

**BOEKBESPREKING**

Lehren und lernen im Physikunterricht  
Helmut Fischler (red.)  
Koln Aulis Verlag Deubner 1982  
274 pagina's.

Dit boek omvat 14 bijdragen van 12 verschillende auteurs waaronder 8 natuurkunde-didactici, 3 sociaalwetenschappers en 1 experimenteel fysicus. Hun bijdragen zijn in een viertal rubrieken onderverdeeld. Na een schets van de stand van zaken met betrekking tot natuurkunde-didactiek wordt in het eerste gedeelte tevens een beeld gegeven van de richting waarin de natuurkunde-didactiek zich momenteel ontwikkelt.

In de tweede groep bijdragen gaat het in hoofdzaak om voorwaarden die aan leerprocessen in het natuurkunde-onderwijs gesteld dienen te worden. Het derde gedeelte van het boek behandelt een aantal inhoudelijke en methodische problemen in het natuurkunde-onderwijs, waarna tenslotte de identiteit en de taak van de natuurkunde-didactiek achtereenvolgens worden beschouwd vanuit het gezichtspunt van een experimenteel fysicus, een sociaalwetenschapper en een natuurkunde-didacticus.

Bij het samenstellen van dit boek (dat bedoeld is voor leraren, studenten en andere didactisch geïnteresseerden) hebben volgens redacteur Fischler twee uitgangspunten een belangrijke rol gespeeld. Zo wordt aangenomen dat het onderzoek op het gebied van de natuurkunde-didactiek zich bezighoudt met alle belangrijke problemen van het natuurkunde-onderwijs en dat de bijdragen in het onderhavige boek representatief zijn voor dit type onderzoek.

In zijn bijdrage 'Tendenzen in der Fachdidaktik' schetst Fischler (hoogleraar natuurkunde-didactiek aan de Vrije Universiteit van Berlijn) de weerstand die de vakdidactiek ondervindt bij haar ontwikkeling. Dat de vakdidactiek (nog) niet als erg waardevol wordt gezien door scholen en universiteiten wijdt hij enerzijds aan de weerbarstigheid van het onderzoeksterrein (het onderwijs) maar anderzijds ook aan het feit dat haar beoefenaren lange tijd niet tot een duidelijk en aansprekend onderzoeksprogramma konden komen.

Twee nauwelijks te verenigen opvattingen over de taak van het (natuurkunde-)onderwijs hebben de eenheid in de didactiek doorkruist en, aldus Fischler, sterk vertragend gewerkt op de ontwikkeling van de vakdidactiek van methodenleer, uitsluitend gezien als onderdeel van de lerarenopleiding, tot een wetenschappelijke discipline voorzien van de nodige middelen voor onderzoek en met een vaste plaats tussen de andere onderzoekswetenschappen. De eerste der beide bovenbedoelde tegenover elkaar staande opvattingen komt in het kort op het volgende neer: natuurkundeonderwijs behoort primair de plaats te zijn waar natuurkundige kennis en vaardigheden worden overgedragen. Daartoe dient men zich in het leerplan te richten op de systematiek van de natuurkunde als wetenschap. Technische inhouden kunnen in dergelijk onderwijs eventueel als voorbeelden en oefenopgaven worden gebruikt. In de tweede opvatting wordt het natuurkunde-onderwijs gezien als een plaats waar natuurkundige vorming dient plaats te vinden, waar technische inhouden als belangrijke bestanddelen van een omgevingsgericht natuurkunde-onderwijs worden gezien en waarbij de ervaringswereld van leerlingen richtinggevend is voor de invulling en organisatie van dat onderwijs. De scherpte van de discussie is er enigszins af omdat men ondervonden heeft dat tussen een didactisch programma en de daadwerkelijke realisering ervan werelden liggen, die zonder beproeven en onderzoeken vele ongecontroleerde hypothesen zullen blijven bevatten. Fischler gaat vervolgens dieper in op de taak van de natuurkundedidactiek en vindt dat die niet gereduceerd mag worden tot de curriculumvraag zoals lange tijd het geval is geweest. Er bestaat, zo merkt Fischler op, momenteel veel versnippering en onevenwichtigheid in de onderzoekstopics hoewel er twee problemen zijn die relatief veel aandacht krijgen van degenen die werken aan het verbeteren van het natuurkunde-onderwijs. Deze komen als vragen geformuleerd op het volgende neer.

