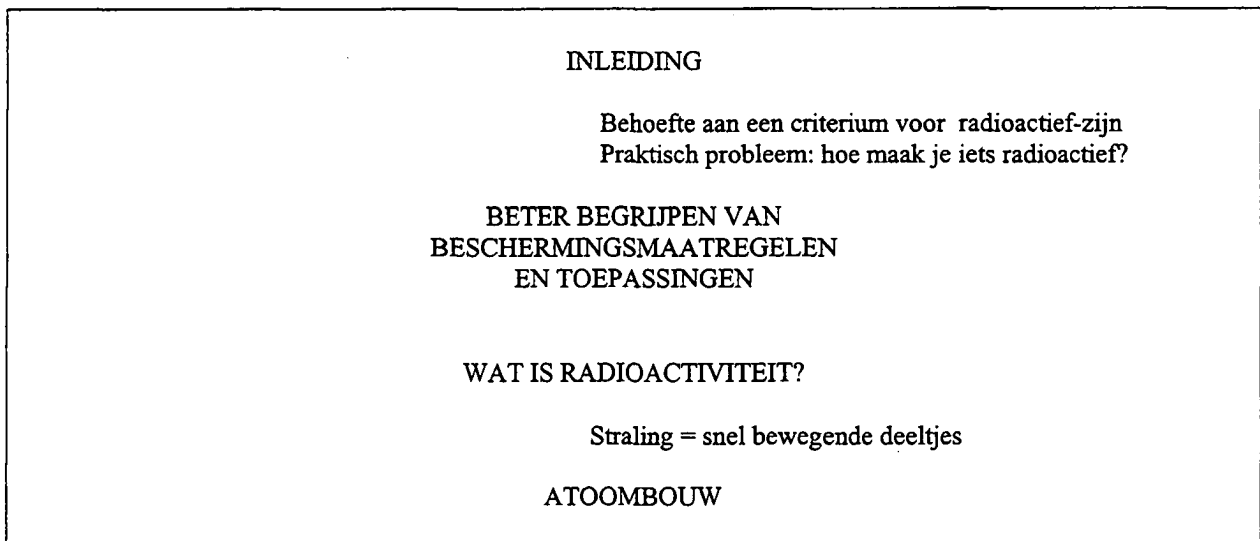


Fig. 2 Een alternatieve opbouw van het onderwerp radioactiviteit.

Na de inleiding wordt meteen gewerkt in de richting van wat in de inleiding aangekondigd is. Namelijk door leerlingen te laten ervaren dat ze weliswaar al behoorlijk wat weten, maar toch nog te weinig om beschermingsmaatregelen en toepassingen echt goed te begrijpen.

Zo zijn leerlingen het er vrijwel unaniem over eens dat kerncentrales en röntgenapparaten iets met radioactiviteit te maken hebben. Maar of een batterij radioactief is, of een laser, of een magneet, daarover zijn ze niet zo zeker of verschillen ze van mening. Die twijfels en meningsverschillen gebruiken we om bij leerlingen de behoefte op te roepen aan een objectief criterium om vast te stellen of iets radioactief is of niet. Dat criterium wordt natuurlijk de Geigerteller, die leerlingen ook in het vervolg van de lessenreeks in staat stelt hun uitspraken experimenteel te controleren.

Wat leerlingen met behulp van hun bestaande kennis ook wel kunnen, is hun eigen opslagplaats voor radioactief afval bouwen, die vanzelfsprekend aan de eis moet voldoen dat je erbuiten geen straling meer

meet. Ze bouwen een gaskousje net zolang in lood in, totdat de Geigerteller erbuiten niet meer tikt - of beter gezegd: niet meer dan normaal tikt.

Vervolgens vragen we leerlingen (zie figuur 3) wat er zou moeten gebeuren om op grote afstand van hun opslagplaats, aan de andere kant van de klas, straling te kunnen meten. Ook dat denken ze wel te kunnen: de opslagplaats moet kapot, het moet waaien, het moet regenen. We laten hen deze suggesties ook zoveel mogelijk uitvoeren, en tot hun verrassing blijken die dit keer niet te werken. Ze breken hun opslagplaats weer gedeeltelijk af, maar dat helpt niet: de teller aan de andere kant van de klas gaat niet sneller tikken. Ze zetten er een ventilator achter - helpt niks. Ze laten wat druppels boven de teller naar beneden vallen - het helpt niet.

Verder vragen we leerlingen een appel radioactief te maken (zie figuur 3). En dat lukt hen niet, tot hun verbazing, door de appel in de buurt van een radioactief voorwerp te leggen. De vraag hoe iets dan wel radioactief gemaakt kan worden, dringt zich aldus, zoals ook onze bedoeling was, nadrukkelijk bij leer-

lingen op, zeker ook gezien de relevantie voor de praktijk. In ieder geval is leerlingen dan duidelijk te maken waar de komende lessen aan gewerkt gaat worden en waarom.

6 Nabootsingen van het ongeluk in Tsjernobyl

a Jullie hebben bij opdracht 2 een "kerncentrale" gebouwd. Waar die staat noemen we even "Rusland". En de andere kant van het lokaal noemen we "Nederland". Hoe kan men in "Nederland" straling meten door jullie "kerncentrale"? Wat zou daarvoor moeten gebeuren? Schrijf hieronder een plan op. Of meer plannen als jullie er meer kunnen bedenken. (Zorg ervoor dat jullie plannen straks echt uitgevoerd kunnen worden.)

Een ventilator achter de kerncentrale
zetten die de straling richting
Nederland blaast

b Zouden jullie met de spullen in de klas iets radioactief kunnen maken? Bijvoorbeeld een appel. Schrijf hieronder een plan op. Of meer plannen als het volgens jullie op meer manieren zou kunnen. (Jullie plannen moeten weer wel uitvoerbaar zijn.)

Ja door de appel bij een radioactief
voorwerp te leggen

7 Resultaten van de nabootsingen

Schrijf hieronder op welke plannen zijn uitgevoerd en wat daarbij gebeurde.

- straling naar NL blazen (kerncentrale - expresse)
gebeurt niets
- straling naar NL blazen Tikt iets meer uit
- na regen straling naar beneden (ook niets)
- GB - na dat lukt niet
- inhalatieapparaat lukt ook niet
- doorbruyten " " "

iets kan niet radioactief worden
gemaakt door middel van een radioactief
voorwerp.

Fig. 3 Oproepen van het probleem hoe iets radioactief te maken is.

Dit is niet de plaats om in detail op die vervolglussen in te gaan, hoewel het uiteindelijk natuurlijk juist om die detailuitwerking gaat. Wel willen we toch nog aangeven dat leerlingen gaandeweg een macroscopische theorie over radioactiviteit ontwikkelen, waarin de kernbegrippen gevormd worden door: 'radioactieve stof', 'straling', 'bestraling' en 'besmetting'. Verder leren leerlingen die theorie toepassen, en denken ze bijvoorbeeld na over de vraag of je je tegen bestraling op dezelfde manier moet beschermen als tegen besmetting.

Die macroscopische theorie beantwoordt dus vragen van leerlingen, maar roept ook nieuwe vragen bij hen op. Bijvoorbeeld: Waarom gaat een bestraald voorwerp geen straling uitzenden? Wat gebeurt er dan met die straling? Waarom is bestraald worden wél schadelijk? Wat is straling eigenlijk? Kortom,

het zijn problemen die ook in de gebruikelijke benadering centraal staan, namelijk theoretische problemen van de soort: wat is radioactiviteit? Maar waar in de gebruikelijke benadering het boek of de docent die problemen stelt, worden ze in onze benadering door leerlingen zélf naar voren gebracht. En het was natuurlijk ook onze bedoeling dat leerlingen dat zouden doen, of er in ieder geval het belang van zouden inzien wanneer een medeleerling of de docent dat deed.

Nadat de macroscopische theorie voldoende ontwikkeld is, geven we leerlingen enkele hints waarmee ze hun theoretische problemen in microscopische termen kunnen proberen op te lossen. Bijvoorbeeld de hint dat straling niets anders is dan snel bewegende deeltjes. We vragen leerlingen dan of ze hiermee kunnen verklaren dat een bestraald voorwerp wel schade ondervindt ten gevolge van straling, maar zelf geen stralingsgevaar vormt voor zijn omgeving. Het is overigens niet zo dat om de theoretische problemen van leerlingen op een voor hen bevredigende manier af te handelen een gedetailleerde behandeling van atoombouw nodig is. Dus als je die kennis van atoombouw toch van belang vindt, zal dat voor leerlingen in belangrijke mate waarschijnlijk een uit het hoofd te leren brok kennis blijven.

Een korte reflectie – Als illustratie van onze probleemstellende aanpak is een opbouw voor het onderwerp radioactiviteit besproken, waarvan de omkering van de gebruikelijke opbouw een in het oog springend kenmerk is. Die omkering is voortgekomen uit de wens om aan te sluiten bij de bestaande kennis en belangstelling van leerlingen, maar vooral ook uit de wens dat leerlingen de inhoudelijke opbouw op het moment zelf kunnen volgen - en niet pas achteraf.

Verder is kort aangegeven hoe we, bij de nadere invulling van die globale opbouw, activiteiten steeds op een voor leerlingen duidelijke manier op elkaar laten voortbouwen. Na de introductie van de Geigerteller als bruikbaar criterium, waren de vervolgvragen erop gericht dat leerlingen zelf het praktische probleem hoe iets radioactief gemaakt kan worden naar voren zouden brengen. Dat probleem was voor hen richtinggevend bij de daarop volgende ontwikkeling van de macroscopische theorie. Verder was het onze bedoeling dat leerlingen tijdens die ontwikkeling van de macroscopische theorie enkele theoretische problemen naar voren zouden brengen, die op hun beurt weer als startpunt dienden te fungeren voor de uitbouw in microscopische richting.

We hebben leerlingen dus steeds inhoudelijke motieven verschaft voor de uitbreiding van hun kennis, door hen via zorgvuldig geplande activiteiten zelf de problemen naar voren te laten brengen waar ze vervolgens aan gaan werken. Het is hierom dat we onze aanpak 'probleemstellend' genoemd hebben.

Ervaringen met een probeemstellende benadering

Wat vinden de leerlingen van onze aanpak en wat houdt die voor een docent in? Daar willen we nader op ingaan aan de hand van lessen over een onderwerp dat we ook op een probleemstellende manier hebben proberen uit te werken: druk en gaswetten. Die lessen zijn in maart 1998 in drie 4-vwo klassen gegeven, die in grootte varieerden tussen de twintig en dertig leerlingen. De lessenserie verving het betreffende hoofdstuk in het boek over druk en de gaswetten. Veel van deze lessen zijn geobserveerd en na afloop is een schriftelijke enquête onder de leerlingen gehouden.

De reacties van de leerlingen op die lessenserie waren over het algemeen positief, zoals we hieronder zullen laten zien aan de hand van de resultaten van de enquête. Wat leerlingen inhoudelijk motiveerde, lichten we daarna toe aan de hand van een klein stukje uit de lespraktijk. Vervolgens beschrijven we ervaringen van docenten die deze lessen hebben gegeven en trekken we enkele conclusies.

Ervaringen van leerlingen – De schriftelijke enquête die na afloop van de lessenserie ‘Druk en gaswetten’ onder de leerlingen is gehouden, bevatte onder andere de volgende vragen:

- Welke dingen vond je in deze lessen anders dan in je ‘normale’ lessen?
- Welke veranderingen vond je prettig en waarom?
- Welke veranderingen vond je vervelend en waarom?

De vaak uitgebreide reacties van 42 leerlingen uit twee klassen op deze zeer open gestelde vragen worden hieronder kort samengevat.

Welke veranderingen vond je prettig en waarom?

Het practicum (32 ll)

- je ziet zelf wat er gebeurt
- je denkt er beter over na
- anders dan normale proeven
- je kon je eigen conclusies trekken
- je kon zelf de theorie afleiden
- bij vragen deed je proeven om dingen te bewijzen

De tekst (10 ll)

- hele duidelijke tekst, anders/beter uitgelegd
- de opzet van theorie/vragen/proeven
- je weet waarom je iets doet

Het samenwerken (10 ll)

- meer betrokken bij les omdat je met groep werkt
- de klassikale momenten, met klas en docent samen

Algemeen (10 ll)

- zelfstandiger, vrijer
- er zat actie in
- leuk onderwerp

Welke veranderingen vond je vervelend en waarom?

De tekst (10 ll)

- weinig uitleg op stencils
- je kon je antwoorden niet controleren

De veranderingen die leerlingen vervelend vonden, betroffen alleen de tekst. Dit commentaar is vrij beperkt, en is volgens ons voor een deel ook gemakkelijk te verhelpen in een volgende versie van het materiaal. Interessant is het nu vooral om te zien welke veranderingen de leerlingen prettig vonden en waarom. Daar moeten we immers ons voordeel mee doen bij het vormgeven van natuurkundeonderwijs.

Verband tussen de reacties en de inhoudelijke opbouw

– Hoe kan het nu dat leerlingen het practicum bij zo’n saai onderwerp waardeerden, en dan nog wel in die termen? Eerlijk gezegd zou het ons teleurgesteld hebben als dit er niet was uitgekomen. We hebben het er bij het ontwerpen namelijk bewust in proberen te stoppen. Bijvoorbeeld door leerlingen te laten worstelen met verschijnselen die hen naar verwachting zouden (gaan) intrigeren. In het begin van de lessenreeks was dat het verschijnsel dat de druk onder water alleen van de diepte afhangt.

Als inleiding op het onderwerp was in een klassengesprek en in de tekst de vraag opgeworpen waar de druk onder water op een duikboot van afhangt. Daarbij vatten we ‘druk’ nog op in de ‘leefwereldtaal’ betekenis van ‘ergens op drukken’. Om leerlingen een antwoord op die vraag te kunnen laten vinden, was het traditionele toestel van Hartl geïntroduceerd (zie figuur 4).

Leerlingen gaan daarmee dan onderzoeken waar de druk groter of kleiner is: op verschillende dieptes, in verschillende gevormde ‘zeeën’. Dit is geen overbodig proefje. Veel leerlingen denken aanvankelijk dat de druk onder water ook van de grootte en de vorm van de bak afhangt. Als ze merken dat hun vaak impliciete veronderstellingen niet kloppen, raken ze geïntrigeerd. Ze gaan bij anderen kijken, bedenken zelf allerlei varianten, praten er met elkaar en de docent over. Sommige leerlingen gingen in de pauze nog door met het onderzoeken van de druk in allerlei anders gevormde bakken. Het samen gevonden resultaat dat alleen de diepte de druk bepaalt, konden sommigen nauwelijks accepteren. Ze bedachten redenen waarom de proef ‘fout’ was of poogden hun eigen theorie bij te stellen. Kortom, er werd goed nagedacht over het verschijnsel. Belangrijk hierbij is dat de docent niet tegen de leerlingen zegt wat er gebeurt en dat het ook niet in de tekst staat, maar dat de leerlingen zelf hun veronderstellingen met proeven kunnen controleren. We verwachten ook nog niet direct een ‘verklaring’ voor wat ze gevonden hebben, maar volstaan er aanvankelijk mee het verschijnsel te laten spreken.

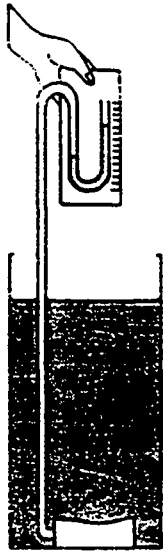


Fig. 4 Het toestel van Hartl.

Ook wanneer ze al ontdekt hebben dat de druk alleen van de diepte afhangt, hoeft dat nog niet geconsolideerd te zijn. Dat bleek wel bij de volgende vraag (zie ook figuur 5a): 'Een duikboot duikt dieper dan toegestaan is. Een luik van de duikboot kan de druk bijna niet meer houden. Er moet snel ingegrepen worden. Vlakbij is een onderwatergrot. Vermindert de druk op het luik als de duikboot die grot invaart?'

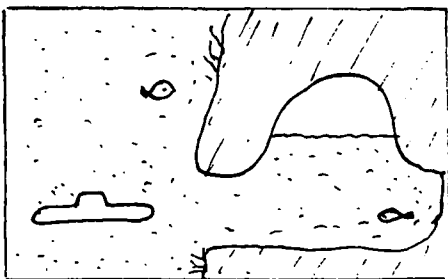
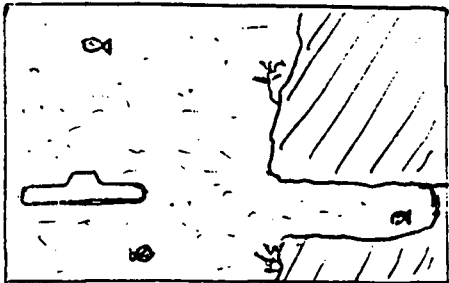


Fig. 5 Een onderwatergrot, zonder (a) en met (b) lucht.

Dit probleem vinden de leerlingen allesbehalve triviaal. Het leverde dan ook weer heel wat discussies op, die per klas uiteraard nogal verschillend verliepen. Duidelijk werd wel dat nog niet iedereen

inzag dat de druk alleen maar van de diepte afhangt. Uiteindelijk kozen de meeste leerlingen ervoor dat de druk in de grot even groot is als daarbuiten. Sommige leerlingen beredeneerden dat heel goed: 'Als de druk buiten de grot groter zou zijn dan in de grot, zou het water de grot ingedruwd worden'. Ook nu geeft een test met het toestel van Hartl weer uitsluitsel, en niet de docent die zegt hoe het is. Diverse leerlingen, waaronder ook leerlingen die de druk in de grot wel meteen goed beredeneerd hadden, vroegen zich vervolgens af of de druk in water ook hetzelfde zou zijn als er lucht boven in de grot was (zie figuur 5b). Hierop hadden we al geanticipeerd in een volgende paragraaf, waarin we iets doen aan 'lucht onder water'.

Deze voorbeelden illustreren een belangrijk kenmerk van onze aanpak, namelijk de totale integratie van theorie en practicum. Aan de reacties van de leerlingen te zien, sprak hen dat aan. Ze wisten waarom ze de proeven deden en op welke vraag ze een antwoord zochten. Dat was namelijk een vraag die voor hen logisch uit het voorgaande voortgevloeid was. Het 'onderzoeken' gaat op een heel natuurlijke manier, er hoeven geen uitgebreide 'vraagstellingen' en 'hypothesen' opgesteld te worden. Het krijgt niet de soms loden zwaarte van aparte lessen met proeven waarover uitgebreide verslagen gemaakt moeten worden. Dat wil niet zeggen dat we tegen die grotere onderzoeken zijn. In de hier beschreven lessen wennen de leerlingen er echter al aan *dat* ze vragen kunnen stellen en *dat* ze met proeven soms een antwoord op die vragen kunnen krijgen. Dat gaat op een manier die voor zowel leerlingen als docenten natuurlijk aanvoelt: je 'maakt' iets op het moment dat je het nodig hebt. Hier is dus kennelijk het nagestreefde kenmerk van probleemstellend onderwijs gerealiseerd: steeds ervoor zorgen dat het leerlingen uit het voorgaande duidelijk is waarom ze nu hiermee bezig zijn.

Naast het practicum noemen leerlingen als een motiverend aspect het 'samenwerken' bij zowel de proeven en discussies in hun groepje als in de hele klas met de docent. Uit de genoemde voorbeelden bleek al dat de opgeworpen vragen en de manier om daar een antwoord op te vinden, de leerlingen er als vanzelfsprekend toe brengen met elkaar te gaan overleggen. Daar hebben we dan ook op geanticipeerd bij het ontwerpen. Groeps- en klassendiscussies beschouwen we als belangrijke hulpmiddelen bij begripsontwikkeling. Het gemeenschappelijk iets doen of bespreken kan sowieso een stimulerende factor voor leerlingen zijn, die bij het ontwerpen van onderwijs niet onderschat moet worden.

Het is misschien verrassend dat leerlingen als nog een ander motiverend aspect naar voren brengen dat ze zich in de lessen vrij en zelfstandig voelen. De

docent speelt in deze lessenreeks immers een behoorlijk structurerende rol bij bijvoorbeeld klassendiscussies, en verder werken de leerlingen als klas gemeenschappelijk op. Het vrije dat leerlingen waarden, zit kennelijk niet in een vrij tempo of zelf de agenda kunnen bepalen, maar in het zelfstandig en vrij kunnen denken en in het zelf kunnen uitproberen van hun eigen ideeën. Daarvoor geeft de lessenreeks hen ruimschoots de mogelijkheid. Er is geen boek waarin staat hoe het uiteindelijk is, leerlingen merken dat ze in samenwerking in vergaande mate zelf eigenschappen van hun omgeving kunnen ontdekken. Dat wordt kennelijk door velen gewaardeerd.

Ervaringen van docenten – Met het materiaal over druk en gaswetten hebben nu in totaal vier docenten gewerkt. We hebben hun lessen bijgewoond en evaluatiegesprekken met hen gehouden. Wat de docenten vooral aansprak in deze werkwijze was de aandacht voor de begripsontwikkeling. Zij konden hun leerlingen de gelegenheid geven geleidelijk het begrip 'druk' op te bouwen, vanuit de ervaringen en gedachten die de leerlingen zelf al hadden. Verder hadden de docenten veel meer inzicht gekregen in de moeilijkheden van leerlingen bij het ontwikkelen van dat begrip. Het was hen duidelijker geworden dat de gangbare methodes geen of te weinig aandacht schenken aan deze problemen. Zij waren dan ook van mening dat deze werkwijze vooral geschikt zou kunnen zijn voor het aanleren van de meer fundamentele natuurkundige begrippen, zoals 'energie' en 'kracht'.

Dat de lessenreeks hen aansprak, wil overigens niet zeggen dat de werkwijze iedere docent zo gemakkelijk afging. Eén docent gaf zelf al snel zijn onmacht aan om zijn intentie waar te maken. Omdat hij gewend was zelf de oplossing voor een door hem of het boek geponereerd natuurkundig probleem te geven, lukte het hem niet of nauwelijks om de leerlingen voldoende ruimte te geven en te stimuleren om hun eigen gedachten naar voren te brengen, hun eigen oplossingen voor vragen te laten formuleren of het geduld op te brengen daar op te wachten en naar te luisteren.

De docent wiens leerlingen de enquête hebben ingevuld, lukte het beter om de leerlingen aan het woord te laten. Maar ook hij gaf toe daar toch geregeld moeite mee te hebben. Met name lijken natuurkundedocenten het moeilijk te vinden om niet direct in te grijpen wanneer een leerling iets natuurkundig niet geheel correct formuleert, maar dat nog in 'leefwereldtaal' doet. Misschien staan natuurkundedocenten vanwege het overladen programma te zeer onder tijdsdruk om de rust te kunnen nemen om goed naar hun leerlingen te luisteren.

Een conclusie op basis van de ervaringen – De hier gepresenteerde probleemstellende werkwijze lijkt bij uitstek geschikt te zijn voor de behandeling van ba-

sale thema's uit de natuurkunde, thema's die een grondslag zijn om andere onderwerpen te kunnen begrijpen. Dat zijn ook vaak thema's waarvan didactisch onderzoek heeft uitgewezen dat ze steeds weer voor misverstanden zorgen en niet alleen in Nederland maar over de hele wereld door leerlingen niet of slecht begrepen worden.

Verder zijn we van mening dat leerlingen met de hier aangeboden werkwijze uitstekend kunnen leren om vragen te stellen en antwoorden daarop te vinden. Zeker als ze door de docent aangemoedigd worden, kan deze werkwijze hun motivatie en zelfvertrouwen vergroten.

De werkwijze vraagt echter wel het een en ander van de docent. Hij zal geduld moeten kunnen opbrengen en goed moeten kunnen luisteren. Daarnaast moet hij zich kunnen inleven in de manier van denken en praten van leerlingen. Hij moet discussies kunnen leiden en een klas met groepswork kunnen managen.

Ondanks onze positieve ervaringen beschouwen we deze werkwijze niet als alleenzalmakend. Voor sommige eveneens belangrijke aspecten van het leren is ze minder geëigend. Daarbij kan gedacht worden aan het inoefenen van een vaardigheid en aan het leren in je eentje iets af te maken of je ergens doorheen te bijten. Ook voor de werklust van de leerlingen is het beter om werkwijzen af te wisselen. Daar lenen zich dan met name leerstofonderdelen voor die op al ontwikkelde centrale begrippen stoelen of onderwerpen waarvan leerlingen al een redelijk goed beeld hebben. Daarover kunnen ze zelfstandig een onderwerp in een boek bestuderen, zelfstandig een onderzoek doen of oefenen met daarbij horende opgaven.

De praktijk van alledag

Wat heeft een praktiserende docent, die met een boek werkt en wiens leerlingen straks geacht worden zelfstandiger te leren werken, nu aan deze probleemstellende aanpak? Wie hier een eenvoudige, eenduidige antwoord op verwacht, moeten we teleurstellen. Wij geloven eerlijk gezegd niet dat natuurkunde motiverend kan zijn voor leerlingen wanneer ze steeds zelfstandig met behulp van studiewijzers uit boeken moeten werken, ook niet als ze daar proeven bij doen. Bovendien denken we dat het inhoudelijk gesprek in de klas, zowel tussen leerlingen onderling als met de docent erbij, onmisbaar is. Enerzijds omdat dit een motiverende factor is, anderzijds omdat we niet zien hoe de begripsontwikkeling zonder dit gesprek goed zou kunnen verlopen.

De huidige boeken zullen waarschijnlijk slechts weinig leerlingen inhoudelijk kunnen motiveren. Daar de leerboeken weinig of niet op hun vragen anticiperen, of dat maar heel kort doen, zullen de meeste leerlingen doorgaans ervaren dat ze met de problemen van het boek bezig zijn en niet met hun eigen vragen. Hun studeren, zo ze dat al volhouden,

is dan veelal gericht op het halen van een voldoende, op het overgaan of op een bepaalde vervolgstudie.

Is het dan nog wel mogelijk om met de huidige boeken en leerstoflijst iets van de hier ontwikkelde inzichten toe te passen? We denken van wel. Bij de voorbereiding van ons 'gewone' onderwijs hebben we er zelf ook plezier van. Het gaat dan om in wezen simpele zaken. Vraag jezelf eens af, wanneer je een les voorbereidt of misschien een stukje van een studiewijzer schrijft, waarom leerlingen vanuit zichzelf geredeneerd die bepaalde activiteit zouden moeten doen. Of: waarom zou een bepaalde verklaring voor leerlingen eigenlijk plausibel zijn? Wanneer we dat doen, lukt het ons geregeld (uiteraard lang niet altijd) om te anticiperen op vragen die leerlingen hebben en ook daadwerkelijk stellen. Dan is het bij de voorbereiding vaak al mogelijk om iets te bedenken dat een activiteit of een weg naar een verklaring voor een leerling wat zinvoller kan maken. Het is bij diverse hoofdstukken of paragrafen van een boek wel degelijk mogelijk om je in leerlingen te verplaatsen:

- Welke vragen zouden ze hierbij kunnen hebben?
- Bereidt een vraag hen voor op een volgende vraag?
- Kan het hen uit het voorgaande duidelijk zijn waarom die vraag of opdracht gesteld wordt?

Alleen al door jezelf geregeld zulke simpele vragen te stellen, ben je op weg naar het zinvoller maken van de natuurkundelessen voor meer leerlingen. Voor het werk dat dit met zich meebrengt krijg je, wanneer het lukt, als docent een beloning in de vorm van leerlingen die meer betrokken zijn bij het onderwerp en daar zelfstandiger over nadenken. En wat wil een echte natuurkundedocent liever dan dat?