- van welke veronderstellingen mag men nu eigenlijk uitgaan met betrekking tot de leermogelijkheden van leerlingen
- wat behoren de doelen en inhouden van het natuurkunde-onderwijs te zijn.

In de drie daarop volgende bijdragen staat de eerste van beide bovengenoemde punten centraal. Kubli, vele jaren medewerker van de onderzoeksgroep van Piaget, wijst er op dat onderwijs dat alleen het universitaire curriculum als richtlijn heeft en niet vanuit het kind werkt gevaar loopt zijn doel voorbij te schieten. Onderwijs dat het begrips- en abstractievermogen van een kind overstijgt lokt afweerreacties uit. Kubli pleit er voor om het klinische experiment in de

zin van Piaget (d.w.z. vragen stellen rondom een zorgvuldig uitgekiend experiment) ook als element in het onderwijsproces te gebruiken dus niet alleen als onderzoeksmethode.

Hij zegt dat uit de klinische experimenten naar voren is gekomen, dat leerlingen het belangrijk vinden hoe de leraar (de onderzoeker) de oplossing van het probleem ziet. Leerlingen willen graag tot een inzicht komen dat door velen (vooral ook door de leraar) wordt gedeeld. Kubli vindt dat hier te weinig rekening mee gehouden wordt in het onderwijs en schetst hoe dat zou kunnen.

Maichle (psychologe) bekritiseert in haar bijdrage enkele door Kubli naar voren gebrachte punten. Zij vecht met name de opvatting van de Piaget school aan met betrekking tot de veronderstelde structurele eenheid van een bepaalde ontwikkelingsfase in het denken van leerlingen en zegt daarover: 'Fasst man diesen Anspruch auf Generalität sehr streng auf, dan würde dies z.B. bedeuten, dass alle Jugendlichen bzw. Erwachsene von einer mehr oder weniger breiten Altersstufe an in allen Kulturen spontan formal operationele Denkformen anwenden können, und zwar in allen Problemsituationen und -Gebieten, in denen solches Denken angewendet werden kan.'

Aan de hand van een onderzoek aan eenvoudige elektrische schakelingen laat zij vervolgens zien dat het bij het proces van begrijpen en leren zoals zij het uitdrukt 'in erster Linie gar nicht auf die Fähigkeit zum formalen Denken ankommt, sondern auf Vorstellungen und Konzepte, die der Schüler von ganz spezifischen Inhalten (hier Stromkreisen, Batterien, Lampjes, etc.) hat, und von denen es u.a. abhängt ob er seine möglicherweise vorhandene formale Denkfähigkeit einsetzt.'

Jung (hoogleraar natuurkunde-didactiek aan de Universiteit van Frankfurt a.M.) wijst in dezelfde rubriek op het belang van onderzoek aan voorbeeldgevallen (gevalstudies) als het gaat om het verkrijgen van inzicht in informatieverwerkingsprocessen binnen het natuurkunde-onderwijs, d.w.z. inzicht in het leren en gebruiken van natuurkundige begrippen.

Jung merkt daarover op: solche Kenntnisse fehlen, und ohne Sie tappt jede Diskussion und jede Entscheidung über Ziele, Inhalte und Methoden von Physikunterricht im Dunkeln. Sie ist bestenfalls Empirie im Sinne vorwissenschaftlicher Medizin, auch dann, wenn Sie sich des elaborierten Instrumentariums der bewertenden Statistik bedient. Meine Auffassung ist, dass wir vor allem qualitative und paradigmatische Untersuchungen von Einzelfällen brauchen.' Verderop zegt hij 'Mit einem medizinischen Vergleich: Weshalb haben wir (de vakdidactiek) das Handbuch nicht das die Masern, die Windpocken, und Kinderlähmung beschreibt? Von der Therapie will ich nicht einmal reden'.

Jung wijst in zijn bijdrage op het grote belang van het vergaren van informatie over denkkaders (Rahmvorstellungen) die reeds opgebouwd zijn of worden gedurende het leren en toepassen van natuurkundige kennis. Zo blijkt uit onderzoeken met experts en beginners naar probleemoplossingsvaardigheden, dat experts in tegenstelling tot beginners niet meteen met formules gaan werken maar eerst op kwalitatief globaal niveau het juiste denkkader van dat probleem proberen te vinden. Door geen formules te gebruiken reduceert de expert in deze fase de hoeveelheid informatie en zoekt naar een (het) 'frame work' waarbinnen het probleem kan worden opgespannen.