Ter nadere informatie

Wat is er gedaan? – In het bovenstaande is de probleemstellende aanpak geïllustreerd aan de hand van lesmateriaal over radioactiviteit en over druk en gaswetten. Het materiaal over radioactiviteit is ontwikkeld binnen het promotie-onderzoek van Kees Klaassen, het materiaal over druk en gaswetten binnen het project 'Bèta-Profielen in het Studiehuis' dat wordt uitgevoerd door het Centrum voor Didactiek van Wiskunde en Natuurwetenschappen te Utrecht. Behalve voor deze twee onderwerpen, is ook voor andere onderwerpen geprobeerd een probleemstellende aanpak uit te werken. Zo heeft Marjolein Vollebregt een lessenserie over deeltjesmodellen

Literatuur

Klaassen, C.W.J.M. (1995). A problem posing approach to teaching the topic of radioactivity. Utrecht: CDβ Press.

ontwikkeld en uitgetest in 4-havo/vwo klassen. De bedoeling van die lessenserie was dat leerlingen een deeltjesmodel niet als een brok feitenkennis tot zich zouden nemen, maar dat ze zich juist inhoudelijk betrokken zouden gaan voelen bij een modelleerproces. Koos Kortland heeft voor de basisvorming een lessenserie over afvalverwerking ontworpen en uitgetest. Daarin is met name gepoogd de ontwikkeling van milieukennis op een voor leerlingen samenghangende manier te verweven met besluitvorming. Uit deze lessenseries zijn naar onze indruk meer in het algemeen ook lessen te trekken over de manier waarop inhoud op een natuurlijke en voor leerlingen zinvolle manier geïntegreerd kan worden met vaardigheden.

Wat zijn de plannen? – Binnen het Centrum voor Natuurkunde-Didactiek te Utrecht zal doorgedaan worden met het uitwerken van een probleemstellende benadering voor andere onderwerpen, bijvoorbeeld 'warmte en temperatuur' of 'mechanica'.

Een duidelijk nadeel van het tot nu toe ontwikkelde materiaal is dat het nogal hoge eisen stelt aan docenten, met name door het veelvuldige gebruik van moeilijke werkvormen als klassendiscussies. Er zijn plannen om de ontwikkelde prototypes wat robuuster te maken, door de inhoudelijke opbouw ervan te combineren met werkvormen die enerzijds leerlingen nog voldoende ruimte bieden en anderzijds voor meer leraren hanteerbaar zijn.

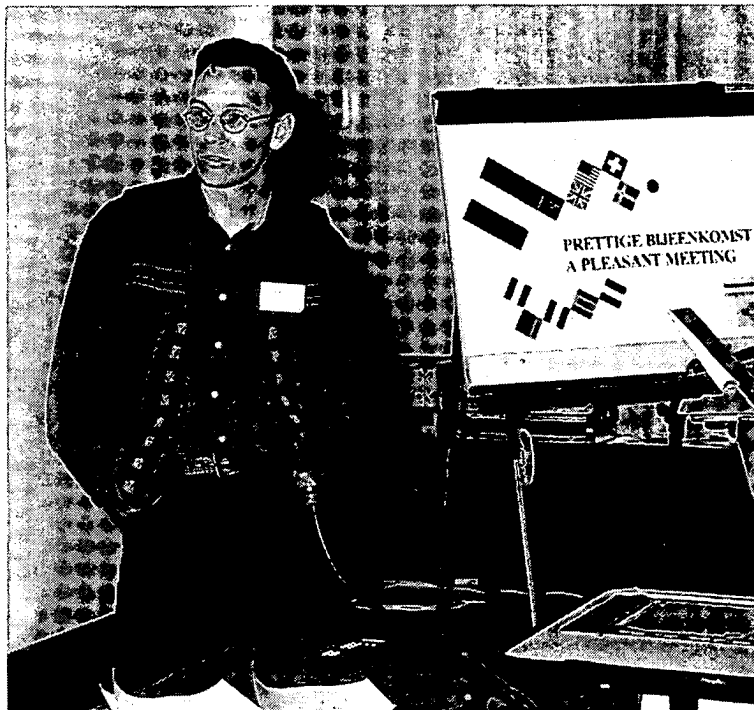
Daarnaast is het wellicht ook mogelijk om bestaande leerboeken op een meer probleemstellende manier te hanteren. Het Centrum voor Natuurkunde-Didactiek staat open voor contacten met docenten en auteurs die hierover mee willen denken.

Beschikbaarheid – Tot nu toe is over de hier besproken probleemstellende aanpak eigenlijk alleen nog maar in proefschriftvorm gepubliceerd door Klaassen (1995) en Vollebregt (1998). Binnen afzienbare tijd is ook het proefschrift van Koos Kortland te verwachten over het NME-onderwerp 'afvalverwerking'. Verder zijn er plannen om de komende tijd over al dit werk te publiceren in meer leraarsvriendelijke vorm, en ook om de ontwikkelde materialen beschikbaar te stellen op het wereldwijde web. Vanzelfsprekend zal daar te zijner tijd via de geijkte kanalen nadere informatie over verschaft worden.

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

Wetenschap op TV voor een breed publiek: De Kip of Het Ei

L. Leemans



De Kip of Het Ei is een programma op TV1, het verbredende televisienet van de VRT, de Vlaamse Radio en Televisie. Onze opdracht bestaat erin om op een vlotte, gemakkelijk verteerbare manier wetenschap aan te bieden aan een typisch gezinspubliek. Alles wat we brengen moet belang hebben in het dagelijkse leven van Jan en Miet Modaal.

In de lezing heb ik geprobeerd om even te laten zien op welke manier wij als researchers van zo'n programma kijken naar het uitleggen en aangenaam maken van wetenschap. Het toetsen van deze visie aan die van leerkrachten natuurkunde kan voor beide partijen leerzaam zijn. Waar leerkrachten natuurkunde hun vak voor de leerlingen aantrekkelijk trachten te maken als leerstof, of eventueel als verdere studiekeuze of beroep, willen wij de kijker erop wijzen dat wetenschap best interessant is, meer dan (saaie) lessen en (onbegrijpelijke) cijfertjes, en vooral dat wetenschap alom tegenwoordig is.

De kijkers kunnen hun wetenschappelijke vragen doorgeven. Als wij van zo'n vraag denken dat er wel meer mensen mee zitten, of het over een onderwerp gaat waar meer kijkers mee te maken kunnen krijgen, is dat een goede reden om te onderzoeken of we die vraag op het scherm kunnen beantwoorden.

Natuurkunde wordt vaak nogal theoretisch gegeven. Dat doen wij niet. Voor ons programma primeert een vraag die opduikt in het dagelijkse leven, en waarop

het antwoord eventueel verwijst naar het algemene natuurkundige principe dat erachter zit. Een item dat we behandelden en waar wel rechtstreeks naar de fysicalessen verwezen werd, was de vraag over de links- dan wel rechtsdraaiende waterkolkjes in de gootsteen. (Voor meer uitleg hieromtrent verwijs ik graag naar het internet: op http://www.ems.psu.edu/~fraser/Bad/Bad_Coriolis.html vindt u de manier om met behulp van de Corioliskracht de ligging van de evenaar aan te tonen in het klaslokaal!)

Door de beperking dat we de wetenschap niet theoretisch willen benaderen, worden een aantal vragen natuurlijk erg moeilijk om op te lossen. Een eenvoudig schema of enkele formules zeggen vaak veel meer dan een lange uitleg, maar een groot aantal kijkers zou afhaken wanneer ze zelfs maar de idee hebben dat het abstract wordt. Anderzijds heeft het medium TV soms weer voordelen. Je kan vertragen, je kan analogieën visualiseren, ...

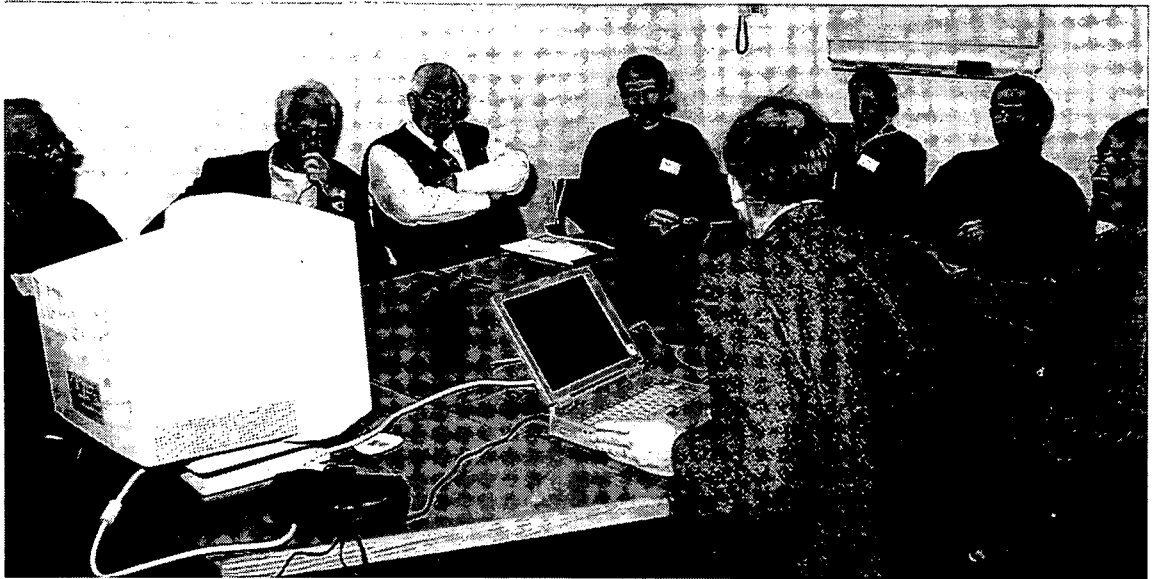
Wij beginnen aan een item met natuurkunde-inslag vaak met de overdenking: hoe heeft onze leerkracht ons dat vroeger uitgelegd, en hoe kunnen we die uitleg op een (visueel) aantrekkelijke manier op het scherm brengen? Misschien kan u zich als natuurkundeleerkracht ook steeds even de vraag stellen: hoe zouden ze dit onderwerp op TV aanpakken, en kan ik dat mutatis mutandis ook niet in de klas? Het is maar een ideetje...

Lieven Leemans is reseacher bij *De Kip of Het Ei*



Werkgroepen





Groepsopdrachten gericht op begripsontwikkeling

Werkgroep 1

C. van Boxtel

Inleiding

Over groepsopdrachten zijn al een aantal praktische handleidingen geschreven (o.a. *Samenwerkend Leren* van Ebbens en *Teamleren* van Haenen en Haitink). Bij de richtlijnen die dan voor groepswork worden gegeven is meestal nauwelijks aandacht voor wat er nu eigenlijk allemaal gebeurt wanneer leerlingen samenwerken aan een taak. Waar praten ze over, hoe werken ze samen? Als docent vang je meestal maar flarden van gesprekken op.

Wil je echter goede groepsopdrachten ontwikkelen en wil je als docent groepswork goed kunnen begeleiden, dan is het juist erg belangrijk om enig zicht te hebben op wat er precies gebeurt tijdens het samenwerken en vooral op wat je zou *willen* dat-er gebeurt.

Het onderzoek

In mijn promotie-onderzoek naar samenwerkend leren bij het vak natuurkunde onderzoek ik welke invloed kenmerken van groepsopdrachten hebben op de kwaliteit van de interactie tussen leerlingen en de leerresultaten. Het onderzoek bestaat uit drie experimentele studies waaraan in totaal 140 havo-4 leerlingen hebben deelgenomen. De groepsopdrachten zijn gericht op het activeren van begripskennis en het verbeteren van de kwaliteit (met name de organisatie) daarvan. In de bovenbouw moeten leerlingen kunnen voortbouwen op begripskennis die ze in de onderbouw hebben verworven. Daarbij is het belangrijk dat die kennis adequaat is en goed georganiseerd.

De groepsopdracht die in het onderzoek ontwikkeld is gaat over het thema elektriciteit en wordt in tweetallen gemaakt. De toelichting op de opdracht en de instructie zijn weergegeven in figuur 2 en 3.

Groepsprocessen

Het draait allemaal om de kwaliteit van het gesprek. Wat een goed gesprek is, hangt af van de gestelde



doelen. Als het gaat om het activeren van begripskennis en een betere organisatie van die kennis dan willen we dat leerlingen:

- Kennis verwoorden: veel praten over wat begrippen betekenen en wat ze met elkaar te maken hebben. Je wilt dat veel voorkomende misconcepties in het gesprek naar voren kunnen komen en dat leerlingen verschillende 'soorten' begripskennis bespreken: betekenissen, kwalitatieve relaties, formules, grafische representaties, concrete ervaringen met betrekking tot de begrippen (bijvoorbeeld een proef die ze gedaan hebben) enzovoort. Door je kennis te verwoorden kun je er achter komen dat je iets nog niet helemaal begrijpt en kan een ander aanvullen of corrigeren:
- Vragen stellen en proberen te beantwoorden. Door middel van vragen kun je je kennis checken en als je vragen probeert te beantwoorden elaboreer je op kennis door nieuwe relaties te leggen, voorbeelden of analogieën te bedenken.
- Conflict ervaren en proberen op te lossen. Zien dat een ander iets anders denkt of iets op een andere manier aanpakt kan aanzetten tot reflectie. Conflict is vooral productief wanneer leerlingen proberen dat conflict op te lossen door argumenten en uitleg te geven.
- Gelegenheid om deel te nemen aan het gesprek. Je wilt dat leerlingen zoveel mogelijk hun ideeën verwoorden, vragen stellen en uitleg geven. Het moet niet zo zijn dat één van de leerlingen steeds aan het woord is.
- Prettig samenwerken: er moet een constructieve en ontspannen sfeer zijn waarin leerlingen zich veilig voelen en elkaar aanmoedigen en ondersteunen.
- Zelf verantwoordelijkheid nemen voor leren: antwoorden op vragen proberen te vinden en conflicten willen oplossen.

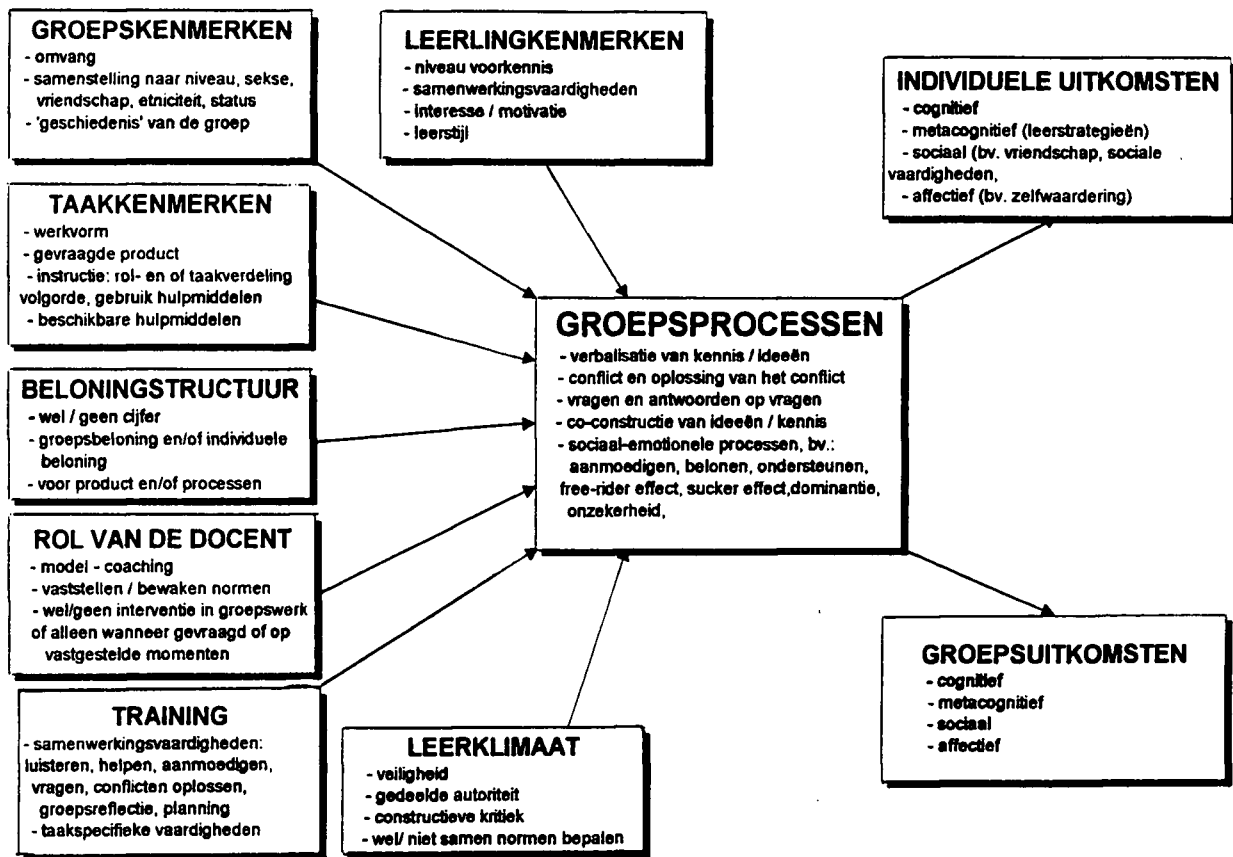


Fig. 1

De vraag is natuurlijk of er altijd op zo'n manier wordt samengewerkt. Uw ervaring zal waarschijnlijk zijn dat dat niet het geval is. De groepsopdracht die ontwikkeld is in het onderzoek leidde tot de volgende resultaten ten aanzien van de kwaliteit van het gesprek:

- leerlingen praten vooral over relaties tussen begrippen
- misconcepties komen naar voren (onder andere verwarring spanning - stroom, idee van stroomverbruik)
- bij het maken van het begrippennetwerk wordt weinig gesproken over verklaringen voor relaties tussen grootheden en over grafische representaties (vandaar de uitwerking van het begrippennetwerk)
- er worden veel vragen gesteld, vooral verificatievragen
- bijna een kwart van de uitspraken betreft argumenten
- de meeste conflicten worden geëlaboreerd (argumentatie/uitleg)
- er is een symmetrische bijdrage aan de interactie.

De groepsopdracht droeg bij aan begripsontwikkeling en die begripsontwikkeling is voor een deel ook te relateren aan de kwaliteit van het gesprek:

- leerlingen scoorden significant hoger op de natoets
- leerlingen vinden de taak leerzaam (maar ook moeilijk)
- hoe meer uitspraken leerlingen doen over relaties tussen begrippen, hoe hoger ze scoren op de natoets
- hoe meer collaboratieve elaboratie (samen redeneren, antwoord geven op vragen, oplossen van een conflict door argumentatie), hoe hoger de score op de natoets.

Taakkenmerken

Groepsopdrachten verschillen ten aanzien van het soort product dat gevraagd wordt, de instructie die wordt gegeven en de hulpmiddelen die beschikbaar worden gesteld. In het onderzoek is gekozen voor het maken van een begrippennetwerk (*concept map*). Uit onderzoek blijkt dat deze opdracht bijdraagt aan een betere organisatie van begripkennis. Ook is de opdracht bij uitstek geschikt om in een groep te doen. Dat komt omdat er niet één juist antwoord is en omdat het product visueel is. Leerlingen moeten het eens worden over wat begrippen met elkaar te maken hebben en hoe ze dat precies formuleren. Tijdens het gesprek kunnen leerlingen wijzen naar onderdelen van het product. De opdracht roept ook vragen en conflicten op. Zo halen veel leerlingen spanning en

stroom door elkaar. Als ze de begrippen moeten ordenen komen er vragen als 'ik dacht dat dat hetzelfde was' en 'hoe kun je energie meten?'. Dat het netwerk op een groot vel papier moet worden gemaakt betekent dat leerlingen moeilijk de opdracht naar zich toe kunnen trekken en de opdracht alleen maken.

In het eerste experiment van het onderzoek heb ik een *concept mapping* taak vergeleken met een poster-opdracht. Bij die poster-opdracht moesten leerlingen de werking van een zaklamp uitleggen met behulp van natuurkundige begrippen. De *concept map* bleek op een aantal punten een sterkere taak: bij de *concept map*

- werd intensiever over begrippen gesproken (met name over relaties tussen begrippen) dan bij de poster-taak
- werd minder gesproken over relaties van begrippen met concrete verschijnselen (bijvoorbeeld onderdelen van een schakeling of een elektrisch apparaat)
- kwam meer collaboratieve elaboratie van conflicten voor dan bij de poster-taak
- werd meer geredeneerd dan bij de poster-taak.

Naar aanleiding van deze resultaten is de *concept mapping* opdracht aangepast en uitgebreid. In die uitgebreide groepsopdracht zijn ook de sterke punten van de poster-taak opgenomen. Leerlingen moeten nadat ze het begrippennetwerk hebben gemaakt, experimenten bedenken waarmee ze de relaties die ze hebben geformuleerd zouden kunnen bewijzen. Ze moeten de resultaten die ze verwachten weergeven in een diagram of tabel en verklaringen proberen te bedenken. Dit zette inderdaad aan tot discussies over hoe je relaties in een grafiek representeert, wat goede experimenten zijn, hoe je schakelingen tekent en hoe je de relatie kunt verklaren. Het praten over verklaringen viel overigens tegen. Veel leerlingen herhalen hun beschrijving of verwijzen naar een formule ('als je het invult klopt het') of zeggen 'dat is nu eenmaal zo'. Hieruit blijkt dat ze niet goed begrijpen wat er met een verklaring bedoeld wordt. Wellicht wordt hier in schoolboeken en ook door de docenten in de onderbouw te weinig aandacht aan besteed.

De instructie

Ik heb een opgelegde rol- en taakverdeling achterwege gelaten omdat die een vrije uitwisseling van ideeën in de weg kan staan. Het is bij deze opdracht belangrijk dat leerlingen zoveel mogelijk kunnen praten over de begrippen en dat er zoveel mogelijk gelegenheid is om voort te bouwen op elkaars inbreng en om vragen te stellen en te beantwoorden. Het is in tweetallen ook wat kunstmatig om rollen te verdelen.

In een instructie staat meestal ook wat leerlingen in welke volgorde moeten doen. Omdat de groepsopdracht de eerste opdracht was van een nieuwe les-serie over elektriciteit, was het voor de leerlingen

al weer een hele tijd geleden dat ze iets over het onderwerp hadden gehad. Daarom leek het zinvol dat leerlingen eerst zelf zouden kunnen nadenken over wat de begrippen ook alweer betekenen. De leerlingen moesten daarom een ontwerp maken voor het begrippennetwerk (individueel). De verwachting was dat leerlingen dan meer vragen zouden stellen omdat ze er tijdens de individuele voorbereiding al achter zouden komen dat ze bepaalde dingen niet begrijpen of weten. Ik verwachtte meer kans op conflict omdat leerlingen een ander ontwerp kunnen hebben en hun eigen ontwerp zullen verdedigen. Het individueel voorbereiden zou ook aan een gelijkere deelname aan het gesprek kunnen bijdragen. Leerlingen zullen willen inbrengen wat ze al hebben bedacht. Bovendien is het makkelijker om uit te leggen wat je zelf vindt, aan de hand van iets dat je al opgeschreven hebt.

De individuele voorbereiding op de opdracht duurde in het onderzoek maar vijf minuten, maar had wel effect:

- in tweetallen waarin leerlingen zich individueel hadden voorbereid werden meer (verificatie) vragen gesteld, maar kwamen niet meer conflicten voor dan in tweetallen zonder individuele voorbereiding
- de ontwerpen die leerlingen individueel gemaakt hebben zijn een extra hulpmiddel gedurende het maken van de groepsopdracht
- leerlingen die zich individueel hadden voorbereid op de groepsopdracht scoorden hoger op de na-toets dan leerlingen die dat niet hadden gedaan.

Hulpmiddelen

De leerlingen kregen bij de opdracht de natuurkundige begrippen op zelfklevende memo's. Die begrippen gaven aan waar het over moest gaan en waren een hulpmiddel om over de abstracte natuurkundige concepten te spreken. Als je de opdracht aan het einde van een hoofdstuk zou geven, zou je leerlingen zelf de belangrijkste begrippen kunnen laten selecteren.

In het eerste experiment mochten leerlingen geen boeken of andere informatiebronnen gebruiken bij de opdracht. Ik wilde dat leerlingen zoveel mogelijk eerst zelf nadenken over wat de begrippen betekenen en met elkaar te maken hebben. Ik was bang dat leerlingen teveel zouden vertrouwen op de autoriteit van boeken en minder zelf zouden nadenken. Aan de andere kant zag ik in de gesprekken wel momenten waarop een boek of een docent een goede hulp zou kunnen zijn. Bijvoorbeeld als leerlingen allebei iets niet weten of wanneer ze het niet eens kunnen worden. In het tweede experiment is onderzocht hoe leerlingen spontaan gebruik maken van boeken als deze beschikbaar zijn. Ik heb 14 tweetallen die boeken mochten gebruiken bij de opdracht vergeleken met 14 tweetallen die het zonder boeken moesten stellen. De leerlingen gebruikten op veel verschillende manieren de boeken. Enkele resultaten:

- in de conditie zonder boeken kwamen meer (col-laboratieve) elaboratie-episoden voor in de gesprekken dan in de conditie met boeken
- meer tijd besteden aan het raadplegen van boeken gaat samen met minder vragen, conflicten, elaboratie van conflicten en van bevestiging van onjuiste proposities.

Leerlingen grepen vaak naar het boek zonder dat ze eerst hun eigen ideeën verwoordden. Ze formuleerden zelden een duidelijke vraag die ze met het boek wilden beantwoorden. Het boek werd vaak geraadpleegd bij de overgang naar een volgend onderdeel van de taak (een nieuwe relatie) of wanneer de ander aan het schrijven was. En wanneer ze informatie in het boek vonden, vergeleken ze die niet altijd met hun eigen ideeën en namen ze die informatie vaak zonder elaboratie over in het groepsproduct.

In het laatste experiment heb ik onderzocht of leerlingen gestimuleerd kunnen worden in een bewuster gebruik van boeken. In een aantal tweetallen moesten leerlingen een checklist invullen bij het raadplegen van het boek. Ze moesten daarop hun vraag invullen (wat wil je precies gaan opzoeken?), aangeven waarom ze iets wilden opzoeken (weten iets niet, onzeker, we zijn het niet eens) en ook of ze met het boek antwoord op hun vraag hadden gevonden (ja, nee, gedeeltelijk). Dit experiment is eind 1998 uitgevoerd en de gesprekken en toetsen worden nog geanalyseerd.

Leerlingkenmerken

De groepsopdracht die hier besproken wordt, heeft weinig zin als leerlingen niet echt bekend zijn met begrippen als spanning en weerstand. Om iets op een zinvolle manier uit te wisselen is het belangrijk dat er ook echt wat uit te wisselen valt en dat leerlingen niet ter plekke alles moeten verzinnen.

Omdat de groepsopdracht gericht is op cognitieve uitkomsten, is het belangrijk dat leerlingen al enige ervaring met groepswork hebben. Anders moet daar bij het maken van de opdracht rekening mee worden gehouden.

Wat leerlingen in de natuurkundelessen in de onderbouw hebben gedaan, komt duidelijk naar voren in de gesprekken van de leerlingen. Leerlingen verwijzen vooral naar proefjes die ze hebben uitgevoerd. Ze proberen als het ware te reconstrueren wat ze toen precies gedaan hebben. Ook verwijzen ze naar analogieën. Het is daarbij wel opvallend dat de leerlingen de analogie wel onthouden, maar niet meer loskomen van die analogie, niet meer weten waar het nu een analogie voor was. Voorbeelden zijn vrachtwagens die laden en lossen, kabouterpjes met rugzakjes, de baggermolen en een 'drama' waarbij de leerlingen de elektronen zijn. Die laatste analogie lijkt leerlingen nog het meest te helpen bij het uit elkaar houden van begrippen en het omschrijven van de betekenis van die begrippen.

Groepskenmerken

In het onderzoek is gekozen voor tweetallen om leerlingen zoveel mogelijk de gelegenheid te geven om te praten over de begrippen, om deel te nemen aan het gesprek.

De samenstelling is at random gebeurd. De verschillen in voorkennis waren niet zo heel groot. Bovendien was het niet erg wanneer er bijvoorbeeld twee leerlingen bij elkaar zouden zitten die veel 'misconcepties' hebben ten aanzien van de begrippen. De opdracht is immers niet bedoeld om die op te lossen. Het gaat er juist om dat leerlingen hun kennis expliciteren en er achter komen wat ze nog niet zo goed begrijpen en dat er uiteindelijk een product ligt dat richting kan geven aan vervolgactiviteiten.

Beloning

Leerlingen moet duidelijk zijn welke functie een bepaalde opdracht heeft in een reeks van opdrachten (een lessenserie). De leerlingen kregen voor de opdracht geen cijfer omdat het een oriëntatie-opdracht was waarbij leerlingen hun voorkennis moesten activeren en verbeteren. Bovendien zegt de kwaliteit van het groepsproduct in dit geval niet zoveel over wat een leerling ervan heeft opgestoken. Doel van de opdracht was niet het maken van een zo goed mogelijk product, dus daar kan ook niet op beoordeeld worden. Het zou een productgerichte benadering kunnen stimuleren. De producten kunnen in de klas besproken worden, leerlingen zouden hun groepsproduct kunnen presenteren en leerlingen zouden hun eigen producten kunnen nakijken (in de loop van de lessenserie).

Rol van de docent

In het onderzoek was er tijdens de uitvoering van de groepsopdracht geen docent aanwezig. Wel een proefleider, maar die gaf alleen de instructie en zorgde voor video-opnamen. De proefleider gaf geen antwoord op inhoudelijke vragen.

Bij de groepsopdracht zou de docent natuurlijk wel een rol kunnen spelen. Het begrippennetwerk is een geschikte taak wanneer je als docent een ronde wilt maken langs de groepjes en de leerlingen wilt volgen in hun werk en eventueel wilt bijsturen. Bij het begrippennetwerk en ook bij de uitwerking daarvan kun je eigenlijk in een oogopslag zien waar leerlingen moeite mee hebben.

Rondlopen en je (ongevraagd) mengen in een gesprek kan echter ook zeer storend zijn. Je rol als begeleider is ook voor te structureren. Je zou met leerlingen kunnen afspreken dat ze pas bij jou terecht kunnen wanneer iets af is of wanneer ze een lijstje met concrete vragen hebben gemaakt. Je zou daarbij ook kunnen aangeven dat elk groepje maximaal 10 minuten begeleidingstijd krijgt. Leerlingen zullen dan veel bewuster omgaan met vragen om hulp. Hulp is vooral efficiënt wanneer leerlingen beseffen dat ze

iets echt niet alleen kunnen. Een goede vraag stellen aan een expert is ook belangrijk om te leren.

Training

Uit onderzoek blijkt dat het trainen van samenwerkingsvaardigheden positieve effecten heeft. Je kunt met leerlingen aan de hand van allerlei spelopdrachten oefenen in het luisteren, hulp bieden, vragen stellen en reflecteren. Sommige docenten hebben een kaart aan de wand hangen met een aantal regels voor samenwerken. Het is denk ik nog beter wanneer je zo'n kaart met regels samen met de klas ontwikkelt. Als je regels zelf mee hebt opgesteld ben je immers eerder geneigd ze belangrijk te vinden, ze te onthouden en toe te passen.

Bij groepsopdrachten moet niet vergeten worden dat het soms ook nodig is om taakspecifieke vaardigheden te trainen. In het geval van het begrippennetwerk is het nodig om te laten zien wat zo'n begrippennetwerk is en hoe je het maakt. Je kunt dat doen aan de hand van een onderwerp dat net is afgesloten. Je zou ook met leerlingen kunnen bespreken waar goede natuurkundige experimenten aan moeten voldoen en wat precies met een verklaring wordt bedoeld. Je voorkomt dan dat leerlingen erg aan de oppervlakte blijven. Maar zo'n bespreking kan ook plaatsvinden naar aanleiding van de groepsopdracht.

Onderwerp	Elektriciteit.
Doel	Bijdrage aan begripsontwikkeling: activeren van conceptuele voorkennis op het domein en het verbeteren van de kwaliteit van die kennis.
Plaats in lessenreeks	De eerste opdracht van een nieuwe lessenserie over elektriciteit. De bewustwording van kennishiaten geeft aanknopingspunten voor de invulling van de lessenserie en leerlingen kunnen meer zelf verantwoordelijkheid nemen voor hun leren: <ul style="list-style-type: none">- leerlingen kunnen op basis van het groepsproduct een plan maken om teksten te bestuderen of experimenten uit te voeren- de docent kan de groepsproducten gebruiken om in de lessenserie beter aan te sluiten bij het niveau en de conceptuele problemen van de leerlingen- groepsproducten kunnen gepresenteerd en vergeleken worden- op verschillende momenten gedurende de lessenreeks kan leerlingen gevraagd worden om hun netwerk te verbeteren en uit te breiden- het moeten bewijzen en verklaren van relaties tussen grootheden kan aanleiding zijn om met leerlingen te praten over wat binnen het vak adequate bewijzen en verklaringen zijn.
Training	<ul style="list-style-type: none">- voorbeeld van een begrippennetwerk bespreken- eventueel instructie om leerlingen enig inzicht te geven in wat adequate experimenten en verklaringen zijn.
Niveau	4 havo/vwo
Tijdsduur	Vorbereiding 10 minuten, netwerk 20 minuten, uitwerking 40 minuten.
Materiaal	<ul style="list-style-type: none">- instructie voor leerlingen- A4's voor individuele ontwerpen- grote vellen om begrippennetwerk op te maken- voorgestructureerde vellen voor uitwerkingen (experiment, diagram, verklaring)- zelfklevende memo's (post-it): kleinste formaat (daarop de begrippen: spanning, stroomsterkte, weerstand, lengte, oppervlakte dwarsdoorsnede, soort materiaal, energie, elektronen)- eventueel natuurkundeboek(en) om dingen op te zoeken- eventueel checklist waar leerlingen moeten opschrijven welke vragen aanleiding waren om het boek te raadplegen en of ze in het boek de gezochte informatie hebben gevonden.

Fig. 2 Toelichting groepsopdracht elektriciteit.

Individueel

10 minuten

Maak een ontwerp voor een begrippennetwerk. Orden de begrippen en trek lijnen tussen begrippen die volgens jou met elkaar te maken hebben. Schrijf bij de lijnen wat de begrippen volgens jou met elkaar te maken hebben. Doe dat zoveel mogelijk in de vorm van wetmatigheden: 'Als ... groter/kleiner wordt, dan wordt ... groter/kleiner'.

Tweetal

60 minuten

- 1 Maak samen een begrippennetwerk op het grote vel papier. Leg jullie ontwerpen naast elkaar. Bekijk of jullie het eens zijn en of jullie elkaar kunnen aanvullen.
- 2 Werk de relaties uit je begrippennetwerk uit. (Kies in elk geval een relatie die gaat over spanning, één over stroomsterkte, één over weerstand en één over energie).
 - a) Beschrijf kort een experiment waarmee je de relatie zou kunnen bewijzen. Noem de grootheden die je gaat meten. Teken een proefopstelling (bijvoorbeeld in de vorm van te bouwen schakelingen). Geef een korte beschrijving van het experiment.
 - b) Geef de uitkomsten die jullie verwachten weer in een diagram of een tabel. Vergeet niet de grootheden/eenheden bij de assen te zetten.
 - c) Bedenk voor de relatie die jullie hebben uitgewerkt een verklaring. Hoe verklaar je het verband dat jullie hebben beschreven? Waarom is datgene wat je bij de lijn in het netwerk hebt geschreven zo? Bedenk dat bij elektriciteit relaties tussen grootheden vaak te maken hebben met het gedrag van de kleine deeltjes die elek-tronen heten.

Fig. 3 Instructie groepsopdracht elektriciteit.

Carla van Boxtel is werkzaam bij de Capaciteitsgroep Onderwijskunde van de Universiteit Utrecht.

SENSOR!

Metten en verwerken met de computer

Werkgroep 2

P. Noordzij



Leerlingen moeten de computer leren gebruiken bij metingen en bij het verwerken van meetresultaten, ook in de basisvorming en op vbo/mavo. SENSOR! is een van de weinige pakketten die eenvoudig te bedienen zijn door leerlingen. Na een korte instructie kunnen ze er zelfstandig mee werken. SENSOR! is ontwikkeld voor het basisonderwijs en blijkt ook heel geschikt voor vbo/mavo in de vakken natuurkunde, scheikunde en biologie.

Het pakket SENSOR! bestaat uit sensoren voor het meten van temperatuur, licht en geluid, uit een interface om de sensoren met de computer te verbinden en de nodige software. Er worden werkbladen voor leerlingen meegeleverd samen met een docentenhandleiding.

Onderzoek met SENSOR!

SENSOR! is een pakket dat het doen van onderzoek door leerlingen ondersteunt. Met de bijgeleverde sensoren kunnen leerlingen op een makkelijke manier eenvoudige onderzoekjes doen aan hun omgeving. Ze ontwerpen op het scherm de opstelling en bouwen die tegelijkertijd op. De meetresultaten kunnen op

verschillende manieren gepresenteerd worden: grafieken, meters, diagrammen, ... Leerlingen moeten hier keuzes in maken. Verschillende aspecten van het onderzoek doen worden zo geoefend in een realistische situatie. Een voorbeeld van zo'n onderzoek is de meting aan het afkoelen van thee in bekertjes van verschillend materiaal. Leerlingen kiezen of ze de resultaten uit een grafiek of van een meter aflezen. Ook kiezen ze wat het bereik van de temperatuurmeter moet zijn en hoe lang de meting duurt.

Eenvoudige bediening

Het gebruik van het programma en de sensoren is heel eenvoudig. De sensoren hoeven niet geijkt te worden en de grafieken hebben een aan de sensor aangepaste schaalverdeling. Als de goede aansluiting gemaakt is, kan er direct gemeten worden. Wel kan alles aangepast worden.

Door de eenvoudige bediening is het pakket ook voor docenten heel bruikbaar als demonstratie-instrument.

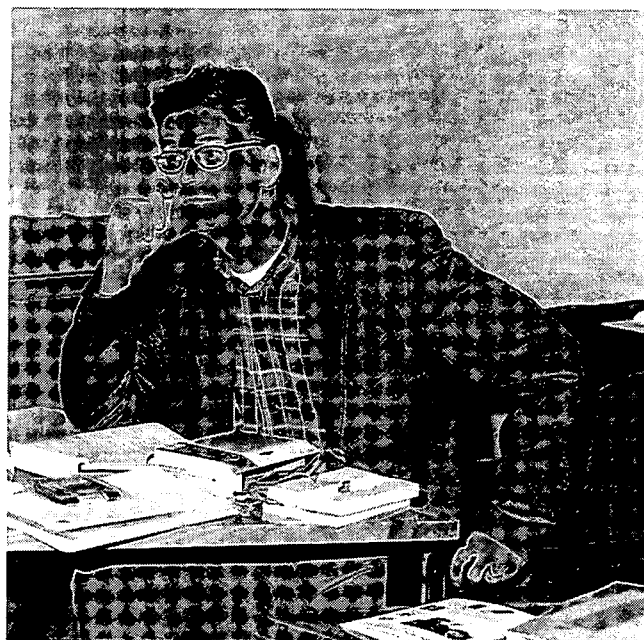
Het pakket SENSOR! wordt geleverd door het CPS (033-4534344) en ondersteund met cursusmateriaal door het APS (030-2856712).

Piet Noordzij is werkzaam bij het APS.

De grafische rekenmachine in de natuurkundeles

Werkgroep 3

P. van Wijlick



Dat formules in grafische rekenmachines kunnen worden ingevoerd kunt u zich vast en zeker voorstellen, maar ook het oplossen van kwadratische vergelijkingen is een koud kunstje met een grafische rekenmachine zoals de TI-83: de ingebouwde 'Solver' levert de gezochte oplossingen in een mum van tijd. Of twee vergelijkingen met twee onbekenden: typ de vergelijkingen in en laat de rekenmachine het snijpunt (de oplossing) bepalen. Het bovenstaande zal zorgen voor betere toetsresultaten die helaas niet alleen mogen worden toegeschreven aan toegenomen capaciteiten van leerlingen of docenten. Enig inzicht in de mogelijkheden die grafische rekenmachines leerlingen bieden in uw vaklessen lijkt daarom noodzakelijk.

Daarnaast kan een grafische rekenmachine ook gebruikt worden om met behulp van sensoren te meten. De meetresultaten kunnen met IP-Coach worden uitgewisseld door de grafische rekenmachine via een kabeltje te verbinden met een personal computer.

In elke schooltas

Alle leerlingen die dit schooljaar in 4 havo of 4 vwo zitten, mogen bij hun eindexamen natuurkunde, scheikunde en biologie gebruik maken van een grafische rekenmachine, ook al is uw school dit jaar nog niet begonnen met de tweede fase. Deze grafische rekenmachine mag van tevoren door de leerlingen naar wens worden geprogrammeerd. Dit zal er onherroepelijk toe leiden dat centrale examens bepaalde vragen niet meer zullen stellen of met veel minder punten zullen gaan belonen dan tot nu toe gebruikelijk was. Ook uw toetsen zullen moeten worden aangepast.

Vergelijkingen sneller oplossen

Bij natuurkunde komen regelmatig kwadratische vergelijkingen voor die leerlingen tot op heden met de abc-formule moeten oplossen (tenzij kwadraataf-

splitsen tot de mogelijkheden behoort). Dat gaat vaak mis en kost in ieder geval veel tijd. Met de grafische rekenmachine kan het bijna niet misgaan en gaat het veel sneller. Leerlingen kunnen een kwadratische vergelijking als $3x^2 + 5x - 6 = 0$ op twee manieren oplossen met een grafische rekenmachine. Het kan grafisch: laat de functie $y = 3x^2 + 5x - 6$ tekenen en zoom in op een van beide snijpunten met de x-as. Herhaaldelijk inzoomen op een snijpunt geeft de gezochte oplossing in de gewenste nauwkeurigheid. Het kan ook anders. Er zit een zogenaamde *equationsolver* in de TI-83. De vergelijking die moet worden opgelost, dient hier te worden ingevoerd als $0 = \dots$. Daarna dient het domein te worden aangegeven waarbinnen de gezochte oplossing ligt, bijvoorbeeld $\{-\infty, 0\}$. Vervolgens dient een *gokoplossing* gelegen in het zoiest opgegeven domein, te worden ingevoerd, waarna een druk op 'SOLVE' de machine aan het werk zet. Binnen enkele seconden verschijnt een oplossing in beeld. Door daarna een ander domein te kiezen, bijvoorbeeld $\{0, \infty\}$, kan de tweede oplossing worden gevonden.

De eerste methode, de grafische oplossingsmethode, heeft mijn voorkeur, omdat leerlingen dan echt zien wat ze doen. De tweede oplossingsmethode is mij wat *truckerig*, maar niemand die het leerlingen zal verbieden om op die manier een kwadratische vergelijking op te lossen.

Een ander regelmatig terugkerend probleem voor leerlingen is het oplossen van twee vergelijkingen met twee onbekenden. Denk aan natuurkundevragen met lenzen waarbij de vergroting (bijvoorbeeld $N = 0,6$) en de brandpuntsafstand (bijvoorbeeld $f = 8$ cm) gegeven zijn. Gevraagd wordt de beeldafstand en de voorwerpsafstand op te lossen. Dat levert twee vergelijkingen met twee onbekenden op, bijvoorbeeld $0,6 = b/v$ en $1/8 = 1/b + 1/v$. Substitutie van de ene vergelijking in de andere vergelijking levert na (te) lang rekenwerk vaak toch nog een verkeerd antwoord

op. Met een grafische rekenmachine dient een leerling deze vergelijkingen te schrijven als $b = 0,6v$ en $b = 1/(1/8 - 1/v)$. Als deze vergelijkingen worden ingevoerd levert het snijpunt het antwoord van v op. Deze manier levert weinig tijdswinst op, maar waarschijnlijk iets meer juiste antwoorden. Interessanter wordt het als een van de twee vergelijkingen een kwadratische is, zoals bijvoorbeeld bij volledig veerkrachtige botsingen (natuurkunde). De wet van behoud van impuls in combinatie met behoud van kinetische energie, levert na substitutie meestal een vervelende kwadratische vergelijking op die alleen met de abc-formule is op te lossen. Een leerling kan er voor kiezen om beide vergelijkingen in te voeren, waarna oplossingen kunnen worden gevonden door snijpunten af te lezen. Het alternatief is de substitutie toch met de hand uit te voeren en vervolgens de kwadratische vergelijking op te lossen volgens een van de hierboven geschetste manieren.

Meetresultaten verwerken

Practica en tegenwoordig steeds meer open onderzoeken (practische opdrachten) leveren meetgegevens op die vaak in een grafiek moeten worden uitgezet. Volgens de examenprogramma's moeten leerlingen bewerkingen kunnen uitvoeren met de vergaarde meetgegevens. Ze moeten een raaklijn aan de grafiek kunnen tekenen, de oppervlakte onder (een deel van) de grafiek kunnen bepalen en (in niet al te ingewikkelde situaties) het functievoorschrift kunnen opstellen dat de meetresultaten zo goed mogelijk beschrijft. Daarnaast moeten vwo-N&T-leerlingen relaties van de vorm $y = ax^{-2}$; $y = ax^{-1}$; $y = ax^2$ en $x^{-1} + y^{-1} = \text{constant}$ door een coördinatentransformatie kunnen weergeven als grafieken met een rechte lijn. Hoewel dit natuurlijk al lang kan met spreadsheet-programma's als Excel en gedeeltelijk ook wel met IP-Coach, is het nieuwe dat elke leerling dit nu ook met zijn of haar eigen grafische rekenmachine kan. Zo kan een leerling meetresultaten ook thuis uitwerken, zelfs als daar geen computer is. Omdat de grafische rekenmachine via een kabeltje ook kan worden verbonden met een personal computer, kunnen meetresultaten tussen IP-Coach en een grafische rekenmachine worden uitgewisseld.

Metten met sensoren

Op een grafische rekenmachine kunnen twee verschillende meetapparaten worden aangesloten: een bewegingssensor (CBR) waarmee ultrasoon bewegingen kunnen worden geregistreerd, en een datalogger (CBL) waarop allerlei sensoren kunnen worden aangesloten. Standaard worden bij de datalogger (CBL) een temperatuursensor, een lichtsensor en een spanningssensor geleverd. Verder zijn alle denkbare andere sensoren te koop, zoals een geluidsensor, pH-sensor, radioactiviteitssensor, magnetisch-veld-sensor, krachtsensor, versnellingsensor, druksensor, hartslagsensor en een zuurstofconcentratie-sensor.

De CBL heeft een aparte ingang voor de ultrasone bewegingssensor (CBR) en drie analoge ingangen waarop drie verschillende sensoren tegelijkertijd kunnen worden aangesloten. Daarnaast heeft de CBL een digitale ingang en een digitale uitgang voor communicatie met de grafische rekenmachine. De CBL kan dus maximaal op vijf ingangen tegelijk data verzamelen met een maximum snelheid van 10000 metingen per seconde.

Zowel de bewegingssensor (CBR) als de datalogger (CBL) kunnen worden losgekoppeld van de grafische rekenmachine om buiten of waar dan ook mee te meten. Nadat de metingen voltooid zijn sluit je de CBR of de CBL weer aan op de grafische rekenmachine en je kunt de meetresultaten bekijken en verwerken met de rekenmachine. Je kunt de CBL ook gebruiken als 'multimeter' om op verschillende plaatsen temperaturen of lichtsterktes of andere grootheden te meten. De gemeten waarden zijn dan rechtstreeks af te lezen op een display dat in de CBL is ingebouwd. Veel onderzoek dat buiten moet plaatsvinden, is met een grafische rekenmachine in combinatie met een datalogger (CBL) eenvoudiger uit te voeren dan met behulp van IP-Coach dat altijd een pc nodig heeft.

Conclusie

Zo beschouwd is de grafische rekenmachine in combinatie met een CBR of CBL een compact alternatief voor IP-Coach met bijbehorende sensoren. En dat nu de meeste docenten net enigszins thuis beginnen te raken in IP-Coach(-junior). Op grond van die gewinning aan IP-Coach valt niet te verwachten dat docenten en scholen direct massaal zullen overstappen van IP-Coach naar CBR en CBL, hoewel het zeker niet uitgesloten lijkt dat dat over enkele jaren wel het geval zal zijn. Want één ding is zeker: vanaf het volgende schooljaar hebben alle vierde klassers (havo en vwo) een grafische rekenmachine op zak, waarmee ze in ieder geval tijdens de wiskundeles leren omgaan. Dat moet, omdat de grafische rekenmachine voorkomt in alle tweede fase wiskunde-methoden en omdat het gebruik van de grafische rekenmachine verplicht is gesteld bij de centrale examens wiskunde. Gebruik van de grafische rekenmachine in uw eigen les kunt u ook niet verbieden, omdat het gebruik ervan tijdens de centrale examens biologie, scheikunde en natuurkunde is toegestaan.

Wilt u niet tijdens uw lessen plotseling tot de ontdekking komen dat leerlingen veel meer kunnen met grafische rekenmachines dan u voor mogelijk had gehouden, dan lijkt het raadzaam een nascholing te volgen over de grafische rekenmachine.

Een dergelijke nascholing wordt georganiseerd door een samenwerkingsverband van het Amstel Instituut van de Universiteit van Amsterdam en het APS (afdeling natuurwetenschappen en techniek). De cursus wordt zowel in Zwolle als in Amsterdam georganiseerd. Bij deelname aan de cursus ontvangt elke

deelnemer een TI-83, tenzij u er al een heeft. In dat geval krijgt u korting op de cursusprijs. Voor nadere

informatie of inschrijving kunt u terecht bij het secretariaat van het APS (030 –28 56 618/712).

Peter van Wijlick is werkzaam bij OSG De Meergronden, Almere, en het APS.

Wordt natuurkunde leuker met een examendossier?

Werkgroep 4

L. Heimeel

Een examendossier of Plan van Toetsing en Afsluiting (PTA): wat moet erin staan en hoe ziet het eruit? De nieuwe examenprogramma's besteden veel aandacht aan het aanleren en toetsen van vaardigheden. Het Open Experimenteel Onderzoek biedt de leerlingen nu al een kans te genieten van natuurkunde. Een EXO laat leerlingen ervaren dat experimenten kunnen mislukken, brengt ze bij dat plannen, informatie zoeken en afspraken maken belangrijke vaardigheden zijn. De meeste leerlingen besteden er veel tijd aan en leveren een fraai verslag. Duidelijk neemt het gebruik van ICT toe: de kwaliteit van de vormgeving overtreft menigmaal die van het onderzoek. De nieuwe examens maken het doen van onderzoek niet alleen binnen veel vakken verplicht, maar noemen ook een profielwerkstuk waarin aan tenminste twee profielvakken aandacht besteed moet worden. Daarnaast zijn er meer mogelijkheden om de resultaten van een onderzoek te presenteren.

Toch is de tweede fase niet een en al vreugde voor docent en leerling. De overladenheid van het programma naast de enorme hoeveelheid praktische opdrachten en werkstukken levert een niet geringe stress op, zo blijkt na een paar maanden tweede fase. Staatssecretaris Adelmund van onderwijs besluit dan ook, na verschillende groepen betrokkenen gehoord te hebben, enige wijzigingen voor te stellen.

In de werkgroep zouden we kijken naar het examenreglement en aan de hand van voorbeelden een mogelijke opzet van een Programma van Toetsing en Afsluiting bespreken. De scholen die afgelopen augustus met de tweede fase gestart zijn moesten alleen de beschrijving voor de vierde klas havo en vwo aan de leerlingen en aan het ministerie op 1 oktober (werd 1 november) afleveren. In de praktijk moet er toch ruwweg zicht zijn op de invulling van de andere leerjaren wil je niet voor onaangename verrassingen

komen te staan. Het PTA bevat in elk geval voor elk vak de procedures voor de schriftelijke toetsen en de praktische opdrachten.

Door de voorgestelde wijzigingen bleken echter de voorbeeld PTA's die op grond van vastgestelde eisen waren samengesteld overbodig gedetailleerd. Het aantal slus voor praktische toetsen, herkansingsregelingen en het handelingsdeel kan worden geschrapt.

Er ontstond een discussie over de gevolgen van de verschillende (voorgestelde) wijzigingen die veel duidelijkheid gaf over wat er nu wel in het PTA moet. Maar vooral over de voor- en nadelen van de nieuwe voorstellen, zowel vanuit de praktijk (de scholen die met de tweede fase gestart waren) als vanuit de idealistische benadering. Enkele punten van het inmiddels aangenomen wijzigingsvoorstel:

- herkansingsverplichting 10-25% vervalt
- vrije ruimte mag (ten dele) worden gebruikt voor profielwerkstuk en remedial hulp
- verplichte inhoud profielwerkstuk vervalt: moet aandacht geven aan twee profielvakken
- aantal practica mag verminderd worden tot twee soorten
- 60/40% voor practica/schriftelijke toetsen definitief van de baan
- CEVO mag éénvierde van de stof uit het CE laten, per jaar verschillend; het SE is ter invulling van de school.

Hoe zorgen we ervoor dat de leerlingen (nog) meer plezier beleven aan natuurkunde? In elk geval was er de indruk dat de enorme hoeveelheid werkstukken voor alle vakken niet bevorderlijk zou zijn geweest voor dit plezier. De wijzigingen geven wellicht wat ruimte voor hobbyisme van docent en leerling met en over natuurkunde: wat zullen dat mooie uren worden!

Lieke Heimeel is werkzaam bij het Rembrandt College, Veenendaal, en het APS.

Studievaardigheden

Werkgroep 5

H. Bruijnesteijn



Inleiding

In deze werkgroep vulden de deelnemers bij onderstaande opdracht de tabel individueel in. Het ruwe gemiddelde van alle deelnemers is nu in de tabel opgenomen.

Opdracht: Denk even terug aan uw middelbare schooltijd. U hebt toen ongetwijfeld veel geleerd. Probeer in onderstaand schema voor elk facet 100% te verdelen over of u dat facet *impliciet* op school hebt geleerd en of u dat facet *expliciet* op school geleerd hebt.

	impliciet	expliciet
Kennis	20%	80%
Studievaardigheden	80%	20%
Attitude	70%	30%
Leervermogen	80%	20%

De teneur is duidelijk. Kennis kwam veel meer expliciet aan bod dan de andere facetten van het leren. Bij jongere collega's waren de percentages in de onderste drie vakjes van de linkerkolom vaak lager.

Aandacht voor studievaardigheden

In de tweede fase is één van de veranderingen het meer expliciet aandacht besteden aan leren leren, o.a. studievaardigheden. Vooral de minder goede leerling is op de langere termijn meer gebaat bij onderwijs in studievaardigheden dan bij meer uitleg van de vakinhoud. De betere leerling hanteert meestal de studievaardigheden al impliciet. Hem of haar dat gebruik van studievaardigheden bewust maken, leidt tot het beter hanteren van deze vaardigheden.

Kennis over studievaardigheden

Om beter studievaardigheden als oriënteren, plannen, schematiseren, reflecteren te kunnen toepassen, moeten leerlingen kennis over deze vaardigheden aangevoel krijgen. Wat voor soorten schema's zijn er? Hoe ziet een stappenplan 'oriënteren' eruit? Welke tekst is geschikt om te schematiseren en welke niet? Wat zijn goede reflectievragen?

Stappenplan aanleren (studie)vaardigheden

Bij het bewust in de les met studievaardigheden bezig zijn, kan het volgende stappenplan gehanteerd worden.

- 1 **Introductie:**
 - waarom, waarvoor en wanneer gebruiken
 - kenmerken, argumenten
 - beschrijving werkwijze
- 2 **Modelleren:**
 - stap voor stap voordoen
 - laten zien van kenmerken
- 3 **Laten oefenen:**
 - leerlingen verfijnen aanpak, 'shaping'
 - docent geeft (ongevraagde) feedback
- 4 **Uitbreiden en wendbaar maken:**
 - laten oefenen bij andere, moeilijker opdrachten
 - toepassen bij andere vakken
- 5 **Reflecteren:**
 - feedback geven, in toets opnemen
 - bijstellingen aangeven/bespreken
 - leerresultaten terugvoeren op manier van aanpak

Net zoals bij het maken van vraagstukken is het belangrijk dat de docent de 'vaardigheid' voordoet en daarbij duidelijk, hardop vertelt welke stappen zij/hij daarbij onderneemt. (Stap 2)

Stappenplan schematiseren

Tijdens de werkgroep werd in tweetallen een tekst geschematiseerd. Daarbij maakte de één een schema, terwijl de ander observeerde en de stappen noteerde die de schematiseerder na elkaar ondernam. Daarna werd in viertallen met behulp van de genoteerde stappen een stappenplan voor het schematiseren van leerboekteksten gemaakt, dat in het lokaal aan de wand gehangen kan worden.

Deze werkwijze is ook goed toepasbaar in de les, waarbij leerlingen dan een studievoordigheid aan-

pakken. Leerlingen – trouwens, docenten ook – leren dan van elkaars aanpak. In een klassengesprek worden de verschillen in de diverse aanpakken besproken.

Tijdrovend?