Ook beginners gebruiken dergelijke denkkaders, maar de globale kwalitatieve zoekfase ontbreekt. De keus van het juiste kader is van groot belang omdat als een kader eenmaal gekozen is dit kader een belangrijke rol speelt gedurende het zoeken naar de oplossing van het probleem. Zo zelfs dat sommige gegevens worden weggelaten (niet gebruikt worden) omdat ze niet binnen het kader passen, terwijl er wel dingen worden gebruikt die helemaal niet gegeven waren. Daar leerlingen bijvoorbeeld m.b.t. de mechanica reeds over 'straatbeeldkaders' (pre-concepties) beschikken die zij bij mechanica problemen inzetten, is de kans op foute oplossingen groot. Jung gelooft dat het expliciteren van de eigen 'straatbeeldkaders' en het confronteren met natuurkundige kaders van groot belang is. Daartoe moet in het beginonderwijs: 'sehr viel qualitativ und interpretierend mit den Schülern diskutiert werden'. De complexiteit van de noodzakelijke denkkaders en de aard van de reeds opgebouwde kaders moeten een rol spelen bij de leerstofvolgorde. Zo vraagt hij zich af of mechanica niet te laat en optica niet te vroeg wordt onderwezen.

In het 3e gedeelte van dit boek (6 bijdragen) opent Niedderer (hoogleraar voor de theorie en praktijk van het natuurkunde-onderwijs aan de universiteit van Bremen) met een pleidooi voor 'Wissenschaftstheoretisch orientierter Physikunterricht (WTOP)'. Hij beschrijft, daarbij Kuhn volgend, de invloed van bestaande pre-conceptuele kaders (Vorverständnis) op de wetenschappelijke kennisverwerking. Met het begrip 'Vorverständnis' wil Niedderer zowel de cognitieve als affectieve componenten van de denk- en handelingskaders omschrijven zoals:

- de keuze van wat de moeite van het weten waard wordt gevonden (onderzoeksvragen, interesses)
- de keus van de onderzoeksmethoden
- normen en waarden
- erkende wetmatigheden (theoretisch van aard)
- relevante voorbeelden en toepassingen

Gebruikmakend van vele aan de natuurkunde en het natuurkunde-onderwijs ontleende voorbeelden probeert hij zijn mening ten aanzien van het belang van WTOP en de wijze waarop dergelijk onderwijs gerealiseerd zou kunnen worden te onderbouwen.

De tweede bijdrage in dit deelgebied is van Mikelskis (wetenschappelijk medewerker voor de natuurkunde-didactiek van het Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN) in Kiel). Mikelskis pleit daarin voor een op maatschappelijke problemen gericht natuurkunde-onderwijs. Hij verduidelijkt zijn ideeën aan de hand van het probleem van de Energieverzorging. Om zijn pleidooi kracht bij te zetten citeert hij de Duitse Minister van Onderwijs (1980): Für den einzelnen und die Menschheit insgesamt sind die Beziehungen zur Umwelt zu einer Existenzfrage geworden. Es gehört daher auch zu den Aufgaben der Schule, bei junge Menschen das Bewusstsein für Umweltfragen zu erzeugen, die Bereitschaft für den verantwortlichen Umgang mit der Umwelt zu fordern und zu einem umweltbewussten Verhalten zu erziehen, das über die Schulzeit hinaus wirksam bleibt' en daarnaast ook het Deutsche Physikalischen Gesellschaft (1980):

'Im Physikunterricht sollte auf aktuelle Fragen eingegangen, und es sollte dabei Möglichkeiten, Nutzen, Gefahren und ökologische Folgen technischer Entwicklungen aufgezeigt werden. Damit wird der Schüler vorbereitet, an der öffentlichen Diskussion über Umwelt - und Technologieprobleme teilzunehmen und zu urteilen.'