Een verandering in de didactiek van een docent kost altijd tijd. Maar meer door de extra voorbereiding die deze verandering behoeft, dan doordat dit veel meer lestijd kost. De studievoordigheden worden immers op een vakinhoud losgelaten. Als leerlingen een stuk leerstof schematiseren, hoeven ze waarschijnlijk minder 'vragen en opdrachten' over die leerstof te maken om eenzelfde of beter leerresultaat te bereiken. En op de langere duur ...

Hein Bruijnesteijn is werkzaam bij het APS.

ANW: inzicht in motieven van natuurwetenschappers? Een ronde langs de methodes

Werkgroep 6

A. Veldkamp & L. Heimel



De deelnemersgroep was erg gevarieerd: enthousiaste ANW-docenten, docenten die volgend jaar gaan starten met ANW, auteurs van een ANW-methode en mensen die betrokken zijn bij de omscholing ANW. De doelen voor de werkgroep werden verwoord op een ANW-iaanse manier. Hierdoor werden de vrijheidsgraden voor auteurs en docenten in het ANW-examenprogramma duidelijk.

De docent kan:

- Voorbeelden noemen van activiteiten en producten die in de loop van de tijd in verschillende (uitgevers)culturen werden en worden ontwikkeld en de betekenis daarvan aangeven voor de dagelijkse schoolpraktijk. Te denken valt aan: *ANW Actief, ANW Overal, Galileo, Scala, Solar, Synthese*.
- Een oordeel geven over de betrouwbaarheid van een bewering over ANW die betrekking heeft op de kwaliteit en werking van een product (methode).
- Een standpunt over de kwaliteit van de producten met betrekking tot het behalen van het doel 'het blootleggen van motieven van wetenschappers' ondersteunen dan wel bestrijden met argumenten die ten minste ook verwijzen naar relevante kennis.
- Met voorbeelden uitleggen hoe het vak ANW in de loop van zijn geschiedenis beïnvloed is door technische, culturele, economische en politieke factoren.
- Uitwerkingen van het domein biosfeer bespreken aan de hand van een afweging van positieve en negatieve uitwerkingen en effecten op leerlingen.

Voordat de deelnemers aan de slag gingen met de methodes werd zeer beknopt aangegeven welke doelen het schoolvak heeft.

- De ontwikkeling van de grote natuurwetenschappelijke ideeën binnen een historische, filosofische, maatschappelijke en culturele context.

Het vak moet:

- aansluiten op de basisvorming

- algemeen vormend zijn
- een beeld schetsen van de ontwikkeling van de natuurwetenschappen
- een stukje wetenschapsontwikkeling meemaken
- afgesloten worden met een schoolexamen
- een studiebelasting hebben van 160 uur voor havo en 200 uur voor vwo.

- Een beknopte samenvatting van domein B:
 - Filosofische vragen – Hoe ontstaat natuurwetenschappelijke kennis? Hoe betrouwbaar zijn beweringen?
 - Technologische vragen – Hoe wordt kennis toegepast? Wat zijn criteria voor het ontwerpen van producten?
 - Ethische vragen – Zijn er grenzen aan toepassingen van wetenschap en techniek?

De deelnemers gingen in groepen van drie personen aan de slag. Elke groep bestudeerde een methode aan de hand van de volgende vragen.

- Welke motieven van wetenschappers worden belicht?
- Welk beeld van wetenschappers ontstaat, bewust en onbewust?
- Op welke manier maken 'leerlingen een stukje wetenschapsontwikkeling mee'?
- Welk beeld van wetenschap ontstaat?
 - Hoe ontstaan nieuwe inzichten, ontdekkingen?
 - Welke vooroordelen worden bevestigd?

Om uitvoerig deze vragen te bestuderen bleek 40 minuten niet voldoende. De deelnemers waren voorzichtig in hun uitspraken en gaven aan dat die geen wetenschappelijke pretenties hadden. De antwoorden werden gepresenteerd aan elkaar door middel van posters. Enkele generalisaties die gemaakt werden luiden als volgt.

De hand- en informatieboeken werden erg nuttig en boeiend gevonden voor de docenten ten behoeve van ANW-omscholing. Maar voor leerlingen zijn deze boeken te encyclopedisch: veel beknopte weergaven van ontdekkingen met data en namen. Weinig verhaal. De deelnemers spraken uit dat het weliswaar geen leerboek was, maar de vraag kwam op of een leerling nu werkelijk inzicht krijgt in hoe wetenschap in zijn gang gaat. En of een leerling wel geboeid raakt door deze feitelijkheden.

Dit ene criterium ter beoordeling van een methode voor het vak ANW is al lastig te hanteren. Hoe gaat dat nu als we op alle verschillende facetten van ANW moeten letten?

In figuur 1 staat een overzicht van de opmerkingen op de poster per beoordeelde methode. Alle methodes waren beschikbaar, niet alle zijn bekeken. De deelnemers hadden hierin een vrije keus. Sommige methodes waren al uitvoerig binnen een sectie of omscholing bekeken.

	Vraag ↓	Methode →	Scala	Synthese	ANW Actief	ANW overal
1	Wat beweegt de onderzoeker		Wonderen aan de hemel (nee; wetmatigheden)	Religieuze motieven	Nieuwsgierigheid	Logisch voor/ door geschiedschrijver
			Genie ontmoet genie (Newton/ Voltaire) Ambities (Herschel)	Politieke motieven	Eigenwijsheid	Niet gerelateerd aan culturen/ historische ontwikkeling in het algemeen
			Vrouwen komen ook aan bod (toegewijd)	Prestige/ aanzien	Geld en prestige	
			Gezondheidsproblemen	Nieuwsgierigheid		
2	Beeld van de onderzoeker		Discussie onderling: terugkoppeling naar maatschappij	Het zijn gewone mensen/ ontdekkers	LEF Werk, geen leven	Rolbevestigend: dor/ droge figuur (strips)
3	Wetenschapsontwikkeling		Opoffering/ toewijding	Sterk biografisch	Voorbeeld uit het leven van Jenner (pokken): waarnemen → model → bewijs	Meer gerelateerd aan leefwereld docent/auteur dan aan leerling
4	Beeld van de wetenschap		Moeilijk Interessant	Individualistisch Het gaat over mensen die aan het werk zijn met gezondheid		Encyclopedisch dus moeilijk
						Idee dat wetenschappers alleen met niet toepasbare zaken bezig zijn wordt onderuit gehaald

Fig. 1

Het geplande tweede deel van de werkgroep over het onderwerp samenhang en integratie van natuurwetenschappen binnen de methode is komen te vervallen door de uitvoerige bespreking en discussie naar aanleiding van het eerste deel van de avond. De opdracht wordt hieronder weergegeven, omdat het ook een manier is om binnen een sectie de methodes naast elkaar te leggen.

In een groep van vijf personen bestudeert elk lid van één methode de leesteksten en opdrachten behorend

bij het domein Biosfeer, aan de hand van de volgende vragen:

- Is de methode geslaagd in het integreren van de natuurwetenschappen?
- Welke leesvaardigheid vereist de methode?
- Hoeveel pagina's omvat de leestekst?
- Geef een korte typering van het niveau.
- Hoeveel opdrachten horen bij het onderwerp?

Alice Veldkamp is werkzaam bij het Christelijk Lyceum, Veenendaal, en het APS.

Lieke Heimel is werkzaam bij het Rembrandt College, Veenendaal, en het APS.



Arbo in de natuurkundeles

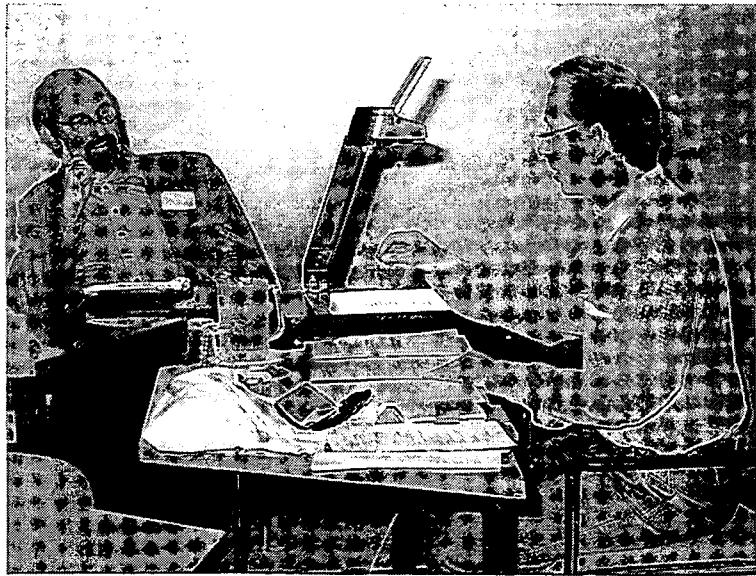
Werkgroep 7

F. Budding

Omdat verreweg de meeste aanwezigen bij de werkgroep geen of weinig kennis van of ervaring met arbo hadden, werden eerst de uitgangspunten van arbo in de school doorgenomen. De verplichtingen van de werkgever en werknemers. De manier waarop de werkgever zich kan indekken tegen verlangens van de werknemer (bijvoorbeeld door het inkopen van diensten van een - gecertificeerde - arbodienst), en hoe de werknemer extra druk kan uitoefenen via de Arbeidsinspectie.

Het was voor velen toch even wennen aan één van de belangrijkste criteria uit de wet- en regelgeving, namelijk: 'redelijkerwijs'. Want: wat is nu nog wel redelijk en wat niet?

Besproken werd wat op schoolniveau geregeld (zou) moet(en) zijn. Wat op klasseniveau in het algemeen, en bij het vak natuurkunde in het bijzonder geregeld dient te zijn (of voor de meesten: nog geregeld moet worden). Het onderscheid tussen eisen bij 'oudbouw' en 'nieuwbouw'. De rol van de bedrijfsarts. Het aanwezig moeten zijn van een ongevallenregistratie en klachtenregeling. Het moeten oefenen met ont- en inruimen. Hoe je een Algemene Personeelsvergadering kunt wijden aan Arbo, met instructie over de brandblusser en



de brandslang, kennismaking met de bedrijfsarts en de arbeidshygiënist. De verplichte BedrijfsHulpVerlening (BHV) en de verplichte registratie van toxische stoffen - die je heel simpel zelf kunt inrichten met behulp van bijvoorbeeld Microsoft Access.

In het laatste deel van de werkgroep werd getoond wat en hoe tijdens natuurkundelessen door/met de leerlingen gemeten kan worden. Hoe simpel sommige zaken te verwezenlijken zijn. Bijvoorbeeld met een CO₂ sensor en een temperatuursensor de invloed nagaan van de grootte van de leerlingpopulatie, de invloed van het openen van de ramen en deuren. Zo bleek het klimaat van zaal B4 van het conferentieoord, ondanks de airconditioning, niet te voldoen aan de eisen die de Arbeidsinspectie stelt aan schoollokalen! Het meten van de grootte van het lokaal zonder trap en meetlint. De verlichtingssterkte op tafel. De werking van brandblussers, de beperkingen van slanghaspels.

Ook de ICT-presentatie van het chemiekaartenboek op CD-rom en van *Kijk hoe werkt het* - met voor leerlingen vele relevante aanknopingspunten - leverde voor velen nieuwe gezichtspunten op.

Zelfstandig open onderzoek is het doel, niet het middel

Werkgroep 8

P. Dekkers & J. Buning



De werkgroep bestond uit drie delen. Deel 1 beschrijft een geleidelijke opbouw van het 'leren onderzoeken' in een serie practica waarin *het onderzoeken zelf* het leerdoel is. In een voorbeeld van zo'n practicum (deel 2) meten leerlingen op drie manieren de wrijvingscoëfficiënt van een sjoelschijf, en bepalen de zwakke en sterke punten van iedere meetmethode. De deelnemers aan de werkgroep hebben het practicum uitgeprobeerd. Het doel van het practicum is, dat leerlingen vanuit hun ervaringen een overzicht maken van waar je op moet letten als je een meetmethode kiest. In deel 3 van de werkgroep werd besproken in hoeverre dat haalbaar is voor de doelgroep (4-vwo).

Een opbouw voor het 'leren onderzoeken'

Uitgangspunten bij het ontwikkelen van onderzoeksvaardigheden – Onderzoeksvaardigheden kun je niet 'los' ontwikkelen, dat kan alleen in samenhang met elkaar en met de vak kennis. Door oefenen in het onderzoeken zullen leerlingen geleidelijk aan beter gaan onderzoeken. Practica kunnen daar gelegenheid voor bieden. Leerlingen moeten de kans krijgen de onderzoeksvaardigheden te leren voordat de beheersing van die vaardigheden getoetst wordt. Hierbij treden drie problemen op.

- Probleem 1. Huidige practica zijn vooral bedoeld ter ondersteuning van de theorie. Ze laten leerlingen toepassingen zien, de geldigheid toetsen, oefenen met de theorie in berekeningen, etc. Als gevolg is kenmerkend voor practica:

- hun kookboek-karakter (want ze moeten goed passen bij behandelde theorie)
- hun gerichtheid op kennis (theoretische vakinhoud), niet op onderzoeksvaardigheden.

In de huidige practica doen leerlingen veel aan het meten en verwerken van data, maar leren ze meestal geen onderzoeksvaardigheden op andere gebieden. Echter, de practica kunnen vaak eenvoudig worden

aangepast om meer plaats te bieden voor het leren onderzoeken. Zo'n aanpassing is gelukt als leerlingen in die practica leren wat je bij een onderzoek doet, waarom je dat doet, hoe je kunt zoeken naar verbetering, hoe je de waarde van de resultaten kunt beoordelen, enz. Daarvoor komt alleen ruimte als het doel van beter theoretisch begrip wordt losgelaten. Er zijn dus keuzes nodig: welke practica wil je voor ondersteuning van de theorie behouden, welke wil je voor het leren onderzoeken geschikt maken?

- Probleem 2. Hoe ziet een practicum waarin leerlingen leren onderzoeken er dan uit? Ook hier moeten keuzes gemaakt worden. Je kunt minstens twee benaderingen volgen (maar er zijn allerlei tussenvormen).

Benadering I: Vanaf het begin doen leerlingen eigen onderzoek. Keuze, planning en uitvoering van alle onderdelen ligt bij hen. Over de gehele breedte van de onderzoekjes tegelijk wordt gestreefd naar een geleidelijke verhoging van het niveau.

Benadering II: Practica bestaan uit complete onderzoekjes, maar per practicum staan alleen de onderzoeksvaardigheden uit een of enkele fasen van onderzoek centraal. In de overige fasen wordt meer gestuurd of worden minder hoge kwaliteitseisen gesteld. Geleidelijk aan neemt het aantal gebieden toe waarin hoge eisen aan kwaliteit en zelfstandigheid worden gesteld.

Zelf neigen we naar benadering II om twee redenen. Ten eerste, omdat in benadering I diverse groepen in een klas al gauw bezig zijn met totaal verschillende onderzoekjes. Dat maakt de begeleiding, controle en beoordeling er niet makkelijker op. In benadering II krijg je pas later wat meer diversiteit in de klas. Ten tweede, als leerlingen alle onderdelen van een onderzoek zelfstandig doen, lopen ze ook in alle onderdelen tegen problemen op. Ze moeten nu eenmaal nog van alles leren over de wetenschappelijke manier van onderzoeken. In benadering II is het beter moge-

lijk om de problemen een voor een te tackelen. Daarvoor is wel een goede opbouw nodig. We onderzoeken de bruikbaarheid van de opbouw in de tabel van figuur 1. De tabel laat zien hoe in tien opeenvolgende practica, verdeeld over de 4e en 5e klas, diverse fasen in het onderzoek centraal staan. De tabel geeft een ruwe schatting van de minimale condities om het ontwikkelen van onderzoeksvaardigheden een serieuze plaats in de lespraktijk te geven. Hoe kom je tot zo'n opbouw? Ter illustratie de redenering bij de onderzoeksvraag. Natuurlijk worden in alle practica onderzoeksvragen gesteld, of kiezen leerlingen er een. Echter, wil je als leerling zelfstandig een goede onderzoeksvraag kunnen stellen, dan moet je alle fasen van je hele onderzoek kunnen overzien. Leerlingen zullen pas aan het eind van de rit (tot op zekere hoogte) weten en begrijpen wat er allemaal komt kijken bij het vinden van een goede onderzoeksvraag. In een opbouw die begint bij wat leerlingen al

kunnen en naar het moeilijkste toewerkt komt de ontwikkeling van een onderzoeksvraag dus aan het eind. Is een onderzoeksfase aan de orde geweest, dan worden in volgende practica hogere eisen gesteld aan de zelfstandigheid en kwaliteit in die fase. Het schema is bedoeld voor het vwo. Toetsing vindt in dit plan plaats in praktische opdrachten 1a/b en 2, gepland in de 5e klas zodat er ruimte voor het profielwerkstuk is in klas 6. Of de hogere regionen in de tabel haalbaar zijn op de havo is een vraag waaraan wij ons voorlopig niet wagen.

In deze werkgroep is een practicum van 'type 5' (zie figuur 1) gepresenteerd: het vinden, beoordelen en vergelijken van meetmethodes staat centraal. Vanwege de werkgroep-vorm werd in dit practicum meer gestuurd dan nodig is in de klas, en werden de meetmethoden (die niet allemaal op 4e klas niveau zijn) niet zelf bedacht maar voorgeschreven.

pract	klas	Onderwerp		
10	5b	P.O. 2 (onderzoek)		
8,9		P.O. 1a (practicum)	P.O. 1b (practicum)	
7	5a	Onderzoeksvraag		
6		Discussie / Evaluatie		
3,4,5	4	Variabelen	Theorie	Methode
		Werkplan / Voorbereiding		
2		Verslag		
1		Uitvoering / verwerken data / conclusie Basis		

Fig. 1 'Gestapelde' opbouw van onderzoeksvaardigheden - lees 'van onder naar boven'.

• Probleem 3. Contacturen, practicumruimte, instrumentarium, de TOA, lesmateriaal, beoordeling, samenwerking tussen secties ... Docenten onderkennen talloze problemen, die vaak afhangen van de individuele situatie. We erkennen die problemen, maar ze kwamen in deze werkgroep niet direct aan de orde en dienen elders opgelost te worden.

De proef: bepaling van de wrijvingscoëfficiënt

We kennen allemaal de 'sjoelbak'. Zou het sjoelen ook goed gaan als de sjoelbak driemaal zo lang was, of de schijven tweemaal zo zwaar? Dat hangt af van hoever een sjoelschijf glijdt, dus van de wrijvingscoëfficiënt C_g . In deze proef wordt C_g bepaald voor een sjoelschijf die over een triplex vlak schuift. De groep werd in drieën verdeeld en ieder onderzocht één van de hieronder geschetste methoden. Tijdens

de proef werden ook de volgende vragen beantwoord:

- Wat zijn de sterke en zwakke punten van je meetmethode?
- Hoe zou je je meetmethode kunnen verbeteren?

Methode 1: Uniform vertraagde beweging – De schijf wordt gelanceerd door een elastiekje, schuift horizontaal over een triplex vlak en komt tot rust. De arbeid verricht door het elastiekje en die verricht door de wrijving zijn even groot en tegengesteld. Figuur 2 laat zien hoe de arbeid verricht door het elastiekje kan worden benaderd. De grafiek is gebaseerd op metingen van de kracht van het elastiekje op de schijf bij verschillende uitwijkingen. Voor een beginuitwijking van 6 cm is de arbeid door het elastiekje ongeveer gelijk aan het gearceerde oppervlak. De formule voor C_g is: $C_g = O(u_b)/m.g.d$. Hierin is d

de afstand die de schijf aflegt, $O(u_b)$ het oppervlak onder de grafiek van $u = 0$ tot u_b (beginitwijking van het elastiekje), m de massa van de schijf en g gravitatieversnelling.

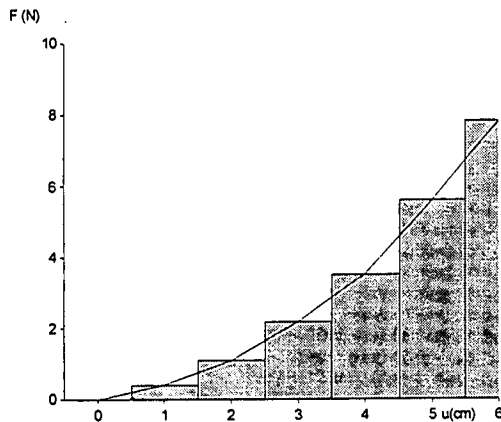


Fig. 2 De kracht F , uitgeoefend door het elastiek op de schijf, als functie van de uitwijking u .

Methode 2: Uniforme beweging – Op een schuin triplex vlak wordt de schijf bovenaan losgelaten zodanig dat hij een beginsnelheid krijgt. De hellingshoek wordt gezocht waarbij de snelheid constant blijft. Bij uniforme beweging is de wrijvingskracht even groot als de component van de zwaartekracht evenwijdig aan de helling. Noem de hellingshoek α , dan geldt: $C_g = \tan\alpha$.

Methode 3: Uniform versnelde beweging – Het triplex vlak is zo steil, dat de schijf er versneld afschuift. We nemen aan dat de wrijvingskracht constant is, dus de beweging eenparig versneld. De versnelling wordt afgeleid uit verplaatsing-tijdbepalingen. Startend vanuit rust geldt $x = 1/2 a t^2$. Meet x en t , dan is: $C_g = [g \cdot \sin\alpha - 2x/t^2]/g \cdot \cos\alpha$.

De evaluatie: meetmethode

Wat kun je nu van deze proef leren over het vinden van een goede meetmethode? We noemen slechts enkele sterke en zwakte punten van de meetmethoden in dit practicum en geven aan wat daarvan geleerd kan worden. Ons inziens is het practicum geslaagd als deze zaken aan de orde komen, maar daarnaast zijn nog allerlei toevoegingen mogelijk.

Methode 1: Uniform vertraagde beweging

Zwak:

Niet-getoetste veronderstellingen:

- de wrijvingscoëfficiënt is nagenoeg onafhankelijk van de snelheid
- de potentiële energie van het elastiek wordt geheel omgezet in kinetische energie van de schijf.

Verder is het proces van lanceren nogal oncontroleerbaar en gevoelig voor afwijkingen. Bovendien is de door het elastiekje verrichte arbeid benaderd.

Sterk:

De onderzochte situatie lijkt het meest op die waarover de onderzoeksvraag ging: een echte sjoelbak is horizontaal. Hier kan worden geleerd dat bij het ontwikkelen van een onderzoeksvraag meestal modellering plaatsvindt. Naarmate het model verder van de werkelijkheid afstaat is er meer kans op afwijkingen.

Methode 2: Uniforme beweging

Zwak:

Op de gekozen manier ('timmermansoog') is slecht te zien of de schijf eenparig beweegt. Vaak vertoont de beweging zelfs zichtbare onregelmatigheden. In deze zin is de reproduceerbaarheid van de metingen beperkt.

Sterk:

De wrijvingscoëfficiënt is de tangens van de hellingshoek; die varieert maar heel langzaam met de hoek. Zo is toch nog een vrij nauwkeurige (ong. 5%) bepaling van C_g mogelijk. Leerlingen kunnen dit op het spoor komen door meetresultaten meteen door te rekenen tot aan de gewenste grootte. De les is hier dat de ongevoeligheid van apparatuur of methode soms gecompenseerd kan worden door een slimme dataverwerking.

Ook kan de variatie-methode worden geleerd, waarbij door bewuste variatie van een aantal grootheden systematisch naar een bepaald effect of situatie wordt gezocht.

Methode 3: Uniform versnelde beweging

Zwak:

De snelheidsonafhankelijkheid van de wrijvingscoëfficiënt wordt niet getoetst.

Het beginpunt is problematisch:

- op $t = 0$ s geldt $v = 0$ m s⁻¹; hebben we daar met statische wrijving te maken?
- het begin van de beweging is lastig te bepalen, terwijl de fout kwadratisch in het antwoord doorwerkt.

Verbetering is mogelijk door bij iedere beweging een tweede punt op de baan te meten, waarmee het aantal plaats-tijd vergelijkingen per beweging verdrievoudigd kan worden.

Sterk:

De opstelling is wederom weinig gevoelig voor afwijkingen in de hellingshoek.

Hier kan worden geleerd dat een kleine uitbreiding van de meetmethode soms een grote verbetering van de betrouwbaarheid kan opleveren; het loont de moeite vooraf dergelijke mogelijkheden op te sporen.

Algemeen overzicht – Waaraan voldoet in het algemeen een goede meetmethode? Als je een meetmethode wilt verbeteren, wat verdient dan aandacht? Hoofddoel van dit practicum is dat leerlingen van hun ervaringen leren in het vervolg het kiezen van de meetmethode beter aan te pakken. Het is dus zinnig samen op een rijtje te zetten wat er in dit practicum is geleerd over het vinden van een goede meetmethode,

bijvoorbeeld in de vorm van een overzicht zoals het volgende.

- Reproduceerbaarheid wordt getoetst:
 - herhalen onder dezelfde condities tot een patroon zichtbaar wordt
 - spreiding wordt weergegeven (gemiddelde en standaarddeviatie of bereik)
- Meetnauwkeurigheid is geoptimaliseerd:
 - instrumenten kiezen (precisie, bereik, toepasbaarheid, beschikbaarheid ...)
 - onderzoeksonderwerp in kaart brengen en/of inperken (observabelen kiezen)
 - observatietechniek kiezen
 - afschatten door experimenteel variëren en theoretisch doorrekenen
- Systematische fouten zijn opgespoord:
 - inzet vakkennis voor het expliciteren van verbanden:
 - specificeren afhankelijke en onafhankelijke varia-belen
 - specificeren van aannames en benaderingen
 - veronderstellingen en benaderingen:
 - experimenteel toetsen (herhalen metingen onder gevarieerde condities)
 - doorrekenen (effect van schending veronderstelling eens in detail berekenen)
 - effecten afschatten (gebruik timmermansoog of 'feel for the phenomena')
- Overig:
 - er wordt rekening gehouden met:
 - veiligheid en milieu
 - haalbaarheid (tijd, kosten, apparatuur, ruimte, materiaal, taakverdeling, etc.)
 - ingepland is een regelmatige of doorlopende tussentijdse controle van:
 - juistheid van berekeningen en toepasbaarheid van de theorie
 - geldigheid van de vooronderstellingen, gevolg-trekkingen, voorlopige conclusies
 - bruikbaarheid van de methode, kwaliteit van metingen
 - tijdsbewaking etc.

Een goede meetmethode vinden is geen kwestie van het lijstje punt voor punt doorlopen, maar een proces van reviseren, aanvullen, aanpassen en checken.

Conclusie

We wilden de bruikbaarheid tonen van practica die ieder gericht zijn op maar een of enkele fasen van onderzoek. Zulke practica moeten goed passen in een

opbouw, bijvoorbeeld die van figuur 1. We hebben gemerkt dat het moeilijk is om de stof meer los te laten (hier de theorie bij de wrijvingscoëfficiënt) en het onderzoeken tot onderwerp van de les te maken. In ons onderzoek proberen we de moeilijkheden te achterhalen en zo mogelijk op te lossen.

Het hierboven weergegeven *algemeen overzicht* is door ons samengesteld. We hoopten dat docenten tijdens de werkgroep een aantal elementen van die lijst, geformuleerd in hun eigen woorden, zouden vinden. Echter, de discussie in het tweede deel van de werkgroep ging breeduit over allerlei gebieden, en was te boeiend en interessant om af te breken.

Het derde deel was dus kort. De docenten vonden het practicum bruikbaar om de sterke en zwakke meetmethoden op het spoor te komen. Afgezien daarvan vonden ze het probleem van het bepalen van de wrijvingscoëfficiënt niet zo uitdagend, en de meetmethoden weinig boeiend. Hiermee zijn we het eens. We wilden dan ook niet zozeer iets meegeven voor gebruik in de klas, als wel mogelijkheden schetsen om bestaande practica meer geschikt te maken voor het 'leren onderzoeken'.

De meeste deelnemers waren het met ons eens dat je in 4-vwo klassen samen met de leerlingen zo'n algemeen overzicht moet kunnen maken. Uiteraard zal die geformuleerd zijn in hun eigen woorden en binnen de grenzen van hun eigen kennis. De docent kan tevoren bedenken wat er beslist wel en beslist niet in het lijstje moet - en daarnaast ruimte bieden voor een eigen inbreng van de leerlingen. Het is dan geen abstract lijstje in een boek maar een lijst die uit eigen ervaringen voortkomt, en die geleidelijk kan groeien om completer en preciezer te worden. Omdat het een 'eigen' lijst is van leerlingen kun je verwachten dat ze de betekenis en bruikbaarheid van die lijst (gaan) inzien, ook al moet je het gebruik van deze lijst in vervolgpactica misschien voorlopig blijven afdwingen.

Het belang van deze vorm van practicum is, dat leerlingen zich bewust worden van wat ze doen als ze aan het onderzoeken zijn, en eisen leren stellen aan hun eigen werk. Pas dan kunnen ze geleidelijk aan die eisen gaan verhogen. De hoogte van de eisen die een leerling stelt aan het eigen werk vinden wij een goede maat voor zijn of haar motivatie. Motivatie voor het leren onderzoeken begint dan bij begrijpen van het hoe en waarom van het wetenschappelijk onderzoeken. Deze werkgroep schetste een aanpak daarvan in de tweede fase.

Peter Dekkers en Jaap Buning zijn werkzaam bij de Vrije Universiteit Amsterdam.

Gebruik van het wiskundepakket MAPLE V in het onderwijs van de natuurwetenschappen

Wergroep 10

P. Dedeckere

Het is mijn bedoeling geweest de mogelijkheden van wiskundepakketten als MAPLE V te demonstreren. Hoe dergelijke pakketten binnen het onderwijs gebruikt worden, hangt af van de leeftijd van de student, zijn interesse voor de computer en zijn voorkennis, van het programma natuurkunde en van de leraar. Ik ben dus geen absolute voorstander van het gebruik van MAPLE V in alle klassen of in alle jaren. Laat dit toch duidelijk zijn.

MAPLE V

De versie die in de werkgroep werd getoond is een *studentenversie* release IV. Deze versie volstaat voor alle klassen en voor studenten aan de universiteit. MAPLE V wordt als verplicht pakket in Frankrijk en in Canada gebruikt. Dit is ook het geval voor de Technische Universiteit Delft (NL). Een aantal professoren gebruiken het voor hun colleges (o.a. Katholieke Universiteit Leuven en Rijksuniversiteit Gent).

Tijdens de werkgroep zijn de volgende mogelijkheden van het pakket gedemonstreerd.

Tekenen van functies – Een eenvoudig werkblad waar de leerling (student) alleen het functievoorschrift hoeft te veranderen laat toe verschillende soorten functies en hun afgeleiden te tekenen. Het is ook mogelijk functies te tekenen op basis van parametervergelijkingen. Bijzondere aandacht gaat naar discontinue functies, het tekenen van een vectorveld en de contourplot met toepassingen in de elektrostatica.

Oplossen van vraagstukken – Numerisch en symbolisch rekenen met MAPLE V. Het hoeft geen betoog dat een wiskundepakket een grote hulp is bij het oplossen van vraagstukken. Na algemene richtlijnen voor het oplossen van vraagstukken volgen voorbeelden uit de fysica.

Matrices – Stelsels van vergelijkingen kunnen onder andere opgelost worden aan de hand van matrices. Een voorbeeld aan de hand van de wetten van Kirchoff (stroomvertakkingen in de elektriciteitsleer).



Afgeleiden en integralen – MapleV geeft de afgeleide functie en de onbepaalde integraal van elk wiskundige uitdrukking.

Vectoren – Rekenen met vectoren is zeker aan de universiteit belangrijk. Een paar voorbeelden uit de kinematica.

Oplossen van differentiaalvergelijkingen – Studenten hebben het steeds moeilijk met differentiaalvergelijkingen. Maple V biedt een oplossing. Het voorbeeld werd genomen uit de dynamica: de wet van Hooke en een massa aan een veer.

Programmeren – Een paar voorbeelden waarbij het nuttig kan zijn om zelf procedures te schrijven.

Experimentele verwerking van meetresultaten – Voorbeelden van lineaire regressie en kwadratische regressie toegepast op meetresultaten uit de bewegingsleer.

MAPLE V is een heel krachtig pakket met grote mogelijkheden voor het onderwijs in de fysica op humaniora niveau. Bovendien moet naar geen ander pakket gezocht worden voor chemie of voor wiskunde. En voor wie nog deze vakken nodig heeft voor zijn hogere studies kan MAPLE V een grote hulp zijn.

Pakketten als deze kunnen een even grote sprong voorwaarts zijn als de elektronische rekenmachine. Door de komst van dit laatste toestel werd het rekenwerk ons uit de handen genomen. Grote rekenpakketten moeten ons toelaten ons te concentreren op het probleem en het formuleren ervan in een wiskundige vorm. Het oplossen van vergelijkingen, differentiëren en integreren – ook symbolisch – laten we voortaan over aan de computer. Onze aandacht zal meer gaan naar de betekenis van de formules en operatoren dan naar het rekenen. We staan evenwel aan het begin van de weg, het einde is nog niet in zicht. Ik ben overtuigd dat de weg de moeite waard is.

Literatuur

Metha Kamminga - van Hulsen. *Computeralgebra met MAPLE*, 2e herziene uitgave. Academic Service.
Roy Nicolaidis and Noel Walkington. *MAPLE - A Comprehensive Introduction*. Cambridge.

Internet

MAPLE is te vinden op het internet:

<http://daisy.uwaterloo.ca>

<http://www.maplesoft.com>

Hier vind je niet alleen informatie over MAPLE V, maar tevens informatie over speciale bibliotheken met functies voor specifieke toepassingen, over conferenties, enzovoort.

E-Mail: Piet.Dedeckere@village.uunet.be

Fysica en speelgoed

Werkgroep 12

*M. Beddegenoodts,
M. Heines & J. Hellemans*

Er werd aangevangen met de demonstratie van enkele proeven die werden uitgevoerd met speelgoed: de sprekende strip, de dansende popjes, de fietsende beer. Daarna werden de deelnemers in groepjes verdeeld. Elk groepje kreeg de tijd om aan de slag te gaan met speelgoed dat telkens rond één thema van de fysica werd geselecteerd. De deelnemers konden zich vooreerst trainen aan de hand van een uitgewerkt werkblad. Hierna werd van hen verwacht dat ze zelf aan het werk gingen en met behulp van het aangeboden speelgoed zelf een werkblad construeerden. In figuur 1 is een uitgewerkt werkblad weergegeven. Na een half uur wisselden de groepen en werden de deelnemers geconfronteerd met speelgoed rond een andere topic uit de fysica. Als afsluiting presenteerden de verschillende groepen hun werk aan de anderen en gaven ze commentaar bij het materiaal.

De volgende onderwerpen kwamen aan bod; telkens wordt een lijst toegevoegd van bijbehorend speelgoed.

Energie – oprolwagen, flipover, de springschijf, de botsende ballen.



Elektriciteit – zwevende ballonnen, wonderbare lamp, piepkuiken, zwevende ring, statische stok.

Magnetisme – kussende hondjes, kussende poppetjes, dansende ballerina, akrobatische zeeleeuw, magnetisch schrijfbord, zwevend speelgoed, de zwevende magneten.

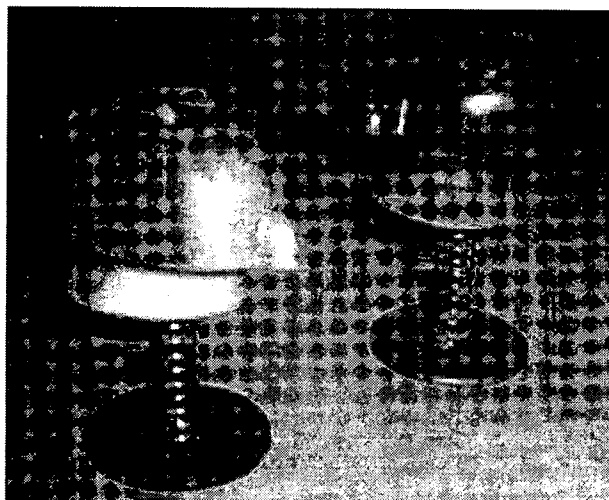
Kracht en beweging – reactie-auto, wagentje uit blokjes, elektrische auto, Janneke en Mieke samen op stap, de tollende kerstman, de jojo, het speelgoedvliegtuig, geweer en bal, de fietsende beer, de heli-copterballon.

Optica – de verdwenen Sedes, lichtgeleiders, fresnellens, de horlogeglasloop, de magische bank, de verdwenen kerstman.

Vloeistoffen en gassen – de drinkende eend, de bron van Heron, drinkstrootjes en glazen, de paradoxale zandloper, conservenblikjes, de Cartesiaanse duiker.

Een website waar fysicaspeelgoed kan worden aangekocht is: www.stark-verlag.de (catalogoog en bestelformulier op deze site). Bij elk stuk speelgoed is er telkens een blad met uitleg. Een interessant webadres is ook www.clemson.edu/phys-car.

Energiespeelgoed: het springkonijn



- 1 Beschrijf in woorden de beweging van het konijn.
- 2 Welke energie wordt omgezet in kinetische energie?
- 3 Is de hoeveelheid kinetische energie bij elke poging ongeveer dezelfde of kun je deze wijzigen?
- 4 Wanneer heeft het speelgoed de grootste hoeveelheid potentiële gravitatie-energie?
- 5 Welke energievorm is er bij het einde van de beweging?
- 6 Maak een schets van de beweging en geef de opeenvolgende energieomzettingen aan in een schema. Geef de opvolging aan met nummers.

Uitbreiding

Maak een schatting of meet de maximale hoogte die het konijn bereikt in de volgende standen:

- a rechtop;
 - b omgekeerd (gebruik de gipsen voet).
- 1 Hoe kun je het verschil in hoogte verklaren?
Steun hierbij op de energieomzettingen die optreden en op het behoud van bewegingshoeveelheid.
Hint: gebruik als analogie de analoge situatie van twee karretjes op een spoor die verbonden zijn met een touw. Verplaats de voorwerpen op de karretjes.
 - 2 Bereken de energie die opgeslagen is in de opgespannen veer als de totale massa 15 g is.
 - 3 Bereken de snelheid waarmee het konijn los komt van de ondergrond.

Fig. 1 Voorbeeldwerkblad.

Marc Beddegenoodts, M. Heines en Jacky Hellemans zijn werkzaam bij de Academische Lerarenopleiding Natuurkunde aan de Katholieke Universiteit Leuven.

Newton motiveert

Werkgroep 13

*H. van Bergen &
P. Over*



De methode *Newton* voor het vak natuurkunde in de 2^o fase havo/vwo bestaat uit een *informatieboek*, een *verwerkingsboek* en een *docentenboek*. Het informatieboek en het verwerkingsboek zijn bedoeld voor de leerlingen. Het informatieboek geeft de leerstof: natuurkunde in context. Het verwerkingsboek bevat de bijbehorende vragen, opdrachten, experimenten enzovoort. En bij het zelfstandig werken vindt de leerling daarin zijn of haar weg met behulp van het aanvullend lesmateriaal uit het docentenboek.

Tijdens de werkgroep, die op vrijdag en zaterdag werd gehouden en door ongeveer 40 mensen werd bezocht, kon men zich op een gerichte manier op de methode oriënteren. Dit werd gedaan aan de hand van de oriëntatieles, welke ook door leerlingen gedaan wordt als zij voor het eerst met de methode geconfronteerd worden. Daarnaast bestond er de mogelijkheid vragen te stellen aan een tweetal auteurs en aan vertegenwoordigers van Thieme. Bovendien was een gebruiker bereid gevonden iets te vertellen over zijn ervaringen met de methode.

Huib van Bergen en Peter Over zijn natuurkundedocent en auteur van de methode *Newton*. De methode wordt uitgebracht door Uitgeverij Thieme.

Uit vragen en opmerkingen bleek dat de methode zeer positief wordt ontvangen. Veel vragen gingen over de lesplanning, de practica (waaronder de praktische opdracht en het profielwerkstuk), het programma van toetsing en afsluiting (PTA), het N2-lesmateriaal en de prijs van de methode (leerlingen- en docentmateriaal).

De ervaringen met de methode werden door de gebruikers (voorlopig) als positief beoordeeld. Belangrijk was de bij de methode geleverde werkwijzers aan te passen aan de eigen schoolsituatie en in het eerste jaar, zoals ook in de docentenhandleiding geadviseerd wordt, de keuze-onderwerpen grotendeels over te slaan.

De uitgever kon de garantie geven dat op 1 februari 1999 het volledig N1-materiaal beschikbaar is, dat de eerste drie hoofdstukken van het N2-materiaal uiterlijk 1 september 1999 naar de scholen verzonden worden en het volledige N2-materiaal uiterlijk 1 maart 2000 gereed is.

Nieuwe mogelijkheden met de grafische rekenmachine

Werkgroep 14

*C. Baars &
J. van 't Spijker*

Beide werkgroepeliders zijn benaderd door Hewlett Packard om een boek te schrijven met toepassingen voor de HP 38 G in het natuurkunde- en wiskunde-onderwijs op de middelbare school. Tijdens de werkgroep werden vier van de elf natuurkundelessen gepresenteerd.

De werkgroep begon met een inleiding over de HP 38 G. Er werd onder andere uitgelegd hoe aplets (één van de belangrijkste kenmerken van de HP 38 G) werken. Een aplet programmeert de rekenmachine voor een bepaald doel, zodat de leerling alleen nog de wezenlijk belangrijke handelingen hoeft uit te voeren. Hij hoeft zich niet druk te maken over de grafiek-instellingen etc. Tijdens de werkgroep konden de deelnemers werken met de rekenmachines en de aplets die behoorden bij vier lessen uit het lesmateriaal. Het ging om de lessen over: vallen, de verschuivingswet van Wien, modelleren, en de harmonische trilling. Alle deelnemers kregen de vier lessen. De rekenmachine die zij te leen hadden bepaalde welke les zij gingen uitvoeren. Na de inleiding konden de deelnemers zelf aan de gang. Met wat hulp hier en daar hebben de meeste deelnemers een aardig beeld gekregen van de mogelijkheden van de grafische rekenmachine. Om vijf voor negen moest de zelfwerkzaamheid van de deelnemers worden beëindigd, dit tot teleurstelling van een aantal van hen.

Van elk groepje mocht één deelnemer vertellen wat hij gedaan had, zodat alle deelnemers konden zien wat de lessen inhielden die zij niet zelf hadden gedaan. Een klein groepje fanatiekelingen ging na 21.00 uur door omdat zij de metingen niet af hadden.



Het lesmateriaal dat is ontwikkeld voor HP bestaat uit een docentenhandleiding in een boekje, lesmateriaal voor de leerling op diskette en aplets op diskette. In de docentenhandleiding zijn ook de antwoorden opgenomen.

De volgende onderwerpen komen in de lessen in het boekje aan de orde:

- Horizontale worp
- Vallen
- Verschuivingswet van Wien
- Condensatoren
- Spanningsdeling
- Modelleren
- Harmonische trillingen
- Zwevingen
- Joulemeter
- Slinger
- Hemelmechanica

Om bovenstaande lessen te kunnen uitvoeren is het volgende nodig:

- HP 38 G
- het lesmateriaal
- Aplets
- Datalogger en verbindingkabel met de rekenmachine
- Sensoren
- PLDL 100

Alle lessen zijn zo geschreven dat ze ook uitgevoerd kunnen worden zonder de datalogger en sensoren. De benodigde data worden dan berekend.

Voor meer informatie over de lessen in combinatie met de grafische rekenmachine kunt u terecht bij:

Cathy Baars

Martinus College

De Aanloop 6

1613 KW Grootebroek

email: Visboer@euronet.nl

Homepage (over grafische rekenmachines):

<http://www.euronet.nl/users/visboer/index.htm>

Voor informatie over de aanschaf van de rekenmachine, de sensoren en het boekje kunt u terecht bij:

Joost van 't Spijker

Bedrijvenpark Twente 305

7602 KL Almelo

telefoon: 0546-549216

email: MidasEducatie@CompuServe.com

Cathy Baars is natuurkundedocent aan het Martinus College te Grootebroek. Joost van 't Spijker is wiskundedocent en tevens runt hij Midas Adviesbureau, een onderwijsadviesbureau dat onder andere rekenmachines verkoopt en daar lessen bij maakt.

Een actief en zelfstandig printerpoortje

Werkgroep 15

H. van Bergen

Het doel van de bijeenkomst was de deelnemers kennis te laten maken met een goedkope manier van meten en regelen met behulp van de computer. Geen dure interfacekaart maar gewoon de printerpoort die op elke computer aanwezig is.

Door zijn eenvoud leent dit onderwerp zich uitstekend voor de Tweede Fase. Vandaar de naam: een actief en zelfstandig printerpoortje.

De bijeenkomst bestond uit een theoretisch en een praktisch gedeelte. Bij de theorie werd ingegaan op achtergrond van de printerpoort en hoe deze via een simpele programmeertaal als BASIC of Pascal aan te sturen is. Om het thuis allemaal nog eens rustig te bekijken, was een hand-out gemaakt met een aantal voorbeelden van meet- en regelsystemen, zoals een automatische stoplichtregeling en een temperatuurregeling. Deze werden gedemonstreerd. Ook werd getoond hoe je met één enkele chip spanningen zichtbaar kunt maken op het beeldscherm.

Verder werd ingegaan op de ontwikkelde syllabus die leerlingen kunnen gebruiken om zelfstandig, zonder veel tussenkomst van hun docent, de mogelijkheden van de printerpoort te ontdekken.

Voor meer informatie: WillemII@knot.nl



Op een aantal scholen is de syllabus getest en de ervaringen ermee zijn positief. Wel is dit typisch een onderwerp voor de whizzkids.

Na het theoretisch gedeelte volgde de praktijk. De deelnemers doorliepen een stuk van de syllabus. Ze stuurden vanuit het toetsenbord signalen naar buiten. Die signalen werden zichtbaar gemaakt op een display van acht LED's. Daarna moesten ze een klein programmaatje maken om de LED's volgens een bepaald patroon te laten oplichten. Toen men hiermee klaar was, moest men signalen inlezen. De stap om een meet- en regelsysteem te maken is dan nog maar klein. Afhankelijk van het ingelezen signaal werd door de computer actie ondernomen.

Ondanks de beperkte tijd werden er aardige resultaten bereikt. Sommigen hadden nog tijd over om de stapmotor draaiend te krijgen. Het was leuk om te zien dat bij de deelnemers dezelfde reacties los kwamen als bij leerlingen. Er kwamen opmerkingen in de trant van: 'Jeetje, is het zo simpel?!' en 'Dit doet me aan mijn oude Commodore denken.'

Gezien de reacties die ik na de Woudschotenconferentie heb gekregen, is menigeen thuis nog enthousiast verder gaan experimenteren.

Kunst en wetenschap

Werkgroep 19

*M. Bruinvels &
I. Mottier*



Achttien deelnemers, waaronder enkele Belgische gasten en twee werkgroepvoerders, hielden zich zeer actief bezig met het thema: Kunst en Wetenschap. Alle aanwezigen verklaarden desgevraagd dat zij dit een belangrijke combinatie vonden voor het onderwijs in de natuurwetenschappen.

Ilja Mottier is gepromoveerd op een analyse van emancipatie-aspecten in leerboeken, waarbij zij zowel naar de teksten als naar het beeldmateriaal heeft gekeken. Zij presenteerde een onderzoek naar interesses van jongens en meisjes: meisjes hebben interesse in veiligheid, gezondheid, mooie aspecten van natuurwetenschappen en kunstzinnige onderwerpen, terwijl bij jongens de meeste belangstelling uitgaat naar machines en motoren, ruimtevaart en kernenergie. Jongens hebben geen belangstelling voor aan verzorging gerelateerde onderwerpen, meisjes wel. Beide seksen tonen belangstelling voor technische onderwerpen uit het dagelijks leven, zoals telefoon en fotografie, voor spectaculaire en mooie natuurverschijnselen, voor maatschappelijke aspecten en vooral voor chemische experimenten. Stank en explosies zijn blijkbaar populair!

Aanbevolen thema's voor de natuurwetenschappen zijn volgens Ilja Mottier: huis-, tuin- en keukentoeepassingen, maatschappelijke consequenties van deze wetenschappen, het duidelijk maken van het werken in een natuurwetenschappelijk beroep, relatie met het menselijk lichaam, relatie met kunst en aandacht voor historische ontwikkelingen. Uit dergelijke aanbevelingen zijn veel elementen van het vak Algemene Natuurwetenschappen voortgekomen.

Marjan Bruinvels is als voormalig lid van de vakontwikkelgroep en auteur van een ANW-methode gefasci-

neerd door divers kunstzinnig materiaal dat geschikt is voor toepassing in de lespraktijk. Er bestaat een CD-ROM over Leonardo da Vinci, natuurwetenschapper en kunstenaar, er is een grote hoeveelheid materiaal van de 'kristallografische' kunstenaar Maurits Escher (kijkers, boeken, puzzles), er bestaat een memoryspel van de kunstenares en natuurwetenschapper Maria Sybilla Merian. Een zoektocht door de verschillende natuurwetenschappelijke musea levert allerlei speelgoed op als kijkertjes, oliedruppelaars en andere mooie objecten. Heel fraai zijn ook: een boek met historische hemelkaarten, niet lang geleden in de ramsj, en bladen als *Zenith*, *Scientific American*, en *Archimedes*.

Literatuur in natuurwetenschap is ook goed te gebruiken in de les (de rubriek 'Poëzie en natuurwetenschap' in *NVOX*). Een heel apart stuk educatief speelgoed is de 'Pling-plong', een kwalitatief bijzonder goed speeldoosje, te verkrijgen bij het Museum van Speelklok tot Pierement in Utrecht.

Wat is de functie van kunst in de les? Kunst is per definitie een aandachtsrichter. Met een bijpassende didactiek kan kunst de aandacht vasthouden (dus bij open opdrachten, activiteiten en discussies). Ook heeft wetenschap vaak dezelfde kenmerken als kunst, bijvoorbeeld elegantie, schoonheid, symmetrie, fascinerende beelden of geluiden. Toetsen zullen bijvoorbeeld kunnen peilen hoe de beeldvorming van natuurwetenschappen door het gebruiken van kunstvormen is veranderd (bijvoorbeeld door het werken met anamorfosen, perspectief, fugatische elementen, etc.).

Maar verder passen docenten met hun leerlingen allang kunst toe in de les, namelijk bij rapportages: kunstzinnige presentaties, posters en verslagen.

Iedere deelnemer maakte een kartonnen doosje met Escher-motieven en er werden websites uitgewisseld. Uit het aangeboden kunstzinnig lesmateriaal kozen de deelnemers geschikte toepassingen voor in hun eigen les. Bij de meest gekozen onderwerpen hoorden: ruimtefoto's uit sterrenkundige bladen; de ponskaart voor de Pling-plong, die zelfs als tijdtikker is te gebruiken bij de kinematica (toonhoogte/frequentie); illu-

straties uit oude manuscripten, vooral ten behoeve van ANW; oude sterrenbeelden (laat leerlingen hun eigen sterrenbeeld tekenen); het maken van fotogrammen, panfluiten en anamorfosen. Escher werd vaak genoemd en één persoon was idolaat van de bijzondere kunstenaar Margaret Leiteritz ('prachtige illustraties bij theorie...').

Voor informatie over literatuur, materiaal en websites kunt u terecht bij Marjan Bruinvels.



Natuurkunde, niet alleen voor studejjes!

Werkgroep 20

*J. Leisink &
J. Michels*



'Motiveren voor natuurkunde'...?! Dit is al eerder op Woudschoten aan de orde geweest. Is het echt zo moeilijk? Nee hoor! Kom kijken en raak zelf ook enthousiast. Motivatie voor natuurkunde valt of staat met het enthousiasme dat u in het eerste leerjaar weet op te bouwen. Helaas, maar waar, een rondje door een groot aantal (niet alle!) natuurkundemethoden, levert een eerste kennismaking die onze leerlingen wel moet demotiveren. Verplaats u eens in de leefwereld van een 13-jarige. Natuurkunde is dan een vak, waarbij:

- veel moet worden gelezen, geleerd, ingevuld en geschreven
- verwarrende symbolen worden gebruikt voor allerlei grootheden en eenheden
- het decimale stelsel (die vervelende sommen uit groep 8) meteen weer uit de kast wordt gehaald
- het onderwerp elektriciteit alleen wordt gebruikt om de gemaakte energiekosten te berekenen
- practicum door de docent vaak als tijdverspilling wordt gezien, en dus minimaal aan bod komt

- de toepassingen waar je zelf wat mee kunt doen zeer gering zijn.

In de twee druk bezochte werkgroepen hebben we samen het bovenstaande bevestigd. De deelnemers zijn het er voor het overgrote deel mee eens, maar leggen ook graag hier en daar wat andere accenten.

In de werkgroep werd hard gewerkt. Twee practicumopdrachten werden bij toerbeurt door de aanwezigen uitgevoerd. Ontdekkend leren met een glazen 'wonderwaasje' en een geprogrammeerde snelcursus elektronica. Eenvoudige elektronica levert allerlei toepassingen, onder andere ook een paar interessante meetopdrachten met behulp van de computer. De (meestal kostbare) *interface* kon door de aanwezigen zelf worden gemaakt... 'Wat makkelijk zeg'... Na afloop ging iedereen tevreden en met een paar interessante computerprogramma's naar de volgende activiteit. Ook deze werkgroep heeft bijgedragen aan het motiveren voor natuurkunde en een stukje enthousiasme uitgedragen.

Wat te doen met een hint?

Werkgroep 21

*H.J. Pol &
W. Versteegen*



Met de nieuwe methoden voor de tweede fase komt er ook steeds meer aanvullend lesmateriaal op de markt. Bij al dit materiaal kan men zich afvragen of het nut heeft, en zo ja, op welke manier men gebruik kan maken van dit materiaal om het beste resultaat te bereiken. Een aanvulling op het reguliere materiaal is de hint of de aanwijzing.

Binnen de werkgroep Didactiek Natuurkunde aan de RuG is de laatste jaren hard gewerkt aan hints bij de methode *Scoop*. Er is onderzoek gedaan naar het gebruik van deze hints op verschillende middelbare scholen in Nederland.

Verschillende soorten hints

Niet alle vragen en antwoorden zijn hetzelfde. De ene vraag is simpel en levert vrijwel geen moeite op, de andere gaat diep en vraagt vaak veel aandacht middels een antwoordmodel of uitleg van de docent. Daarom is ook elke hint niet van hetzelfde soort. Ten eerste zijn er de hints bij de simpele theorie- en techniekvragen. Deze vragen vindt men meestal aan het begin van een hoofdstuk. De hint die wij hier bij hebben geformuleerd is een verwijzing naar een formule, een voorbeeld of definitie. Een stap moeilijker zijn de berekeningen met meerdere stappen en de redeneervragen. De hints die volgens ons daar het beste bij passen zijn respectievelijk een stappenplan en de eerste stap van de oplossing.

Gebruik van hints

De docent kan antwoorden op vragen op verschillende manieren in zijn lessen inpassen. Antwoorden zijn misschien achterin het boek te vinden of in een map voor in de klas. Of hij geeft het antwoord helmaal niet. Ook uitwerkingen kunnen op verschillende manieren ter beschikking worden gesteld aan leerlingen. Ze worden op

het bord gezet, achteraf uitgedeeld, of er wordt een map in de klas dan wel een apart boek ter beschikking gesteld. Bij elke manier wordt het voor de leerling weer iets makkelijker antwoorden te formuleren of uitwerkingen te gebruiken. Omdat voor veel leerlingen met een antwoord een som aan zijn eind is, zijn veel docenten voorzichtig met het geven van antwoorden en uitwerkingen. Net als antwoorden en uitwerkingen kunnen ook hints op deze manieren worden ingedeeld. Met een hint is een leerling nog niet bij het antwoord; hij moet nog verder denken voor de opgave is afgerond. Het is daarom goed dat een leerling direct de beschikking heeft over de hints. De beste ervaringen zijn er tot nu toe met het direct uitdelen van de hints.

Plaats binnen de verschillende methoden

Op het moment van de conferentie was het mogelijk een overzicht te geven van de tot dan toe verkrijgbare natuurkunde-methoden voor de tweede fase. De beschikbare methoden zijn te vinden in het schema van figuur 1. Opvallend is dat sommige methoden aparte boeken hebben met hints.