Een uitwerking van het natuurkunde-onderwijs zoals hem dat voor ogen staat geeft Mikelskis in het door hem ontwikkelde en regelmatig aangehaalde thema 'Energieversorgung durch Kernkraftwerke' voor 15- tot 16-jarigen. Hij wijst daarbij op het belang van het blootleggen van de structuur en de systematiek der natuurkunde zoals deze aan de orde komt in probleemgericht natuurkunde-onderwijs. Een dergelijke structuur wijkt, zo laat hij aan voorbeelden zien, nogal af van de 'normale' structuur der wetenschappelijke discipline die naar voren komt in de traditionele schoolboeken. De nog openstaande vragen over de op contexten betrokken, probleemgerichte systematisering der natuurkunde nodigen in elk geval uit tot nader vakdidactisch onderzoek.

Westphal (hoogleraar natuurkunde-didactiek bij het I.P.N.) presenteert in zijn bijdrage een ontwerp voor een mechanicacursus over verkeer. Daarin probeert hij, behalve een inleiding in de mechanica van Newton op VWO-niveau drie dingen te bereiken.

Zo tracht hij zichtbaar te maken dat natuurkunde naast een zelfstandig vak ook een werkveld is waarin wordt samengewerkt met andere arbeids-terreinen (in dit geval b.v. de economie, medische wetenschap, chemie, biologie, etc.). Verder dient de cursus naar zijn mening hulp te

bieden in het leven van alle dag door inzichten te geven in de natuurkundige samenhang van het straatverkeer (nut van valhelmen, veiligheidsgordels, kreukzones, remafstanden, etc.). Tenslotte wordt gestreefd naar het ontwikkelen van natuurkundige idealisering (eenparig versnelde beweging van een puntmassa langs een rechte lijn) vertrekkend vanuit de complexe werkelijkheid (concrete verkeerssituaties op films en 'life'). Ook verschillen tussen omgangstaal en natuurkundige taal komen aan de orde.

Zo zullen verkeersdeelnemers het met constante snelheid ronden van een rotonde nooit versnellen noemen, terwijl de auto in het fysisch taalgebruik wel degelijk een versnelling ondervindt. Ook de emotionele aspecten van de taal komen in de cursus aan de orde. Uit een motortijdschrift haalt hij ter illustratie het volgende citaat aan: 'Mit dieser heissen Kiste fährt Kraus jedem Sieg entgegen. Er hetzt seine Maschine über jedes Gelände, dass die Fetzen fliegen. Dreck wird von Rädern meterweit wegkatapultiert. Als Zuschauer heisst es, in Deckung zu gehen, wenn Kraus auf die spektakulärste Art über die Felder donnert'.

Overbodig te zeggen dat het bij de keuze van dit citaat niet in de eerste plaats om de 3e wet van Newton gaat (wisselwerking tussen het voertuig en de weg) maar om het emotionele aspect daarvan.

De bijdrage van Simonsohn (hoogleraar experimentele natuurkunde in Berlijn) tot deze rubriek is van geheel andere aard. Hij bespreekt de behandeling van de wisselwerking van het electromagnetische stralingsveld en de materie. Hij laat zien hoe deze wisselwerking het best semie-klassiek aangepakt kan worden zowel voor  $\lambda \gg$  atoomafmeting (dipoolwisselwerking) als voor  $\lambda \ll$  atoomdiameter (ook Compton verstrooiing als nieuwe mogelijkheid voor wisselwerking wordt dan waarschijnlijker). Daarbij wijst hij op het wijd verbreide misverstand van de of-of redenering waarin licht wordt voorgesteld als iets dat zich of als golf of als deeltje voordoet, hetgeen niet in overeenstemming is met de experimenten waarin beide typen wisselwerking (emissie fotoelectronen en sterk gerichte reflectie) naast elkaar bestaan.

Klaus (hoogleraar natuurkunde-didactiek aan de Universiteit van Frankfurt) bespreekt in zijn bijdrage wat hij 'elementarisierung' van fysische inhouden noemt. Hij doelt daarmee op het op zodanige wijze vereenvoudigen van complexe en abstracte inhouden dat leerlingen deze kunnen begrijpen vanuit het ontwikkelingsstadium (fysisch gezien) waarin ze verkeren. Met twee zaken dient men, aldus Klaus, bij deze 'elementarisierung' uitdrukkelijk rekening te houden. Wat is er aangaande het over te dragen leerstofelement bekend in de bijbehorende wetenschap en hoe kan het voor de leerling begrijpelijk gemaakt worden