Discussie

In de discussie over het gebruik van hints kwam naar voren dat verschillende docenten wel gebruik willen gaan maken van hints. Wat precies wél moet worden gegeven in een hint en wat niet blijkt een groot probleem. Sommige deelnemers willen meer geven, anderen zien het gevaar dat je alsnog bijna een heel antwoord geeft. Een belangrijk punt is de grote hoeveelheid boeken die dadelijk misschien door de leerling moet worden aangeschaft. Bij sommige methoden komt je op een aantal van 15 als je al het leerlingen-materiaal zou willen laten aanschaffen.

	<i>Systematische Natuurkunde</i>	<i>Scoop</i>	<i>Newton</i>	<i>Nova</i>	<i>Natuurkunde Overal</i>
Theorie + vragen	1 boek (antwoorden achterin)	1 boek	2 boeken	2 boeken	1 boek
Uitwerkingen	1 boek	↑ 1 boek	Docenten-Handleiding	1 boek	1 boek
Hints Aanwijzingen	1 boek	↓	-	leerlingendisk	leerlingengids
Extra's	diagnostische toetsen + practica in leerlingen-handleiding	diagnostische vragen in theorieboek	diagnostische toetsen in docenten-handleiding	leerlingendisk met oefentoetsen, vaardigheden en simulaties	-
Delen havo	N1: 2x N2: 2x	N1: 1x N2: 1x	N1: 1x N2: 1x	N1: 1x N2: 1x	N1: 1x N2: 1x
Delen vwo	N1: 3x N2: 2x	N1: 2x N2: 1x	N1: 2x N2: 1x	N1: 2x N2: 1x	N1: 2x N2: 1x

Fig. 1

Informatie over 'hints' is te verkrijgen bij: Henk Pol, Vakdidactiek Natuurkunde RuG, Nijenborgh 4, 9747 AG Groningen.

De Leerlingenhandleiding bij *Systematische Natuurkunde* in 4-vwo

Wat moeten leerlingen met die paragraafvragen, -schema's en -puzzels?

Werkgroep 22

J.W. Drijver

Inleiding

Op de 'klassieke' school geeft de docent een klassikale inleiding bij elk nieuw onderwerp, waarbij hij/zij de algemene gedachtengang schetst, moeilijke punten aangeeft en een voorbeeld doorrekent. In het beoogde studiehuis zal diezelfde docent te maken krijgen met leerlingen die volgens een eigen planning de leerstof doorwerken en derhalve niet gelijklopen. In dat geval kan er geen sprake meer zijn van klassikale inleidingen. Hoe begeleid je dan je leerlingen bij het leren van nieuwe theorie?

Om de zaak overzichtelijk te houden (en om nog andere redenen) is groepswork aantrekkelijk. Over onze ervaringen daarmee op het St Bonifatiuscollege te Utrecht is al eerder bericht op een Woudschotenconferentie (1994/96/97). Groepjes van 3 à 4 leerlingen werken zelfstandig maar gesteund door een opgavenhulp de leerstof door en stellen zelf een planning op voor proeven en groepstoetsen. Alleen repetities (individueel, twee per kwartaal) worden door de docent gepland.

Paragraafopdrachten

Het gat dat valt als klassikale inleidingen achterwege blijven, proberen we op te vullen met diverse soorten paragraafopdrachten. Omdat we daar op school verschillend mee omgaan, bespreek ik verder alleen mijn huidige 4-vwo klas. Als onderdeel van de opgavenhulp hebben deze leerlingen bij elke paragraaf van het leerboek *Systematische Natuurkunde* de beschikking over drie inleidende vragen (of groepen van vraagjes). Om die te kunnen beantwoorden, moet een leerling de tekst van het leerboek nauwkeurig doorlezen en dan is meestal geen verdere hulp nodig. De vragen kunnen kort worden gekarakteriseerd met de woorden: *accen-*

tuerend, verhelderend, waarschuwend, toetsend of integrerend.

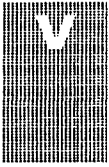
Verder hebben de leerlingen de opdracht om van elke paragraaf een klein schematisch overzicht maken. Ook is er bij de meeste paragrafen een kenmerkend puzzeltje in meerkeuzevorm. De puzzeltjes beogen bestaande misvattingen weg te nemen en/of binnen het groepje discussie uit te lokken. In de Leerlingenhandleiding bij de 2e fase editie van *Systematische Natuurkunde* zijn deze paragraafopdrachten opgenomen. De Leerlingenhandleiding bevat verder aanwijzingen bij de opgaven, algemene hulp bij probleemoplossen, zelftoetsen met becijferde uitwerkingen en practicum instructies.

Werkwijze in de klas

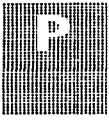
Op de voorgaande Woudschotenconferentie (1997) signaleerden we het probleem dat leerlingen de paragraafvragen als 'extra werk' ervoeren en er derhalve zoveel mogelijk onderuit probeerden te komen. Dat is niet zo onbegrijpelijk, want de paragraafvragen werden niet meteen bij het begin van de cursus aangeboden, en dus ook niet als onderdeel van het lesmateriaal maar op 'extra' lesbladen. Dit gevoegd bij het erg volle programma in de natuurkundelessen... Daarom kregen mijn leerlingen dit schooljaar de paragraafopdrachten meteen in de eerste les aangeboden als onderdeel van de opgavenhulp. De opdrachten werden bovendien gekoppeld aan de groepstoetsen: pas als een groepje klaar is met de paragraafopdrachten mag de toets worden gemaakt (mogelijke korting op het groepscijfer van 0,5). Zo'n groepstoets bestaat – kort samengevat – uit vier opgaven die de groepsleden onderling verdelen. Ze krijgen 30 minuten de tijd om ze te maken. Ieder maakt

2.7

Valbeweging met wrijving



- 1 Waarom moet (zie figuur 2.52) de steilheid van grafiek I $9,8 \text{ m/s}^2$ zijn? Hoe zie je in de figuur dat de invloed van de luchtweerstand steeds groter wordt? Hoe loopt de rode grafiek na $t = 2,0 \text{ s}$?
- 2 Wat wordt er bedoeld met 'eindsnelheid'? Hoe groot is de versnelling van het vallende voorwerp dan? Van welke twee factoren hangt de grootte van de eindsnelheid af?
- 3 Teken zo goed mogelijk in één (a,t) -diagram de twee grafieken die horen bij een vrij vallend voorwerp en bij een voorwerp dat luchtweerstand ondervindt.



Een massieve stalen kogel ondervindt ook bij een flinke snelheid een verwaarloosbare luchtweerstand. Als je zo'n kogel laat vallen, krijgt die een valversnelling van $9,8 \text{ m/s}^2$. Maar hoe is het als je die kogel met een vaart naar beneden gooit? Dan is na het loslaten zijn valversnelling:

- a minder dan $9,8 \text{ m/s}^2$ b gelijk aan $9,8 \text{ m/s}^2$ c groter dan $9,8 \text{ m/s}^2$

- 73 b/c Waarom staat er de ene keer 'bepaal' en de andere keer 'maak een schatting'?
- d Het frontoppervlak is het oppervlak dat de langswaaiende luchtstroom 'ziet'.
- 74 a Een oppervlakte van 1 cm^2 komt overeen met $1 \text{ m/s} \times 0,2 \text{ s}$.
- b Schat op $\pm \frac{1}{4} \text{ cm}^2$ nauwkeurig.

Fig. 1 Leerlingenhandleiding bij *Systematische Natuurkunde N1* havo 1

een opgave, maar onderling overleg is toegestaan. Het groepje krijgt het werk nagekeken terug, mét een complete uitwerking. Het cijfer telt licht mee (20%) voor het rapport. Eenmaal herkansen is mogelijk, het laatste cijfer telt dan. De groepstoetsen lopen parallel aan de zelftoetsen uit de opgavenhulp.

Bovengenoemde maatregelen leidden tot een serieus maken van de paragraafopdrachten, zelfs bij het beantwoorden van de meerkeuze-puzzels. Uit een enquête bleek dat de verplichte koppeling tussen paragraafopdrachten en groepstoetsen werd geaccepteerd, zij het schoorvoetend. Ook bleek het maken van de paragraafvragen en -schema's veel tijd te kosten voor wat de leerlingen vonden dat het opleverde. Na de kerst zal met de klas worden besproken of de koppeling wel moet worden gehandhaafd. Het zijn tenslotte zelfstandig werkende leerlingen, nietwaar?

Werkgroep

De werkgroep was speciaal gewijd aan het gebruik van de paragraafopdrachten in een 4-vwo klas. Vier leerlingen uit deze klas waren aanwezig om hun kijk op de gang van zaken te geven. Na een korte inleiding werd aan de deelnemers gevraagd om discussievragen op te stellen. Daarna was er ruimschoots gelegenheid om die te bespreken met elkaar, met de leerlingen en met de docent. Tevens was er gelegenheid om het lesmateriaal in te zien of een video-opname van een les te bekijken. De werkgroep werd met een plenaire discussie afgesloten. Daarbij kwamen natuurlijk ook andere onderdelen

van het groepswork ter sprake. Hieronder volgt een overzicht van de discussievragen en de antwoorden van de leerlingen (LLN) en van de docent (JWD).

Discussievragen

Hoe komen de groepjes tot stand?

LLN: We stellen zelf de groepjes samen. Alleen tijdens de eerste lessen stelde de leraar tweemaal de groepjes samen volgens een willekeurig systeem (lichaamslengte, alfabetische naamsvolgorde).

JWD: Leden van een groepje moeten zich betrokken voelen bij hun groepje. Ze moeten dus zoveel mogelijk voor elkaar hebben gekozen. Daartegenover staat dat het zoeken van een groepje een onveilige situatie voor een leerling kan opleveren. Daarom moet de totstandkoming van de groepjes goed door de docent worden begeleid. Uiteindelijk moet de docent de verantwoordelijkheid voor de groepssamenstelling dragen.

Wat heeft de voorkeur, homogene of heterogene groepjes?

LLN: Homogene groepjes. Doel is dat groepsleden elkaar kunnen helpen. Bij al te groot verschil in aanleg is er geen evenwicht bij onderlinge uitleg en dat is voor beide kanten onplezierig. Groepsleden die zich niet aan afspraken houden (bijvoorbeeld ten aanzien van huiswerk) worden op den duur uit een groepje gestoten.

JWD: Groepjes die heterogeen zijn wat betreft motivatie hebben geen lange levensduur. Heterogeen wat betreft aanleg voor natuurkunde kan eventueel wel. Ver-

schillende leerstijlen in een groepje is waarschijnlijk wenselijk.

Kunnen leerlingen wel zelfstandig de natuurkundetheorie doornemen en begrijpen?

LLN: Dat lukt, maar het kost wel veel tijd en moeite. Hangt ook van de aard van de leerling af.

JWD: Leerlingen vinden over het algemeen de tekst van *Systematische Natuurkunde* goed te begrijpen. Aanvullende uitleg aan een beperkt aantal leerlingen blijft natuurlijk nodig. Sommige moeilijke punten zijn gediend met een klassikale uitleg: bijvoorbeeld de +/- afspraken bij de verticale worp. Bij het nieuwe natuurkunde 1 is dit soort punten uit de leerstof gehaald. Demonstratieproeven komen beter over als ze worden uitgevoerd en besproken voor dat deel van de klas, dat er aan toe is. Dat je ze meerdere keren uit moet voeren, neem je dan op de koop toe.

Welke rol spelen groepstoetsen? Hoe neem je die af? Hoeveel versies zijn er wel niet nodig?

LLN: De groepstoetsen spelen een grote rol in de groepsamenwerking en zorgen er voor dat je de stof tussentijds goed leert. Het groepje maakt zo'n toets gezamenlijk op een rustig plekje op de gang. Groepjes zorgen zelf voor de planning van hun groepstoetsen.

JWD: Vanwege het groeps cijfer zorgen deze toetsen voor een onderlinge afhankelijkheid die de samenwerking bevordert. We hebben drie versies van elke toets ter beschikking, in de praktijk is dit net voldoende. Vals spelen kan wel, maar kost op den duur een leerling te veel tijd voor wat het oplevert.

Hoe ga je te werk bij het nakijken en beoordelen van §V? Staan de antwoorden in de Leerlingenhandleiding?

JWD: De paragraafopdrachten (§V, §S, §P) zijn groepsopdrachten. Een groepje dat een groepstoets maakt, moet klaar zijn met de paragraafopdrachten. De para-

graafvragen (§V) worden niet nagekeken, alleen gecontroleerd op wel-of-niet maken. De paragraafvragen zijn zo gesteld, dat een leerling er zonder hulp vrijwel altijd uitkomt. Daarom staan er geen antwoorden in de Leerlingenhandleiding. Eventueel raadpleegt een leerling de docent bij het maken van de paragraafvragen, niet achteraf want dan is het juiste moment voorbij. Het niet maken van paragraaf-opdrachten leidt tot een geringe aftrek bij het groepstoetscijfer.

Waarom staan de oplosschema's uit de Docentenhandleiding niet in de Leerlingenhandleiding?

JWD: De meeste problemen bij het vinden van een oplossing schuilen in de stappen 2 t/m 5 van het 7-Stappen-Plan (beeldvorming bij en analyse van het probleem). Over dat deel van de route gaan de aanwijzingen uit de opgavenhulp dan ook in hoofdzaak. De oplosschema's uit de Docentenhandleiding gaan over stap 6 (het vinden van de eigenlijke oplossing), waar leerlingen dan meestal wel uitkomen. Als men dit te optimistisch vindt, kan natuurlijk bij een aantal opgaven de Leerlingenhandleiding met oplosschema's worden uitgebreid.

Bij welk deel van de opgaven gebruikt een leerling de opgavenhulp? Hebben ze geen volledige uitwerkingen nodig?

LLN: Als het na even proberen niet lukt, kijk je in de opgavenhulp en dan kom je er meestal wel uit. Liever geen volledige uitwerkingen, dan kun je het zelf niet meer verzinnen. Eventueel vragen we het na in het groepje, als het nog niet lukt aan de leraar.

Slotwoord

Leroy Lans, Joana van Nieuwkoop, Astrid Poorthuis en Martijn van der Steen worden zeer bedankt voor hun bijdragen aan deze werkgroep.

Jan Willem Drijver is werkzaam bij het St Bonifatius College te Utrecht.



Motiveren van mezelf en mijn leerlingen

Werkgroep 24

H. Vos

De energie en het enthousiasme die we in het geven van ons vak stoppen, hebben voor ons gevoel vaak te weinig effect. Hoe kunnen we dat effect verhogen? We zouden graag meer leerlingen enthousiast krijgen. Hoe kunnen we meer leerlingen motiveren? Waar halen we de energie daarvoor vandaan? En dan praten we nog niet eens over het studiehuis! We zijn niet tevreden met de situatie. We willen antwoord op onze vragen.

Kant en klare antwoorden op de gestelde vragen zijn echter niet te geven. Die hangen van de omstandigheden af. De ene leerling wil wel werken voor een voldoende, de ander heeft liever een gratis abonnement. Sommige collega's zijn te idealistisch en werken zich kapot, andere werken niet mee. Op de ene school stimuleert het managementteam, op de andere wil men liever geen trammelant. En niemand betaalt er extra voor.

Toch blijven we niet tevreden met de situatie. Als het zo door gaat worden we steeds minder tevreden. In de werkgroep zijn we nagegaan op welke wijze wij onszelf en onze leerlingen meer kunnen motiveren. De vorm van de werkgroep is opgezet als een voorbeeld van de manier waarop we te werk kunnen gaan om leerlingen te motiveren.

Als voorbereiding op de werkgroep heb ik de deelnemers daarom gevraagd om na te denken over de vraag: Waarom ben ik eigenlijk docent geworden? Waarom docent in dit vak? (Voor een leerling zou zo'n vraag worden: waarom zit ik hier eigenlijk?)

Na een kennismakingsronde volgde de eerste vraag: wat verwachten we eigenlijk van deze werkgroep? De antwoorden liepen uiteen: waar kun je onderwerpen, presentatiemethoden vinden? Een groep leuteraars, hoe kan ik die aan het werk krijgen? Een deelnemer: motiveren, dat is hier op de Woudschotenconferentie elke keer hetzelfde verhaal, namelijk motiveer de leerlingen met de natuurkunde. Waarom



is het dan nog steeds een probleem? Anderen: wat is de leefwereld van de leerlingen? Wat interesseert ze? Waar zijn de leerlingen mee bezig? Of: hoe ziet de leerling mij? Hoe moet ik me opstellen? Hoe maak ik in het algemeen een motiverende lesopzet?

Brainstormen

Vervolgens zijn de deelnemers aan het werk gegaan met de vraag: wat motiveert leerlingen eigenlijk?

De bedoeling was om in groepen brainstormenderwijs minstens 30 aspecten per groep op tafel te krijgen. Daar zijn we duidelijk niet aan gewend, brainstormen in groepen. We gaan snel discussiëren, kijken of we het ergens wel of niet mee eens zijn, of iets wel kan, hoe het dan zit met details. Dat is natuurlijk ook waardevol, maar het levert minder ideeën. Om veel ideeën te krijgen is het beter om de discussie uit te stellen tot later. Dat leerden de groepen snel. Na ordening kwamen de volgende motiverende aspecten op tafel.

De ene groep kwam uit op de categorieën beloning (waardering, cijfers), sociale behoeftes (gezelligheid, acceptatie, individuele aanspreekbaarheid, vermindering van faalangst) en intrinsieke motivatie (nieuwsgierigheid, uitdaging, keuzevrijheid).

Een andere groep dacht meer aan de les (afwisseling, geen les, vrijheid, excursies, werkweken, sfeer), de docent (enthousiast, aansluiten bij gedachtenwereld leerling, interesse voor jongeren, aanwezig op schoolfeesten, positieve aandacht, moet beoordelen naar kunnen, belonen na inspanning, aandacht, luisteren, lachen) en de leerling (verdere studies, zelf bouwen, actief betrokken worden, cijfers, geld, sport, muziek, TV, contact met leeftijdgenoten, veiligheid op school, geborgenheid (huiselijke sfeer), een leuk lokaal, sfeer op school, de leerlingen serieus nemen). Tenslotte de derde groep: interesse tonen op het moment van behoefte, leerlingen laten samenwerken, contact met anderen, een veilige omgeving bieden,

vertrouwen schenken. Zicht op het nut voor de leerling zelf, en wel op dit moment (qua onderwerp, qua vak). Algemeen: uitdaging, spanning, opwinding (een beetje een show geven).

Motivatie-model

Als we deze aspecten vergelijken met een motivatie-model, dan vinden we allerlei aspecten terug die vallen onder de categorieën: zelfbeeld (leerlingen serieus nemen), behoeften (beloning, sociale behoeftes), de succes/faal-verwachting (zorgen dat leerlingen het kunnen). Maar wat ontbreekt zijn de persoonlijke waarden. Wat vindt de leerling eigenlijk belangrijk? Een schoon milieu? Dierenliefde? Aandacht voor elkaar, misschien eerder dan aandacht voor de leerstof?

Hier zien we het nut van theoretisch modellen. Met name minder vaak genoemde aspecten kunnen gebruikt worden om de motivatie te verhogen, op een andere manier dan via de natuurkunde zelf, maar minstens even belangrijk voor de motivatie. Dat is nou eenmaal iets psychologisch!

Feed-back

Vervolgens werd gevraagd om *feed-back* te geven op de opzet van de workshop zelf. Waar moet de inleider mee doorgaan, wat ging goed? (op een groen post-it papier schrijven). Wat moet hij niet meer doen, waar moet hij mee stoppen? (rood papier). Wat

Literatuur

Carl Rogers & H. Jerome Freiberg (1994). *Freedom to learn*. 3rd edition. New York: MacMillan College Publishing (ISBN 0-02-403121-6)

John Cowan (1998). *Supporting the reflective learner in higher education*.

ontbreekt? Waar moet hij mee starten? (op een geel papier).

Door de deelnemers werd een aantal positieve aspecten gemeld, waarvan ook gezegd werd dat we die eigenlijk ook in onze lessen zouden moeten toepassen: de groep aan het werk zetten, verwachtingen inventariseren, deelgroepjes maken, geven van een eigen invulling door de deelnemers, door brainstormen kom je op nieuwe invalshoeken, uit jezelf laten opborrelen van ideeën.

Wat nog ontbrak volgens de deelnemers: hoe de inleiding zo structureren dat de groep niet vastloopt, meer praktische psychologie in de werkgroep, de persoonlijkheid van de leraar benadrukken, meer concretiseren, meer concrete voorbeelden, toepasbaar in lessituaties (vertaling naar de praktijk is altijd moeilijk), meer toepassing van de algemene theorie van Kolb, meer tijd claimen voor de workshop, verwijzen naar verdere informatie.

Ik had van tevoren aangekondigd dat ik tevreden zou zijn als de groepsleden mij zouden vertellen dat ze een stap verder gekomen waren in de werkgroep. Gezien de groene papiertjes mag ik aannemen dat dat het geval was. Nog eens teruglezend in de punten die leerlingen motiveren, denk ik dat soortgelijke dingen mij ook motiveren. U ook?

Ter afsluiting konden nog vragen gesteld worden. Een daarvan was naar verdere literatuur. Die geef ik hier dan ook.

Henk Vos is oud-docent Lerarenopleiding Natuurkunde VL-VU Amsterdam, faculteitsonderwijskundige bij Elektrotechniek Universiteit Twente, met als taken onder andere practicum- en projectcoördinatie en training van student-assistenten.

Sterrenkunde voor natuurkunde en algemene natuurwetenschappen

Werkgroep 27

G. Schooten & R. Wielinga

Sterrenkunde heeft altijd tot de verbeelding van mensen gesproken. Waarschijnlijk komt dit omdat de studie van het heelal voor een deel een zoektocht is naar onze eigen oorsprong. Op zoek naar onze plaats in het heelal ontdekken we dat de aarde een kleine, prachtige maar ook een kwetsbare woonplaats is. Wat is er nog meer in de oneindige kosmos? Zijn er andere planeten? Is daar ook leven? Vragen die niet alleen een sterrenkundige, maar iedereen zich wel eens stelt.

Sterrenkunde is een onderwerp dat ook leerlingen erg aanspreekt. Vandaar dat het ook een goed gebied is waaruit leerlingen hun onderwerp zouden kunnen kiezen voor een praktische opdracht of een zelfstandig onderzoek (EXO).

Het doel van deze werkgroep was dan ook om enkele voorbeelden te geven van werk wat in dat kader door leerlingen gedaan is en zou kunnen worden gedaan. Uitgangspunt daarbij is materiaal dat is ontwikkeld door de EAAE (European Association for Astronomy Education) en dat op Internet beschikbaar is.

In de werkgroep is achtereenvolgens aan de orde geweest het hoe en waarom van waarnemen met leerlingen, het Erathostenes-project (de aarde is rond), de schijn gestalten van Venus (het bewijs dat Copernicus gelijk had) en het werk van de EAAE.

Inleiding

Waarom waarnemen? – Er zijn verscheidene redenen aan te geven waarom waarnemingen onderdeel dienen uit te maken van het domein Zonnestelsel en Heelal van ANW, bijvoorbeeld:

- waarnemingen vormen de basis voor astronomisch onderzoek: astronomen kunnen geen experimenten doen met onderzoeksmateriaal (uitgezonderd maanstenen en meteorieten)
- waarnemingen leren de leerling iets over zijn eigen wereld (het is letterlijk hun 'point of view')



- er zijn (soms) mooie dingen te zien!
- waarnemingen kunnen dienen als basis voor verdere verkenning van de astronomie
- leerlingen leren waarnemen en blijven oog hebben voor wat ze zien.

Ervaringen – Het blijkt nodig om de weerstand die aanvankelijk bij leerlingen heerst te breken. Duidelijke waarnemopdrachten en een goede motivatie zijn erg belangrijk. Leerlingen hebben het idee dat het ingewikkeld is en dat het veel tijd kost. Ze zijn dan ook het makkelijkst te motiveren voor korte waarnemingsessies, waarbij zij toch in staat zijn veranderingen aan de sterrenhemel te ontdekken. Dergelijke opdrachten zijn te vinden in de SLO-lesserieks 'Ontwikkeling van ideeën over het heelal'.

Omdat een waarnemoplek bij voorkeur een donkere plek moet zijn, zullen we leerlingen en ouders moeten wijzen op de gevaren die hieraan verbonden zijn. Alternatieven zijn dan: een avond op school waarnemen, naar een publiekssterrenwacht of met een groep leerlingen naar een donkere plek gaan of overdag waarnemen (de zon).

Waarnemingen kunnen gedaan worden met het 'blote oog' (bijvoorbeeld de bewegingen van zon, maan, planeten en sterren), met een verrekijker, een (kleine) telescoop of een fototoestel, en met anderen (bijvoorbeeld in een internationaal project als het Erathostenes-project).

De grootte van de aarde: het Erathostenes-project

<http://www.eso.org/outreach/spec-prog/aol/market/collaboration>

Dat met eenvoudige middelen indrukwekkende kennis kan worden verworven, werd aangetoond door Erathostenes, een Griek die later in Egypte leefde. Hij bouwde voort op de bestaande kennis van dat moment die samengevat hierop neerkomt:

- Pythagoras (500 vChr.): volmaakte figuren zijn cirkel en bol.
 - Aristoteles (350 vChr.): vorm van de aarde moet een bol zijn, de grootte van de aarde is klein ten opzichte van de afstand tot andere hemellichamen.
- Erathosthenes (225 vChr.) had zelf nog het uitgangspunt dat de zonnestralen evenwijdig op de aarde vielen. Verder had hij van reizigers gehoord dat op 21 juni in Syene de bodem van de put verlicht werd, hetgeen betekende dat de zonnestralen loodrecht op de aarde vielen. Dit gebeurde in Alexandrië nooit. Volgens hem lagen beide steden op dezelfde meridiaan en was de afstand tussen beide 5.000 stadiën.

Met behulp van een gnomon constateerde Erathosthenes dat de zonnestralen hiermee een hoek van ongeveer 7° maakten, $1/50$ deel van een doorlopen hoek in een cirkel (360°). Met behulp van figuur 1 is in te zien dat de omtrek van de aarde dan 50 keer de afstand tussen Syene en Alexandrië is, hetgeen neerkomt op 250.000 stadiën; vergelijkbaar met 40.000 km. Kortom: een verbluffend resultaat, dat voor een deel berust op de meting dat een karavaan met kamelen per dag 50 stadiën aflegt en 100 dagen nodig heeft om van Syene naar Alexandrië te reizen.

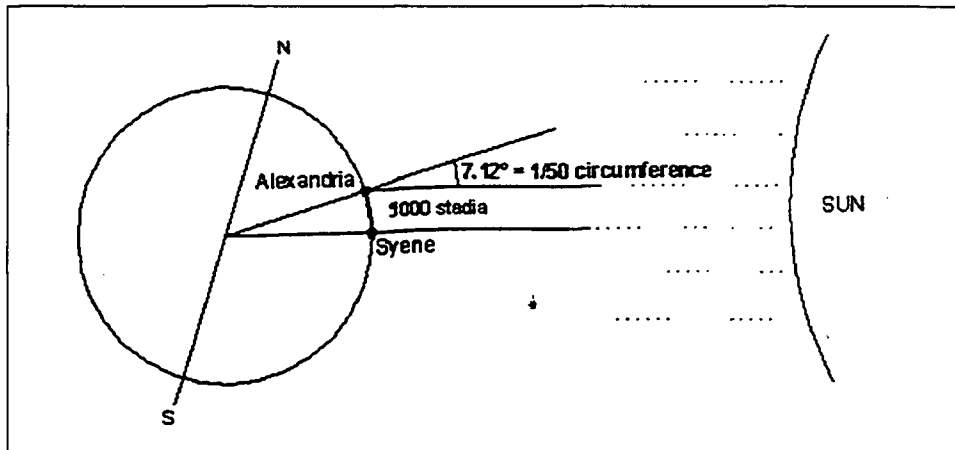


Fig. 1

Praktische opdracht ANW – Dit experiment zou in het kader van een praktische opdracht voor ANW herhaald kunnen worden. Het is hiervoor geschikt want:

- het valt binnen het domein Zonnestelsel en Heelal
- het gaat uit van een historische context
- gaat uit van eigen waarneming
- er zijn goede resultaten mee te behalen (30 groepen in Europa hebben dit al eens gedaan)
- het bevat slechts eenvoudige wiskunde
- er wordt bij uitwisselen van gegevens gebruik gemaakt van moderne communicatiemiddelen

Om het experiment te kunnen uitvoeren is contact nodig met een internationale groep op (ongeveer) dezelfde lengtegraad. Beiden zetten bij helder weer overdag twee verticale stokken van gelijke hoogte in de grond en meten de maximale zonshoogte met behulp van de schaduw van de stok. Er geldt vervolgens (zie figuur 2): hoek A = hoek l – hoek m . Met behulp van de afstand tussen beide plaatsen kan door leerlingen vervolgens zelf de omtrek en de diameter van de aarde berekend worden. (Op bovengenoemde webpagina zijn ook waarnemingsresultaten van al uitgevoerde projecten te vinden.)