m.a.w. hoe kan worden bereikt dat de leerling de vereenvoudigde versie van het leerstofelement in zijn cognitieve structuur kan inbouwen. Klaus ontwikkelt vervolgens 4 criteria waarmee hij het al of niet geslaagd zijn van een elementarisering vast kan stellen. Aan de hand van enkele concrete voorbeelden, zoals de aerodynamische stijgkracht op een vliegtuigvleugel, analyseert hij twee verklaringsmodellen en vergelijkt de kwaliteit ervan met behulp van zijn criteria. Elk verklaringsmodel is in de aanpak van Klaus samengesteld uit kleinere elementen die samen het totale beeld opbouwen als een soort reeksontwikkeling waarbij de hogere orde termen steeds minder bijdragen (dus eigenlijk verfijningen zijn) tot het totaalbeeld. Ook dat maakt hij in zijn voorbeelden helder.

Schwedes (docente opvoedingswetenschappen te Frankfurt) stelt in de laatste bijdrage aan deze rubriek het belang van leerlinggerichte onderwijsconcepten aan de orde. Na gewezen te hebben op de inflatie die het woord leerlinggericht heeft ondergaan geeft ze acht kenmerken van wat zij leerlinggericht onderwijs noemt. Dergelijk onderwijs wil zij bereiken door het spelelement expliciet te accentueren. Ter onderbouwing van het belang van op spel gericht natuurkundeonderwijs beroept ze zich op de theorie van Helanko.

Volgens Helanko treedt elk mens voortdurend in wisselwerking met dingen en personen uit zijn omgeving en bouwt zo systemen. Onder deze systemen zijn ook spelsystemen. Dat zijn die systemen waarin hij zijn object zelf uitkiest, de aard en omvang van de wisselwerking zelf bepaalt en niet beïnvloed wordt door storingen van buiten het systeem (b.v. het ingrijpen van een leraar). Helanko postuleert bovendien, dat elk mens voortdurend bezig is spelsystemen op te bouwen en niet-spelsystemen in spelsystemen om te zetten. Daar, aldus Helanko, een mens zich binnen spelsystemen in een actieve en emotionele positieve situatie bevindt, is leren in dergelijke systemen effectief.

Dit zou betekenen dat de kans op leren toeneemt als leerlingen hun onderwijs zouden kunnen beleven als een opeenvolging van spelsystemen. Schwedes beschrijft vervolgens aan de hand van concrete voorbeelden zoals het thema 'electrische Stromkreis' hoe dergelijk spelgericht natuurkundeonderwijs concreet vorm kan worden gegeven en welke ervaringen daar tot nu toe mee zijn opgedaan.

In de laatste drie bijdragen tenslotte geven Lenzen (hoogleraar opvoedingswetenschappen aan de Universiteit van Berlijn), Simonsohn (experimenteel fysicus) en Willer (hoogleraar natuurkunde-didactiek) hun kijk op de taak van de natuurkunde-didactiek. Lenzen vat deze taak als volgt samen.

'Die Didaktik eines Faches ist ein eigenständige Intergrationswissenschaft sui generis, deren Hauptaufgabe die Behandlung des Legitimationsproblems, früher hiess das die Frage nach dem Bildungsgehalt eines Faches, d.h. die Auswahl und didaktische Strukturierung der Ziele und Inhalte des Faches Physik sein muss.'

Hij ziet de opvoedingswetenschappen daarbij als de instantie die de vraag 'wat is natuurkundige vorming' dient te stellen en daarvoor criteria kan aandragen. De natuurkunde dient, aldus Lenzen er (uitsluitend) zorg voor te dragen dat in het natuurkundeonderwijs niets wordt overgedragen dat fysisch gezien niet houdbaar is.

Simonsohn daarentegen laat de plaats van de vakdidactiek tussen de andere wetenschappen enigszins open. Enerzijds laat hij ruimte voor zelfstandigheid wat de pedagogische vraag van de vakdidactiek betreft anderzijds ziet hij vakdidactiek niet als een aparte wetenschap maar als een onderdeel van de natuurkunde zoals kernfysica of natuurkunde van de vaste stof. Hij komt tot de conclusie dat de natuurkunde-didactiek helemaal niet zo jong meer is (zie b.v. Didaktik und Methodik der Physik van Grimsehl uit 1911) maar dat vakdidactiek met eigen hoogleraren, instituten, conferenties, etc. niet ouder is dan 20 jaar. Wat zijn activiteiten betreft doet natuurkunde-didactiek niet onder voor anderen deeldisciplines der natuurkunde, aldus Simonsohn. Moeilijker krijgt de vakdidactiek het als je vraagt naar zwaartepunten, onderzoeksrichtingen en onderzoeksresultaten. Simonsohn merkt op dat hij de vakdidactiek alleen in de breedte ziet groeien en vraagt zich af of deze 'deeldiscipline' zich niet beter tot een kern van problemen zou kunnen beperken die binnen een redelijke tijd tot een overtuigende oplossing zouden kunnen worden gebracht.