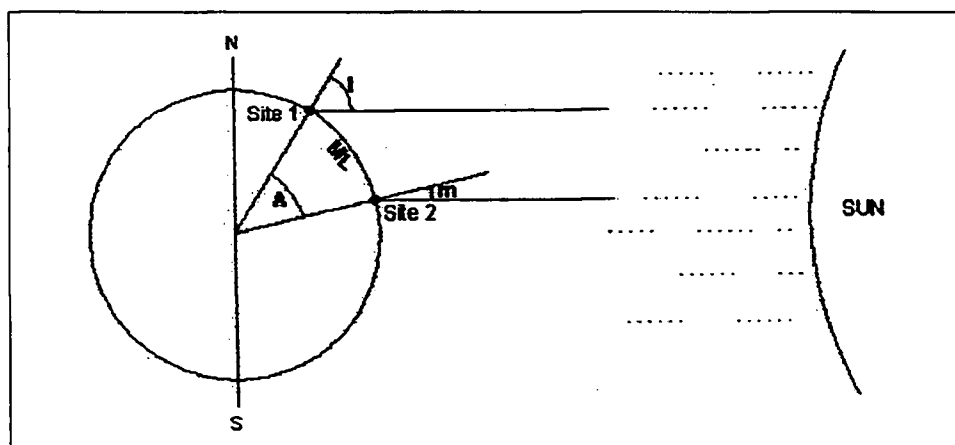


Fig. 2

De schijngestalten van Venus: leerlingen bewijzen Copernicus' gelijk

<http://www.amtsgym-sdbg.dk/as/venus/ven-dist.htm>

In het voorjaar van 1999 zal de planeet Venus een heldere avondverschijning hebben. Kort na zonsopgang is zij makkelijk te zien in het westen. Met een verrekijker of kleine telescoop is de schijngestalte (fase) van Venus eenvoudig te zien. Al na enkele weken is te zien dat de schijngestalte verandert. Ook de schijnbare grootte van Venus verandert. Dat komt omdat de afstand aarde-Venus verandert. Uit enkele eenvoudige waarnemingen is af te leiden dat de afstand aarde-Venus *wel* verandert en de afstand zon-Venus *niet*. Dit bewijst dat Venus niet rond de aarde draait (zoals in het geocentrisch wereldbeeld) maar rond de zon (heliocentrisch wereldbeeld).

Allereerst moet de schijngestalte van Venus worden opgetekend of gefotografeerd met behulp van een kleine telescoop (eventueel een verrekijker). Op dezelfde dag moet de hoek Venus-aarde-zon worden bepaald. Een eenvoudige manier is de volgende: bepaal kort voor zonsopgang de positie van de zon ten opzichte van de *skyline* (een boom, dakraam, schoorsteen, etcetera) en noteer het bijbehorende tijdstip. Wacht tot Venus dezelfde positie inneemt en noteer weer het tijdstip. De hoekafstand zon-Venus is dan te berekenen als we er van uitgaan dat de beweging van de zon en Venus worden veroorzaakt door de rotatie van de aarde om haar as (360° in 24 uur). De waarnemingen worden gebruikt om de ruimtelijke posities van zon (gloeilamp), aarde (leerling) en Venus (pingpongbal) in de klas na te bootsen, zoals weergegeven in figuur 3.

De relevantie voor ANW is dat de waarnemingen een cruciale rol kunnen spelen binnen het debat over heliocentrisch of geocentrisch wereldbeeld.

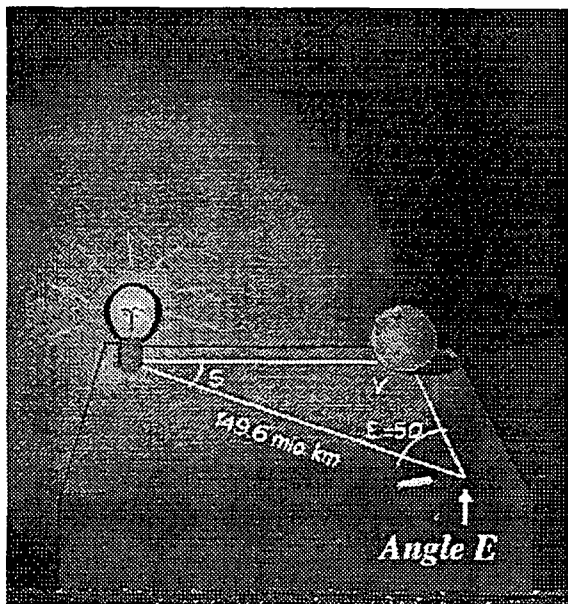


Fig. 3

European Association for Astronomy Education

De doelstelling van de EAAE is het verbeteren en stimuleren van sterrenkunde-onderwijs in Europa. Het merendeel van de huidige activiteiten richt zich op het voortgezet onderwijs. Ruim 300 leden in 17 landen zijn momenteel aangesloten. Deze leden hebben toegang tot een wijdvertakt netwerk van docenten die zich bezig houden met sterrenkunde-onderwijs in Europa.

Leden van de EAAE ontvangen informatie dankzij een Nieuwsbrief. Daarnaast is er veel materiaal te vinden op de website van de EAAE. Hier zijn onder meer waarnemingsprojecten ('students projects') te vinden, die leerlingen aansporen tot het uitwisselen van waarnemingen. Leden van de EAAE kunnen zich aansluiten bij een mailing-list, waarop verenigingsnieuws en recent astronomisch nieuws wordt verspreid. De EAAE heeft nauwe banden met de ESO (European Southern Observatory) en ESA (European Space Agency). Samen met deze partners werden de educatieve projecten *Astronomy On Line* (1996) en *Sea & Space* (1998) georganiseerd. In 1997 en in 1998 zijn er twee succesvolle 'summerschools' georganiseerd. Ook voor komend jaar staat er weer een gepland. Dit belooft een bijzondere te worden. De zomerschool wordt namelijk gehouden in het Noord-Franse Briey en heeft plaats gedurende zes dagen rond de totale zonsverduistering van 11 augustus. Briey ligt in de totaliteitszone van de verduistering, zodat bij helder weer uitstekend kan worden waargenomen.

Aanvullende informatie

Lid worden van de EAAE kan voor 10 EURO of f 22,- per jaar. Aanmelden door een briefje te sturen aan: EAAE-Nederland, p/a Gert Schooten, Holtmate 14, 8014 HA Zwolle (email: eaae@phys.uu.nl)

Activiteiten van de EAAE zijn te vinden op de volgende web-pagina's:

Homepage van de EAAE:

<http://www.algonet.se/~sirius/eaae.htm>

EAAE-Nederland:

<http://www.phys.uu.nl/~eaae/>

Astronomy On Line (AOL):

<http://www.eso.org/aol>

Leerlingactiviteiten AOL:

<http://www.eso.org/outreach/spec-prog/aol/market/>

Sea and Space:

<http://www.eso.org/seaspace>

Waarnemingsgebeurtenissen 1999

- Februari: Venus wordt steeds beter zichtbaar aan de avondhemel.
- 18 februari om 19 uur: nauwe samenstand Venus, Jupiter, Maan en verderweg: Saturnus.
- 20/21 februari: Landelijke Sterrenkijkdagen.
- 20 maart: planeten Saturnus en Venus vlak bij de maansikkel ('s avonds).

- 24 april: maan bedekt de ster Regulus, 21.32 uur (verrekijker).
- Venus hele voorjaar schitterende avondster, in verrekijker of telescoop: schijngestalten.
- Zon: veel zonnevlekken, vanwege aankomend maximum zonne-activiteit (poollicht?!).
- Totale zonsverduistering, o.a. in Zuid-Belgie/Noord-Frankrijk op 11 augustus.
- Leoniden, meteorenzwerm rond 17 en 18 november.

Hulpmiddelen

- Widman, *Welke ster is dat?* (Thieme)
- *Sterren en planeten 1999* (Stichting Universum)
- Draaibare sterrenschijf (Stichting De Koepel, planetaria)
- verrekijker, telescoop (NVOX-artikel over aanschaf)
- tijdschrift ZENIT
- planetarium-software: Earth Centered Universe (ECU), Skymap en Skyglobe (alledrie share-ware), Redshift-3.



Wat maakt natuurkunde aantrekkelijker en toegankelijker voor meisjes (en 'andere' jongens)?

Werkgroep 29

A. Taillie & G. Joukes

Verwachtingen

De deelnemers verwachtten dat duidelijker zou worden hoe het komt dat veel minder meisjes dan jongens kiezen voor natuurkunde en wat je daaraan kunt doen. Bij voorbaat al stelden de inleiders dat er zeer veel invalshoeken zijn bij dit fenomeen en dat zij dus niet het verlossende woord zouden geven over dé, eenvoudige, ultieme oorzaak. Hetzelfde geldt voor de oplossing: er is geen nieuwe truc waaraan nog nooit iemand heeft gedacht. Waar het om gaat is hoe de school dit vraagstuk *gestructureerd* kan *aanpakken*.

VHTO

De VHTO, Landelijke organisatie vrouwen in Hogere Technische Opleidingen en functies, heeft veel expertise en ervaring met betrekking tot de in-, door- en uitstroom van meisjes in het technisch hbo en met betrekking tot loopbanen van vrouwelijke ingenieurs. De VHTO adviseert onder andere hogescholen over een goede voorlichting over hoger technisch onderwijs en technische beroepen aan meisjes in het voortgezet onderwijs en het mbo (potentiële studenten). Verder initieert de VHTO projecten ter verbetering van de kwaliteit van het technisch hbo vanuit emancipatoir perspectief. Ook geeft de VHTO adviezen over de begeleiding van vrouwelijke studenten tijdens de opleiding en bij de overgang van opleiding naar werk. De VHTO ondersteunt het netwerk van vrouwelijke hbo-ingenieurs, onder andere door trainingen voor hen te organiseren en via mentorprogramma's.

Sekse en *gender*

Als je het over verschillen tussen meisjes en jongens hebt, vervalt je al gauw in stereotypingen: (alle) meisjes zijn zus, (alle) jongens zijn zo. Sekse in de zin van geslacht (biologische sekse) is hier dus niet zo'n geschikt uitgangspunt om na te denken over wel



of niet kiezen voor natuur en techniek. We kunnen beter kijken naar *gender* (sekserol, sociaal-culturele sekse, verworven/aangeleerde eigenschappen en gedragingen). Bij *gender* ben je niet man of vrouw, maar meer of minder mannelijk of vrouwelijk (of beide: androgyn). Om dat vast te stellen hebben ze in de VS in de jaren tachtig een test ontwikkeld: een groot aantal eigenschappen en gedragingen is gedefinieerd en vervolgens is bij een grote groep van elke eigenschap/gedraging onderzocht of die vaker voorkomt bij mannen of bij vrouwen. Eigenschappen die veel voorkomen bij vrouwen zijn gekenmerkt als 'vrouwelijk' en eigenschappen die veel voorkomen bij mannen als 'mannelijk'. De test is later aangepast aan de Nederlandse situatie en is wetenschappelijk gevalideerd. Zo'n test is echter wel plaats- en tijdgebonden. Als je bij veel leerlingen natuur&techniek een *gender*test zou afnemen zou je meer 'mannelijke' dan 'vrouwelijke' leerlingen aantreffen. En bij een profiel als cultuur&maatschappij zal dat andersom zijn. Natuurkunde is hier en nu dus meer 'mannelijk' dan 'vrouwelijk'.

Wat is van invloed op de afstand tussen natuurkunde en 'vrouwelijke' personen?

- socialisatie
- jeugdculturen (wat spreekt jongeren in het algemeen aan?)
- beeldvorming natuurkunde of techniek (deels onjuist, deels blinde vlek, deels gewoon juist; deels juist maar onwenselijk)
- inhoud vak/profiel/opleiding
- didactiek
- leerstijlen
- doceerstijlen
- interactie docent-leerling/docent-student
- groepsprocessen
- leeromgeving: gebouw, klassen (aankleding natuurkundelokaal)

Waarom kiezen meisjes niet voor natuurkunde/het hto?

Het percentage meisjes in het hto (technisch hbo) is gemiddeld zo'n 16%. Wel zijn er grote verschillen: hoger laboratoriumonderwijs rond 50%, bouwkunde zo'n 35%, informatica 10%, werktuigbouwkunde en elektrotechniek 2-3%.

Een inventarisatie – samen met de deelnemers aan de werkgroep – van redenen waarom meisjes wel/niet voor natuurkunde kiezen leverde het volgende op.

Waarom wel

- statusverhogend
- positieve reacties omgeving
- uitdaging
- lekker rekenen
- niet uit hoofd leren
- leuk: sterrenkunde (als start) (over drempel); dicht bij interesse/doel
- nodig voor vervolgopleiding
- goede/leuke docente (zeggen meisjes)
- is (nu, in het vo) leuk

Waarom niet

- docenten sluiten niet aan bij interesse meisjes (onderbouw)
- meisjes willen niet
- (te) moeilijk (ook in vo), wordt nog eens aangedikt door hto-docenten en studentendecanen (ook: vo-docenten, schooldecanen)
- niet aantrekkelijk
- vriendinnen kiezen het ook niet
- niks voor meisjes (volgens derden)
- negatieve reacties omgeving (zelfs docenten lerarenopleiding)
- in andere richting opgevoed (weer wel als vader/moeder natuurkunde/exact/techniek heeft gestudeerd)
- kan niet uit hoofd leren
- weinig emotionaliteit in het vak
- wordt overvleugeld (meisjes door jongens)
- saai, niet leuk (sluit niet aan bij belevingswereld/interessesgebied meisjes; ook in vo)
- geen 'leuke' meisjes
- geen rolmodellen (docenten mannen)
- niet met/over mensen
- toch niet nodig voor later
- abstract (geen context)
- geen of verkeerd beeld van later werk
- je moet met apparaten/machines werken (niet leuk; veel jongens en mannen hebben een fascinatie voor apparaten en machines, veel meisjes voor relaties en communicatie)
- leeromgeving is 'koel' ('chilly climate' lokalen, gebouw, sfeer)
- omgeving (familie, vrienden) ondersteunt keuze niet of keurt deze af

Diverse deelnemers merkten op dat hun houding als docent van groot belang is: hun docerestijl en hun interactie met leerlingen. Zij vonden dat ze zich niet altijd bewust zijn (geweest) van wat die houding teweeg brengt/bracht. Deze inbreng was zeer positief. Immers, je kunt wel zeggen dat de oorzaak buiten de school ligt (opvoeding, het ouderlijk milieu, vrienden), maar dat maakt je machteloos. Onderwijs is er voor iedereen. Als blijkt dat een deel van de doelgroep zich niet aangesproken voelt of niet gemotiveerd lijkt, verdient dat aandacht. Bovendien heb je als school wel degelijk invloed op de socialisatie van jongens en meisjes (groepsprocessen, docent-leerling-interactie).

Voor hen die menen dat meisjes nu eenmaal niet goed zijn in natuurkunde/techniek of totaal geen interesse hebben: in Turkije en Spanje studeren/kiezen veel meisjes voor techniek, ronden de opleiding met succes af en hebben een succesvolle loopbaan in de techniek!

Wat kun je doen?

Er zijn al heel veel oplossingen bedacht, bijvoorbeeld:

Mannenvak – Allemaal mannelijke docenten: meer vrouwelijke rolmodellen, bijvoorbeeld uit opleidingen/studies (ex-leerlingen die natuurkunde/techniek studeren) en werkveld (vrouwelijke natuurkundigen) les te verzorgen of onderwerp te behandelen of in LOB (zoals project Ingenieur voor de klas van NIRIA)

Saai – Meer *doen*, zeker in basisvorming. Practicum dus.

Moeilijk – Misschien wel maar niet té. Het is bekend dat meisjes met een 7 voor wiskunde wordt afgeraden techniek te gaan studeren (te zwak), en jongens niet (7 is goed genoeg); wordt ook vaak onnodig benadrukt.

Leerstijlen – Meisjes vragen bijvoorbeeld minder aandacht, stellen minder vragen. Dus zelf meer aandacht aan meisjes schenken.

Heeft niets met mensen te maken – Klopt niet: je werkt later in teams en je kunt helpen menselijke problemen op te lossen (milieu, directer: hulpmiddelen voor ouderen)

Koele leeromgeving – Natuurkundelokaal: wat vinden meisjes ervan? Hoe zouden zij het willen?

Richt je op dingen die je als school kunt aanpakken: wat ligt binnen je bereik? Maar: eenmalig (één project in één leerjaar) en te plaatselijk (in één vak, door één docent) helpt niet. Beter is een gestructureerde, 'driedimensionale' aanpak met lengte, breedte en diepte. Lengte: zorg voor een traject (bijvoorbeeld basisvorming-2e fase). Breedte: betrek meer vakken/de hele school erbij. Diepte: maak een meerjarenplan.

Zorg voor:

- betrokkenheid directie (sturing en middelen)
- draagvlak: in de vakgroep/vaksectie en eigenlijk in hele docentencorps
- beleid: diversiteitsbeleid, emancipatie als kwaliteitsaspect
- brede aanpak: ten minste hele vaksectie, dus niet slechts één vak
- langere duur: meerjarenplan (4 jaar), daarna opnieuw, enzovoort
- planmatige aanpak: analyseren/meten/veranderen/meten; stappenplannen; *checklists*
- ouders informeren/voorlichten, met als doel ze meer op één lijn te krijgen met de school.

Antoinette Taillie en Gertje Joukes zijn project-medewerkers bij de VHTO.

Kansen en bedreigingen

Kansen:

- Natuurkunde/scheikunde in de basisvorming: een vak neerzetten dat leerlingen op dat moment 'leuk' vinden. Natuurkunde/scheikunde in de basisvorming is ook een langlopende 'voorlichting' over profiel natuur & techniek.
- Bij loopbaan-oriëntatie en -begeleiding laten zien dat natuur & techniek de basis vormt voor leuk en interessant werk.
- Studiehuis: meer studentgecentreerd leren. Maar: let op leerstijlen van meisjes!

Bedreiging:

- Meisjes zullen minder voor natuur & techniek kiezen dan nu al voor natuurkunde?



Een duik in de natuurkunde

Werkgroep 30

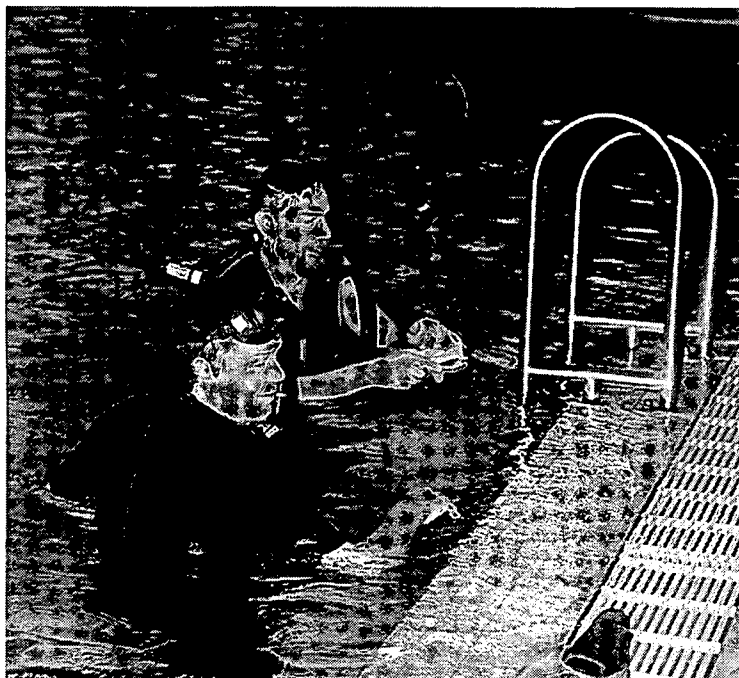
R. Remkes, R. Slagter & F. Wolters

Waarom het water in?

Je kunt het vak natuurkunde vanuit verschillende invalshoeken benaderen. Meestal is de invalshoek cognitief van aard: de leerlingen moeten veel vraagstukken oplossen. Op zich is daar niets mis mee. Indien het natuurkunde-onderwijs zich echter alleen maar tot deze cognitieve benadering beperkt, moet men niet raar staan kijken als de leerlingen er een wat vreemde bijmaak aan over houden. Welk beeld houden leerlingen van de natuurkunde over als wij hen bijvoorbeeld regelmatig lastig vallen met berekeningen over ontladende condensatoren, horizontaal danwel verticaal geworpen kogels en blokken van 250 gram die nerveus aan een veer trillen? Dat er niet méér leerlingen zijn die denken dat natuurkundeleraren lid zijn van een duister buitenaards genootschap, is in dit verband verwonderlijk.

Wij menen dat je het natuurkunde-onderwijs kunt verrijken door naast de cognitieve invalshoek ook rekening te houden met de interesses en de ervaringen van de leerlingen. Het is duidelijk dat leren wel erg moeilijk is zonder enige vorm van interesse. En leerstof die niet aansluit bij de eigen ervaringen loopt het risico op een afstotingsreactie. Daarnaast zijn nieuwe indrukwekkende ervaringen van belang; oftewel ervaringen die indruk maken en dus blijvend van aard zijn.

Voor de Woudschotenconferentie wilden wij een werkgroep organiseren die bij deze ideeën aansloot. We stelden aan onszelf de eis dat het geen 'droge' werkgroep mocht worden. Vandaar dat we al snel op het idee kwamen een werkgroep over 'Duiken' te houden in het zwembad van het congrescentrum. Dit sloot goed aan bij de interesses en ervaringen van Ronald Remkes en Rob Slagter, die allebei duiker zijn. Bovendien dachten wij dat het onderwerp van de werkgroep goed zou aansluiten bij de interesses en (zwem)ervaringen van natuurkundedocenten.



Nat en droog

Er was veel belangstelling voor deze werkgroep. Er konden 'slechts' 24 deelnemers worden geplaatst. Drie groepen van acht personen doorliepen de vier uur durende werkgroep elk volgens een eigen programma. Deze drie groepen begonnen gezamenlijk met een veiligheidsinstructie op video. De groep die het eerst te water mocht, woonde deze instructie reeds in badkleding bij. Tijdens deze videopresentatie werd enige noodzakelijke theorie uitgelegd. Er werd bijvoorbeeld duidelijk gemaakt dat het bij een persluchtduik erg belangrijk is dat de duiker de adem niet gaat inhouden. Weet U ook waarom?

Na de gezamenlijke instructie gingen we met z'n allen naar het zwembad. Aan de rand van het zwembad lagen de persluchtflansen, de trimjacks, de duikbrillen, de loodgordels en de vinnen reeds klaar. De duikinstructeurs, Martin Niewold en Ronald Remkes, gaven bij het water een concrete uitleg over de werking en de functies van de uitgestalde duikuitrustingen. Na al deze voorbereidingen konden de eerste acht deelnemers het water in. In het water werden de deelnemers geholpen met het aandoen van de duikuitrusting. En dan ... zwemmen maar. De meeste deelnemers noemden dit een unieke ervaring. Het feit alleen al dat je onder water door kunt (en moet) ademen vonden ze al heel bijzonder. Ook het 'zweven' onder water bleek nog een hele kunst te zijn. Hoe doe je dat eigenlijk? En je onder water oriënteren op geluid blijkt opeens niet meer te kunnen. Waarom niet?

Terwijl de eerste groep dit soort duikervaringen opdeed, volgden de andere twee groepen videopresentaties op het droge. Via rouleren konden alle groepen één keer het water in en konden alle groepen de drie videopresentaties bijwonen. Deze presentaties gingen over enige gezondheidsaspecten bij het duiken, de (natuurkundige) onderwaterwereld en de duikappa-

ratuur. Eén en ander werd ook nog door Rob Slagter mondeling nader toegelicht.

De videopresentaties

Tijdens de presentatie over de gezondheidsaspecten van het duiken kwamen onder andere de volgende zaken aan bod. Wat is stikstofnarcose, wat zijn de kenmerken ervan en wat kan je er tegen doen? Wat is decompressieziekte, wat zijn de symptomen ervan, hoe kan je het behandelen en hoe kan je het voorkomen? Waar moet je voor uitkijken als je decompressieslachtoffers per helikopter wilt vervoeren? Waar is de kans op decompressie-ziekte het grootst: op tamelijk grote diepte of op geringe diepte? En waarom?

De videopresentatie over de (natuurkundige) onderwaterwereld ging onder andere in op de volgende zaken. Waarom hebben we als duiker een duikmasker nodig? Waarom voldoet een zogenaamd chloorbrilletje niet? Waarom zien we met een duikmasker alles ongeveer 25% groter dan normaal en waarom verdwijnen alle kleuren naarmate we ons op grotere diepten begeven? Waarom zie je in buitenwateren als duiker vaak geen schaduwen? Kan je onder water net zo goed horen als boven water? Waarom hebben duikers het idee dat ze altijd in koud water zwemmen ook als ze goede duikkleding aan hebben? Wat voor problemen kunnen zich voordoen bij een duik in zoet water? Wat voor problemen kunnen zich voordoen bij een duik in zout water? Waarom zijn er andere duiktechnieken nodig als je duikt in een hoog gelegen bergmeer?

De videopresentatie over de duikapparatuur ging onder andere in op de volgende zaken. Duikers ademen lucht in die de druk heeft van de omgeving. In de persluchtflessen zit lucht met een druk van 200 tot 300 bar. Hoe wordt deze druk gereduceerd naar de omgevingsdruk? Waarom zorgt men ervoor dat de perslucht altijd ontzettend droog is? Wat voor soort duikpakken heb je? Wat zijn de kenmerken van die verschillende soorten duikpakken? Wat is een zogenaamde lage-druk-inflator en waar heb je die voor nodig? Waarvoor heb je duikmessen nodig? Wat zijn noodzakelijke duikinstrumenten? Wat is een duikcomputer?

Na afloop was er nog gelegenheid tot vragen stellen, waar de deelnemers dankbaar gebruik van maakten. Tevens konden ze nog een aantal opgestelde spullen van dichtbij bekijken, zoals bijvoorbeeld een droogpak, duikersmessen en speciale veiligheidslampen voor onder water.

Tijdens de werkgroep is duidelijk naar voren gekomen dat er bij het duiken wel het één en ander om de hoek komt kijken, niet alleen op natuurkundig gebied maar ook op scheikundig en fysiologisch gebied. Duiken onder een deskundige leiding wordt dan ook ten zeerste aanbevolen.

Ronald Remkes is werkzaam aan het Nienoordcollege te Leek (Groningen), Rob Slagter is werkzaam bij Didactiek Natuurkunde RUG en Fred Wol-

Gedachten, interesses en ervaringen

In het voorgaande staat een serie onbeantwoorde vragen. Dat is met opzet gedaan. Wij hopen u daarmee aan het denken te hebben gezet. Denken zal altijd een belangrijke activiteit in de natuurkunde blijven. Maar met denken alleen komen we er niet.

Wij hopen ook dat we met de onbeantwoorde vragen uw interesse hebben gewekt. Vast wel; anders had u deze zin niet gelezen. Wij gaan uit van de filosofie dat kwalitatief goede kennis tot stand komt door een samenspel van kennis, (gewekte) interesses en ervaringen.

De zintuiglijke ervaringen van het duiken kunnen we natuurlijk niet via dit verslag overbrengen. We kunnen wel zeggen dat de deelnemers deze werkgroep een unieke ervaring vonden. Wij kregen veel positieve reacties op deze werkgroep. Een aantal deelnemers zei bijvoorbeeld dat ze veel lesideeën had opgedaan. Anderen zeiden dat deze werkgroep standaard op het programma van de Woudschotenconferentie zou moeten staan. Ook gaven enkelen aan dat ze één werkgroep van vier uur nog niet genoeg vonden.

Ook wij beleefden veel genoeg aan deze werkgroep, zowel bij de voorbereiding als bij de uitvoering ervan. Mogelijk hebben we bij u de interesse gewekt voor de natuurkundige, scheikundige en biologische aspecten van het duiken. Dat zou mooi zijn. Nog mooier zou het zijn als u met ons van mening bent dat het natuurkunde-onderwijs meer zou moeten zijn dan de sommetjes-cultuur, gelardeerd met wat practica. Gebruik maken van het samenspel van gedachten, interesses en ervaringen lijkt ons vruchtbaarder voor het natuurkunde-onderwijs. Vindt u dat ook?

Tot slot

Mocht u naar aanleiding van dit verslag nog vragen hebben, schroom dan niet om met ons contact op te nemen via F.J.M. Wolters, Vakdidactiek Natuurkunde van de RuG, Nijenborgh 4, 9747 AG Groningen of per elektronische post: F.J.M.Wolters@fwn.rug.nl. Ook worden reacties uwerzijds door ons zeer op prijs gesteld.

Tot slot willen we graag onze dank betuigen aan de vakgroep Didactiek der Natuurkunde van de Rijksuniversiteit te Groningen, de Werkgroep Natuurkunde Didactiek te Utrecht (waarvan in het bijzonder Koos Kortland), de heer L. van den Houten (RuG), Martin Niewold van duikvereniging Sea World en het Nienoordcollege te Leek. Zonder hun hulp en ondersteuning was deze werkgroep over het duiken niet mogelijk geweest.

ters is werkzaam bij Didactiek Natuurkunde RUG en het Nienoordcollege.

HBO-natuurkunde studenten op stage bij het bedrijfsleven

Werkgroep 31

F. Bouts

Twee studenten aan de afdeling technische natuurkunde van de rk TH Rijswijk hielden een voordracht over hun stage-ervaringen.

Zoals in de voorinformatie was aangegeven gaan studenten, afkomstig van de havo, na 2,5 jaar studie stagelopen.

- Natasja van der Leden verrichtte haar stage op het Lasercentrum van de Fachhochschule in Münster (Duitsland). Zij heeft daar gedurende vijf maanden gewerkt aan het vervaardigen van kleine (< 1 mm diameter) gaatjes in metalen met behulp van een hoogvermogenlaser. Daarbij werden de pulsduur, puls-frequentie en werkstuk-verplaatsingssnelheid gevarieerd. Vervolgens deed ze onderzoek naar het reinigen van diverse glassoorten met een excimeerlaser. Zij vond het fantastisch te werken bij zo'n kleine groep laserenthousiastelingen, en dan nog wel zelfstandig met lasers van ca. 1 miljoen gulden. Haar werk viel in de groep zo goed dat ze is uitgenodigd ook haar afstudeeropdracht daar uit te voeren. Daar kijkt ze vol verwachting naar uit.

- Gert Jan van der Putten vertelde over z'n stage bij Scantec te Amersfoort. Daar worden de barcode-scanners ontwikkeld en gebouwd. Gert Jan was gevraagd een apparaat te bouwen waarmee de laserbundeldoorsnede van de scannende laserbundel snel kan worden bepaald op diverse plaatsen in die laserbundel. Immers voor het lezen van een barcode moet de laserbundeldoorsnede kleiner zijn dan de kleinste lijnafstand in de barcode. Hij ontwierp een schijf met daarin een verticale en een horizontale spleet, die met 5 Hz door de laserbundel werd gedraaid. Een detector achter deze schijf geeft dan de gewenste informatie van het bundelprofiel.

Scantec was verrukt van zijn vondst en Gert Jan ook! Omdat deze stage 2,5 maanden duurde ging Gert Jan ook nog gedurende 2,5 maanden stage lopen bij het Academisch Ziekenhuis in Leiden. Daar verrichtte

hij metingen aan een meetprobe met een zeer gevoelig microfoonje. Middels slangetjes werden hoogfrequente tonen ingekoppeld in het oor van een patiënt. Door niet-lineariteiten van het oor ontstaan naast de ingestuurde frequenties somfrequenties die in het binnenoor gegenereerd worden. Deze zogeheten Distorsie Product Oto Akoestische Emissies (DPOAE's) zijn afhankelijk van de conditie van het oor. Aangezien deze door het oor uitgestuurde frequenties een erg lage geluidsintensiteit hebben, heeft Gert Jan middels een zelfgeschreven Windows-programma calibratiemetingen uitgevoerd aan de meetprobe, om uiteindelijk te evalueren of met de meetprobe de DPOAE's meetbaar zijn in medisch onderzoek. Het voordeel van de onderzochte meetmethode is dat ze objectief geschiedt, waardoor ook bij baby's en geestelijk gehandicapten een betrouwbaar gehooronderzoek kan worden verricht.

Waarschijnlijk omdat deze stageplek nieuw was en het ziekenhuis alleen ervaring met aio's had, werden er aan hem te hoge theoretische eisen gesteld. Daardoor was Gert Jan over deze stage minder enthousiast. Hij gaat binnenkort afstuderen bij Scantec.

Tijdens de beide voordrachten en ook daarna was er een levendige discussie. Daar bleek vooral dat studenten na hun havo-opleiding zo goed zijn voorbereid op het hbo dat ze na 2,5 jaar al vrij snel zelfstandig kunnen werken aan leuke, interessante en stimulerende onderzoeken in het bedrijfsleven. Daarnaast heeft het bedrijfsleven een continue vraag naar natuurkundigen. Over *motivatie* gesproken!

Kiezen, hoe doe je dat?

Werkgroep 32

C. Drukker & J. Flokstra



Inleiding

Dit schooljaar is een klein deel van de scholen voor havo en vwo begonnen met de tweede fase. In het schooljaar 1999-2000 moet de rest van de scholen eraan geloven. Dat betekent dat er, naast alle andere eisen van het nieuwe programma, voor alle vakken in de bovenbouw nieuwe methodes moeten worden gekozen. Voor de paar scholen die al zijn begonnen betekent het dat hun docenten inmiddels een hechte maar moeizame relatie hebben opgebouwd met de uitgever van hun nieuwe methode, want van alle beloftes is nog niet veel terecht gekomen. Voor natuurkunde is het boek voor N1 er al wel, maar het begeleidend materiaal ontbreekt nog en op dit moment is er nog nauwelijks iets klaar voor N2.

In Zwolle gebeuren misschien vele dingen later dan in de randstad, maar in het onderwijs lopen we voorop: vijf van de zeven scholen met een havo/vwo-afdeling zijn dit jaar gestart met de tweede fase.

Wij geven beide zowel natuurkunde als ANW en wij hebben dus in het afgelopen schooljaar een keuze gemaakt voor een nieuwe methode. Wij konden daarbij niet terugvallen op ervaringen van collega's, we hadden slechts de checklist van de SLO. Onze collega's die dit jaar een keuze maken, kunnen over meer materiaal beschikken. Maar dan blijft het nog moeilijk om de juiste methode te kiezen omdat deze methodes aan hele andere eisen moeten voldoen dan wij tot nu toe waren gewend, denk aan zelfstandig werken, aanleren van vaardigheden, practicum etc.

De werkgroep

Er waren 19 deelnemers, verdeeld over vijf groepen. In de eerste ronde heeft iedereen drie eisen bedacht

Cathalijn Drukker is werkzaam bij het Thomas a Kempiscollege te Zwolle.

Jan Flokstra is werkzaam bij de v.d. Capellen Scholengemeenschap te Zwolle.

voor een nieuwe methode. Daarna heeft elke groep met elkaar overlegd en zo de voor hen belangrijkste eisen opgesteld. Wij hebben van tevoren ook geprobeerd de belangrijkste criteria vast te stellen, en met deze en de tien algemene eisen van de werkgroep hebben wij één lijst van criteria opgesteld. Deze staat hieronder.

Lijst van criteria

- Het mogelijk maken en bevorderen van zelfstandig leren.
- Leerstof voldoet aan exameneisen (en liefst iets meer).
- Het boek biedt een opbouw in abstractieniveau.
- Theorie en practicum wisselen elkaar af.
- Voldoende practicumopgaven, met een duidelijke opbouw in vaardigheden naar zelfstandig onderzoek.
- Begeleidend materiaal: overzicht studielast, werkwijzers, (diagnostische) toetsen, ICT.
- Tips voor probleemoplossen.
- Verschillende werkvormen.
- Contextrijk.
- Gebruikmakend van nieuwe didactische inzichten.

Met deze criteria hebben de deelnemers aan deze werkgroep vier nieuwe methodes kritisch bekeken. Dat waren: *Newton* (Thieme), *Scoop* (Wolters-Noordhoff), *Systematische Natuurkunde* (Nijgh Versluys) en *Natuurkunde Overal* (EPN).

Internationalisering en zinnol gebruik van ICT met *Science across Europe/the World*

Werkgroep 35

*L. Schoen, K. Tijdink &
N. Cranendonk*



Science across Europe is een initiatief van de Engelse Association of Science Education (ASE). *Science across Europe* formeerde een Europees ontwikkelteam dat tot nu toe 10 projectjes (units) schreef. Dit team bestaat uit schrijvers en uitvoerders uit bijna alle Europese landen. In de centrale databank staan inmiddels 683 docenten van 521 scholen uit 23 (Europese) landen geregistreerd.

Het nieuwste project, *Leven met Chemie*, wordt uitgevoerd met scholen op de hele wereld: *Science across the World*.

Science across Europe/the World wordt gesponsord door British Petroleum (BP).

SCIENCE
A C R O S S
EUROPE
PART OF SCIENCE ACROSS THE WORLD

Inhoud

De titels van de units (met daarachter de meest geschikte vakken en de leeftijd van de leerlingen) zijn:

- | | |
|----|---|
| 1 | Zure regen over Europa (N/S: 14-16) |
| 2 | Energiegebruik thuis (N/S: 14-15) |
| 3 | Vernieuwbare energiebronnen (bovenbouw N/S: 16-17) |
| 4 | Drinkwater (N/S: 11-13) |
| 5 | Wat heb je gegeten ...? (B: 11-13) |
| 6 | Broeikasewfect (bovenbouw N/S: 17-18) |
| 7 | Huishoudelijk afval (multidisciplinair: 14-15) |
| 8 | Verkeersveiligheid (N/S: 11-14) |
| 9 | Blijf gezond (B: 14-15) |
| 10 | Leven met chemie (voor eerste lessen scheikunde in de Basisvorming) |
| 11 | Solar Energy (in ontwikkeling) |

De inhoud van veel units sluit aan bij de kerndoelen (inhoud én veel vaardigheden) van de Basisvorming. Omdat de onderwerpen deel uitmaken van de leerplannen in de verschillende vakken is het benodigde materiaal op school aanwezig. Het gaat steeds om natuurwetenschappen als activiteit van mensen. De opzet van de units is vakoverstijgend, maar ze kunnen goed tijdens de vaklessen natuur- en scheikunde en biologie aan de orde komen. De opzet van unit 7, *Huishoudelijk afval*, is multidisciplinair.

De units 6 en (in mindere mate) 3 zijn te moeilijk voor de Basisvorming. Zij kunnen beter in de Tweede Fase bij de vaklessen uitgevoerd worden. De units voor wat oudere leerlingen zijn geschikt voor gebruik bij ANW.

Internationalisering via e-mail en Internet

Science across Europe biedt veel mogelijkheden om kleinschalig (vier lessen) te starten met internationale samenwerking via e-mail en Internet. Het project biedt veel structuur:

- *Gestandaardiseerd uitwisselingsformulier* – De resultaten van de onderzoekjes worden op een gestandaardiseerd formulier uitgewisseld met andere Europese scholen.
- *Databank* – In de centrale databank met wereldwijd ruim 2000 deelnemende docenten en scholen wordt geregistreerd: naam van de school en van de docent(e), leeftijd van de leerlingen, schooltype (ability), onderwerp van de unit, maanden van het jaar waarin de unit uitgevoerd wordt en de uitwisselingstaal. De resultaten kunnen op deze manier heel gericht naar geschikte klassen gestuurd worden. Omdat de deelnemende docenten elk jaar (gratis) opnieuw geregistreerd worden, raakt de databank niet verouderd.
- *Afsluitende les* – Als de resultaten van de andere klassen ontvangen zijn, worden in een afsluitende les de eigen resultaten vergeleken met die van leerlingen in andere landen. Het materiaal biedt leerlingen en de

docent houvast bij de vergelijking: discussievragen en extra statistisch materiaal.

- *Website* – De eigen website bevat extra actuele informatie en links: <http://www.bp.com/saw>. Via de Website (op dit moment ongeveer 2000 hits per maand) kan de databank met geregistreerde scholen geraadpleegd worden. Ook is het mogelijk het uitwisselingsformulier on-line in te vullen en te versturen naar scholen met een e-mailadres of een fax. De website geeft actuele aanvullingen bij de units. Op de website staat verder de rubriek News met 'good practises'. In de artikelen in deze elektronische nieuwsbrief zijn ook links naar de homepages van deelnemende scholen opgenomen.

Meedoen aan het project biedt ook veel mogelijkheden voor ander gebruik van ICT: tekstverwerken bij het verslag, een spreadsheet voor de grafische presentatie van de gegevens, een presentatieprogramma (bijvoorbeeld PowerPoint), een homepage samenstellen op de schoolwebsite en e-mail met deelnemende leerlingen in het buitenland.



Science across Europe is inmiddels uitgebreid tot *Science across the World*. De wereld is verdeeld in zes regio's: Afrika, Noord Amerika, Latijns Amerika, Midden Oosten, Oost Azië en Europa. Het laatste project, *Leven met Chemie*, werd wereldwijd ontwikkeld en wordt uitgevoerd met scholen over de hele

wereld. Een docent in Nederland kan ook meedoen aan een unit van bijvoorbeeld *Science in Asia Pacific*. Deze units zijn of aangepast aan de plaatselijke omstandigheden of in de regio speciaal ontwikkeld. Een voorbeeld daarvan is *Dwellings van Science across Africa*. Wereldwijd zijn al 2000 docenten in 47 landen geregistreerd.

Samenwerken met talentdocenten

Een unit bevat het geschreven materiaal in alle beschikbare talen. Als docent kun je kiezen of je de Nederlandse vertaling gebruikt, of bijvoorbeeld Engels of Duits. De units lenen zich goed voor samenwerking met talentdocenten.

Docentenhandleiding

In de bijgeleverde docentenhandleidingen staat de vereiste voorkennis van de leerlingen, wat je nodig hebt en een mogelijke werkwijze. Verder bevat de handleiding mogelijke antwoorden op de vragen en extra, vaak lokale, informatie en mogelijkheden. Meestal worden ook actuele kaarten en statistische gegevens meegeleverd.

Kosten en registratie

De units kosten fl 80,- per stuk en zijn te bestellen bij het APS. Het materiaal mag vrij gekopieerd worden. Door het eenmalig aanschaffen van een unit, worden de gegevens van de docent/school opgenomen in de centrale databank.

Inlichtingen over deelname en registratie: APS, Jeannette Jansen (030 2856713) of Irma Miltenburg (tel 030 2856618).

Coach Junior - experimenten in basisvorming en bovenbouw

Werkgroep 37

P. Geerke



Met Coach Junior kunnen leerlingen meten (en sturen) onder windows. Met Coach Junior maak je desgewenst kant en klare practicumopdrachten inclusief uitleg, opdracht, plaatje van de opstelling enzovoort. Met een klik op de muisknop kies je de weergave: als meter, als waarde, als tabel of als diagram. Vooraf kan een leerling een voorspelling tekenen van de verwachte grafiek

en er kunnen aantekeningen over de de proef worden getypt. Zo maak je in feite een compleet werkblad. De naam Coach Junior geeft aan dat het programma ook voor jonge leerlingen eenvoudig is te gebruiken. Zodra je een sensor kiest is de standaardijking bekend en is er al een diagram met standaardinstelling klaar voor de meting.

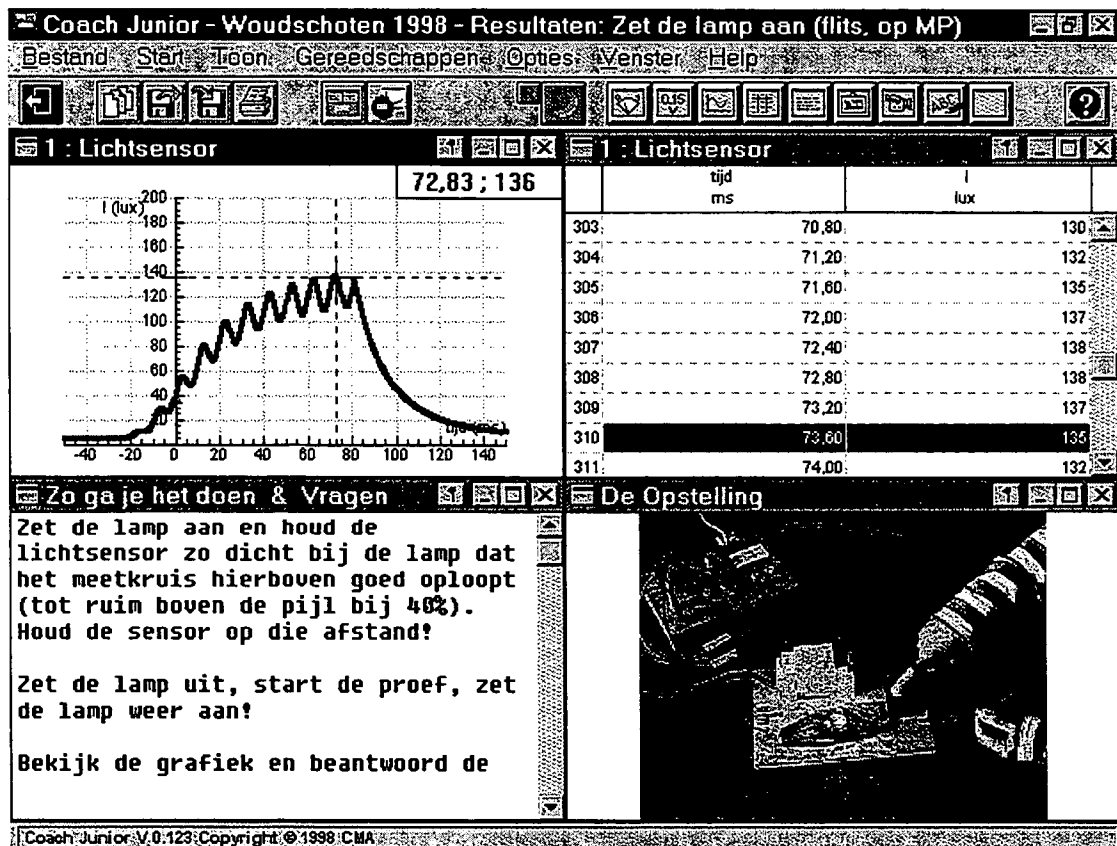


Fig. 1: Onderzoek naar aan/uitschakelen van een gloeilampje met een lichtsensor.

Er kan meer: in Coach Junior kun je handmatig meten, rekenen met de gemeten waarde en eigen sensoren (opnieuw) ijken. Hiermee is het ook geschikt voor gebruik in de bovenbouw. Bovendien herkent Coach diverse interfaces en kan een proef met verschillende apparatuur worden uitgevoerd, zoals de UIA/B-kaart, CoachLab-interface en de CBL datalogger. In de werkgroep is een uitgebreide presentatie gegeven van bruikbare practica met diverse sensoren; de getoonde CJ-practica waren (alleen tijdens de markt) op diskette beschikbaar.

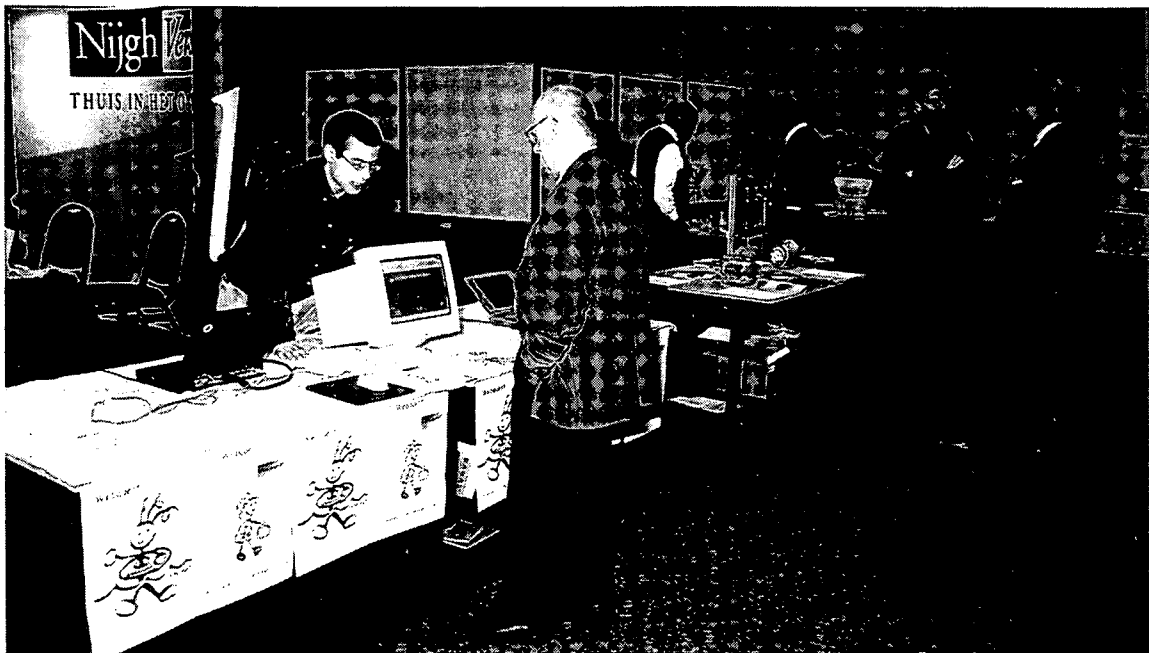
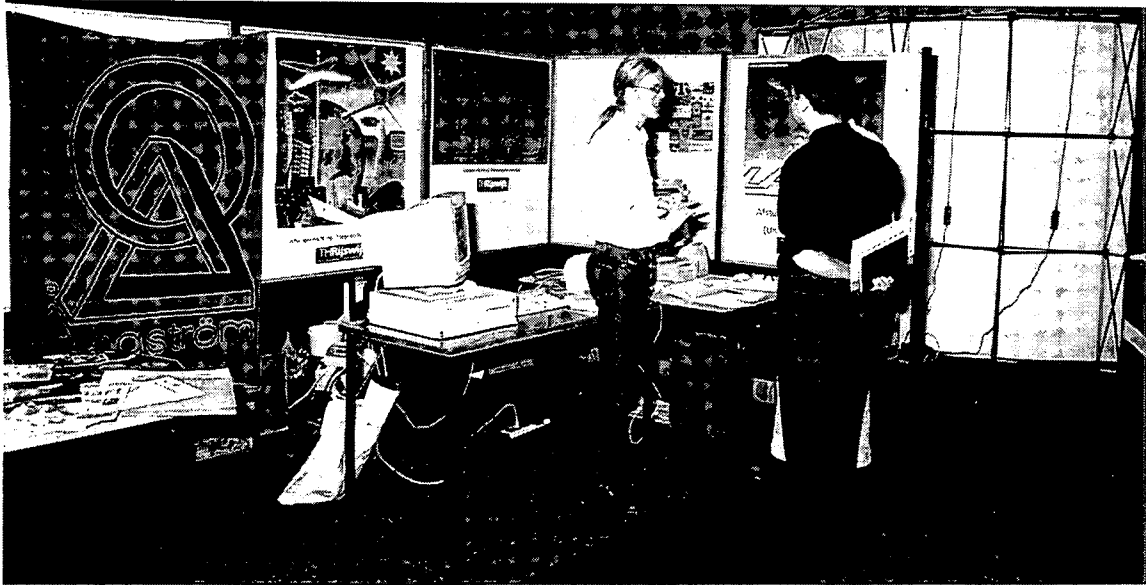
Practica kunnen zo gestructureerd worden dat leerlingen aan de hand van de gegeven informatie op het scherm eigen onderzoek doen of juist een concrete op-

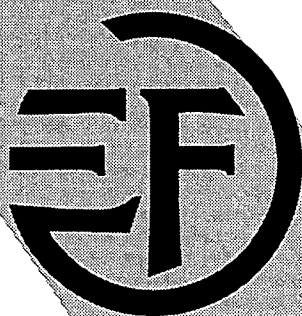
dracht uitvoeren. Opdrachten kunnen bijvoorbeeld gericht zijn op het oefenen van specifieke vaardigheden zoals het verzamelen van meetgegevens of het omgaan met grafieken en tabellen.

Aanwezige voorbeeldexperimenten:

Boyle: p - V diagrammen; geluidssnelheid; meten van vlamtemperaturen; kleur- en temperatureffecten; gloeidraad van een lamp bij aan/uitschakelen; knippen van licht; weersvoorspelling aan de hand van 24-uurs lichtmeting; stollen; reactiesnelheid testen; meten met de USA of CBR (x - t , v - t en a - t diagrammen); inductie bij een vallende magneet; proeven met een condensator.

Piet Geerke is werkzaam bij het Amstel Instituut, UvA.



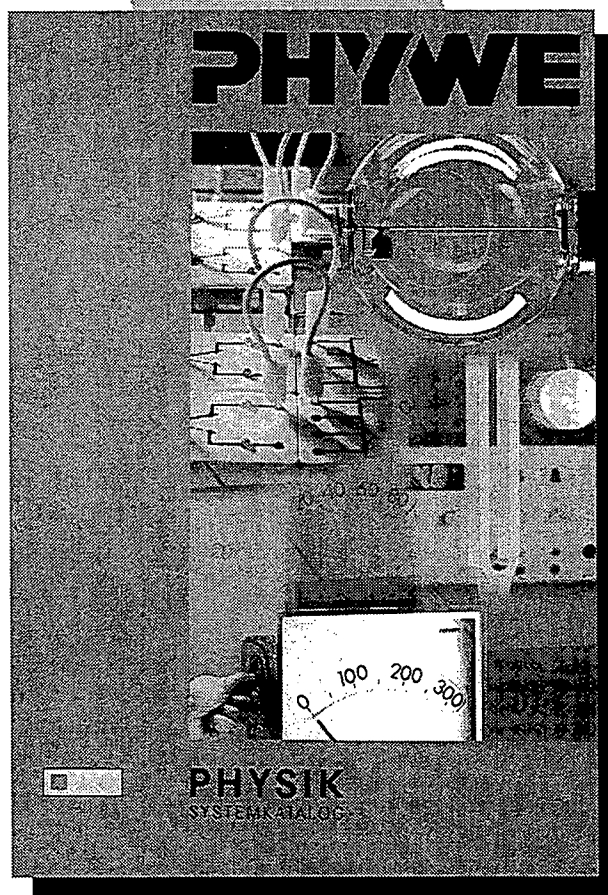


Eurofysica

Leermiddelen voor natuurkunde,
scheikunde en biologie.

Ook het gehele PHYWE
assortiment (natuurkunde,
scheikunde en biologie)
behoort tot het leverings-
programma van Eurofysica.

Bel ons voor de nieuwste
Phywe catalogus voor
natuurkunde, telefoon
073 - 623 26 22

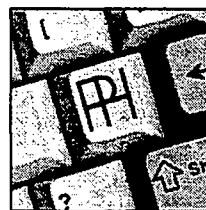


PHYWE

Postbus 3435, 5203 DK 's-Hertogenbosch, Fax 073 - 621 97 21

PHASER electronics bv

Uw netwerk-, internet-, service-, cursus- en PC-Thuis partner



- ✓ Uw Novell of Windows NT netwerk werkt niet naar wens?
- ✓ Windows op uw netwerk functioneert niet zoals het hoort?
- ✓ Uw huidige hardware-leverancier kan u niet voldoende helpen?
- ✓ U wilt klassikaal verschillende CD-ROM's kunnen benaderen?
- ✓ U wilt klassikaal van Internet gebruik maken?
- ✓ U wilt meer weten over Windows NT?
- ✓ U wilt een PC-Thuis project met een fiscaal voordeel opzetten?

Bel **PHASER** uw ICT-partner, voor referenties!

PHASER electronics bv

Fransebaan 592a • 5627 JM Eindhoven • Tel. (040) 2423077 • Fax. (040) 2426537