In de laatste bijdrage tenslotte gaat Willer kritisch in op de standpunten van Lenzen en Simonsohn. Door het huidige onderzoek in de natuurkunde-didactiek samen te vatten in acht punten probeert Willer een aanzet te geven tot een definitie van de natuurkunde-didactiek door de taak ervan te beschrijven.

Vervolgens vat hij drie door Simonsohn gegeven definities kort samen en merkt op dat de meeste vakdidactici zich in de tweede het best zullen kunnen vinden. Met betrekking tot deze definities zegt Willer: Simonsohn gibt drei mögliche Definitionen von Fachdidaktik:

- Fachdidaktik ist die Lehre von der Unterrichtsmethode. Als solche definieren sie nicht nur manche Physiker, sondern auch jene Didaktiker, welche den Kybernetische Ansatz der Didaktik vertreten.
- Fachdidaktik ist die Lehre von der Auswahl der Unterrichtsinhalte sowie der Methode ihrer Vermittlung und der dabei zu berücksichtigenden Bedingungen. Als solche wird die Fachdidaktik gegenwärtig von der Mehrzahl der Physik-Fachdidaktiker, doch auch von Fachphysikern, so von Simonsohn selbst, definiert.



- Fachdidaktik ist eine Grundwissenschaft, welche die Basis der Fächer neu zu bestimmen hat. Als solche definiert wohl kein Physik-Fachdidakter seine Disziplin; ein derartiger Anspruch liesse sich selbst dann nicht aufrecht erhalten, wenn hier mit Fächern die Schulfächer, nicht aber die Fachwissenschaften gemeint wären.

In het slot van zijn bijdrage gaat Willer in op de tegenstrijdige uitspraken van Simonsohn (zie terug) ten aanzien van de plaats van de natuurkunde-didactiek. Hij interpreteert deze uitspraken in die zin dat hij het als een taak voor de vakdidactiek ziet dat deze de vak- en opvoedingswetenschappelijke problemen in het natuurkundeonderwijs in samenhang tot een oplossing brengt. Als men het over een dergelijke taakstelling eens zou zijn is de plaats waar de vakdidactiek uiteindelijk wordt ingedeeld nog slechts een organisatorische kwestie, zo vindt Willer waaraan niet al te veel tijd dient te worden gespandeerd en in die zin dient dan ook zijn slotopmerking te worden opgevat 'Wer einen Garten düngt, tut mehr für das Gedeihen seiner Pflanzen, als wer sich um die Einteilung der Beete sorgt'.

Uit bovenstaande beschrijving blijkt dat de natuurkunde-didactiek zich met vele vragen uit het natuurkundeonderwijs bezighoudt. Het doorwerken van het boek vergt nogal wat tijd, vooral ook omdat de onderwerpen zeer verschillend zijn en elke keer een zekere omschakeling nodig is. Teneinde recht te doen aan de uiteenlopende bijdragen is deze boekbespreking langer uitgevallen dan gebruikelijk is. De kwaliteit van dit boek rechtvaardigt dit echter alleszins. Het geeft een uitstekend overzicht van het werk waarmee de natuurkunde-didactici momenteel bezig zijn zonder natuurlijk erg diep op de verschillende onderzoeksrichtingen in te gaan.

Het boek is als overzichtswerk van 't veld der natuurkunde-didactiek een aanwinst. Het is daarom ook aan te bevelen aan al degenen die op het terrein van de natuurkunde-didactiek op een of andere wijze werkzaam zijn, maar daarnaast ook aan allen die zich voor onderwijsonderzoek in een schoolvak interesseren.

H.P.Hooymayers  
Vakgroep Natuurkunde-Didactiek  
R.U.-Utrecht